

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

FONDÉ PAR

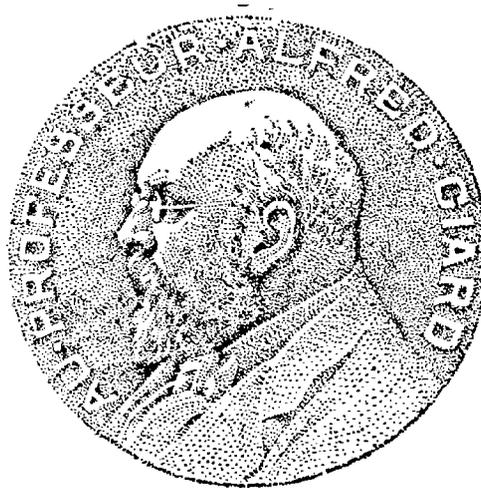
ALFRED GIARD,

ET CONTINUÉ PAR

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

CH. JULIN (LIÈGE),
F. MESNIL (PARIS),
P. PELENEER (GAND),

CH. PÉREZ (PARIS).
ET. RABAUD (PARIS).



LONDRES,
DULAU & Co
Ch. Square, 37.

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

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

(Sorti des presses le 6 Novembre 1909)

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

QUARANTE-TROISIÈME ANNÉE (1909).

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

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

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

PRIX DE L'ABONNEMENT A UN VOLUME :

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

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

SÉRIES ANTÉRIEURES.

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

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

Pour l'achat de volumes, séries ou collections

et

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

s'adresser

à la *Rédaction du Bulletin Scientifique*

3, rue d'Ulm,

PARIS.

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

H. DAUDIN.

TRAVAUX ET PROBLÈMES

RELATIFS A

LA PARTHÉNOGÉNÈSE ARTIFICIELLE.

Le présent article ne repose pas sur une étude expérimentale directe de la Parthénogénèse artificielle. Il ne peut prétendre, par conséquent, apporter aucune vue nouvelle sur la nature, la marche ou les conditions des processus qui y sont impliqués, ni énoncer aucun jugement sur la valeur des théories déjà émises. Il ne veut être qu'une revue des principaux travaux parus sur la question, jusqu'au début de 1909, et un essai de classification méthodique des problèmes qui sont posés par ces recherches. Ce travail de pure révision a paru être justifié moins encore par le nombre, pourtant assez considérable, des articles et des mémoires publiés sur le sujet, depuis une dizaine d'années, que par les différences souvent très importantes qui existent entre eux quant au choix des matériaux et à l'orientation de la recherche. Il est probable, en effet, que ces différences d'objet et de méthode expliquent, en partie, la divergence des théories. Pour éviter qu'un temps trop long ne soit perdu en polémiques ou en contradictions provoquées par des malentendus, il peut n'être pas inutile de montrer que la même série de faits, connue sous le nom de Parthénogénèse artificielle, pose en réalité des groupes de questions multiples et bien distincts.

I. TRAVAUX ANTÉRIEURS A 1900.

Comme il arrive souvent lorsque le progrès des connaissances scientifiques a préparé les chercheurs à concevoir un sujet d'études et a fourni les moyens de l'aborder expérimentalement, la Parthénogénèse artificielle n'a pas été la découverte d'un seul, mais de plusieurs. Les premiers faits, puis, un peu plus tard, l'intérêt

général de ces faits semblent avoir été aperçus à peu près simultanément et, sans doute, indépendamment, par divers biologistes.

C'est ainsi que, dès 1885, TICHOMIROFF, ayant vérifié ⁽¹⁾ qu'il est possible d'accélérer, par des « excitations » convenablement choisies, le développement des œufs *fécondés* du ver à soie (*Bombyx mori*), eut l'idée d'essayer l'efficacité des mêmes procédés sur des œufs *non fécondés*, et réussit, en les plongeant, par exemple, dans de l'acide sulfurique concentré, pendant un temps très court, à provoquer une segmentation susceptible d'atteindre un stade relativement avancé ⁽²⁾.

Peu de temps après, DEWITZ annonçait, dans une courte note, que des œufs non fécondés de *Rana fusca*, placés dans une solution de sublimé, subissaient un commencement de segmentation ⁽³⁾.

Mais surtout, dès 1887, OSCAR et RICHARD HERTWIG, étudiant l'action de toute une série d'agents chimiques sur l'œuf d'oursin (*Strongylocentrotus lividus*) avant la fécondation, signalent la formation instantanée d'une membrane sous l'action du chloroforme et ajoutent : « L'expérience que nous venons de citer est intéressante, parce qu'elle montre que le détachement (*Abhebung*) d'une membrane peut être provoquée, non seulement par l'excitation physiologique normale du spermatozoïde de la fécondation, mais encore par des excitations chimiques convenables ⁽⁴⁾ ».

(1) Après DUCLAUX, de qui les expériences, antérieures à 1876, sur les moyens d'accélérer l'éclosion des « graines » de ver à soie ont été rappelées par GIARD ('94) et CAULLERY ('04).

(2) L'expression même de *Parthénogénèse artificielle* paraît avoir été employée pour la première fois par TICHOMIROFF ('86). Il signale cependant ('02) que BOURSIER (v. DUMÉRIL, '47) dès 1847, a vu ou cru voir des œufs non fécondés de ver à soie se développer sous l'action de la lumière. — Il convient d'ajouter, d'ailleurs, que la signification des résultats de TICHOMIROFF a été assez affaiblie par l'étude que NUSSBAUM ('99), reprenant le travail ancien de SIEBOLD ('56), a refaite de l'ensemble de la question de la Parthénogénèse chez *Bombyx mori*. NUSSBAUM conclut, en effet : 1° qu'il peut y avoir, indépendamment de toute excitation artificielle, un développement parthénogénétique d'un tant pour cent très faible d'œufs non fécondés, n'atteignant d'ailleurs qu'un stade peu avancé; 2° que ni le pourcentage des œufs qui se développent, ni les caractères du développement ne semblent être modifiés très fortement par les procédés de TICHOMIROFF.

(3) ROUX ('88) a répété les expériences de DEWITZ et a jugé qu'il avait pris pour une segmentation de simples phénomènes de coagulation.

(4) Dans le même article, les auteurs indiquent que, si on fragmente l'ovule par agitation mécanique, il peut arriver que les fragments, même non nucléés, soient fécondés par un spermatozoïde : fait qui est devenu, plus tard, le point de départ des études sur la *mérogonie*.

Un peu plus tard, O. HERTWIG ('90) est amené, au cours de la même série de recherches, à se proposer de vérifier l'indication donnée par GREEFF ('76) relativement à un développement parthénogénétique spontané des ovules d'étoile de mer: il obtient des résultats variables suivant les localités, résultats qui sembleraient devoir conduire à envisager l'hypothèse d'une influence de variations inconnues dans la composition chimique de l'eau de mer. Il annonce, enfin, une étude de son frère sur le « développement d'œufs *non fécondés* sous l'influence de réactifs ».

Parmi les circonstances qui s'opposent, cependant, à ce que l'idée d'un développement provoqué par des procédés chimiques soit conçue dès lors dans toute sa netteté par les morphologistes allemands, on peut signaler l'autorité dont jouit, à cette époque, la théorie de WEISMANN sur la non-expulsion du deuxième globule polaire par les œufs parthénogénétiques. Préoccupés de cette notion qu'ils s'efforcent de contrôler, les auteurs dont nous venons de parler ne songent pas à considérer les conditions chimiques comme étant des facteurs immédiats des phénomènes observés: le globule polaire que l'ovule est censé retenir demeure, pour eux, le véritable agent du développement (¹).

Cependant les faits vont s'accumulant. Reprenant et étendant l'indication donnée par les HERTWIG, HERBST ('93₁) signale que la formation de la membrane chez l'œuf d'oursin non fécondé peut être obtenue non seulement par le chloroforme, mais par l'essence de girofle, la créosote, le xylol, le toluol, le benzol. La moins nuisible de ces substances est le benzol. Si la concentration à laquelle on l'emploie est faible, l'agitation mécanique aide à la formation de la membrane. Il étudie le phénomène avec soin et en donne une interprétation nettement physico-chimique, concluant que le spermatozoïde, en tant que tel, n'a pas de rôle propre dans la formation de la membrane. — Dans des travaux ultérieurs, comparables, pour la précision, aux célèbres recherches de RAULIN sur la composition du milieu nutritif de l'*Aspergillus*, HERBST détermine l'influence de toute une série d'éléments chimiques simples sur le développement de l'œuf d'oursin *fécondé*: il indique l'intérêt que présentent certains de ses résultats par rapport à la théorie de la

(¹) De ce point de vue est conçu, notamment, le travail morphologique de BRAUER sur la Parthénogénèse naturelle ('93).

descendance, — en tant que témoignages de la possibilité d'une variation brusque ('93₂, '95).

Enfin, en 1896, R. HERTWIG publie son travail sur le développement des œufs d'oursin *non fécondés* qui ont été soumis à l'action d'une dose faible de strychnine (0,1 % dans l'eau de mer), pendant 1/2 heure à 3 heures (ou, accidentellement, à une agitation mécanique prolongée). Il insiste, d'ailleurs, sur le caractère pathologique des processus observés; il les étudie avec détail au point de vue cytologique et cherche à définir leur signification par rapport aux problèmes généraux de la biologie cellulaire: rôle du centrosome, du noyau, etc.; mais il ne paraît pas se préoccuper beaucoup de savoir si des processus de ce genre ne pourraient pas devenir le point de départ d'un développement plus voisin de l'allure normale et plus prolongé. Il signale, cependant, l'intérêt de recherches qui pourraient être orientées vers une connaissance plus précise du mode d'action de la strychnine, ou vers la détermination d'agents physiques ou chimiques pouvant « fournir des conditions expérimentales analogues, peut-être même plus favorables encore ».

C'est avec un esprit bien plus dégagé des théories morphologiques régnantes que les biologistes américains se trouvaient conduits, vers la même époque, à observer des faits du même ordre. — Depuis quelques années, MORGAN avait constaté que des œufs *fécondés*, placés dans de l'eau de mer à laquelle a été ajoutée une certaine quantité de NaCl, montrent dans leur protoplasma des gouttes claires, réfringentes. — D'autre part, LOEB, dès 1892, avait signalé que des œufs d'oursin ainsi traités, quand on les remet, au bout de 2 ou 3 heures, dans l'eau de mer ordinaire, au lieu de suivre le cours normal de la segmentation en 2, 4, etc., blastomères, se divisent *immédiatement* en un plus ou moins grand nombre de cellules: 8, par exemple, ou davantage ('92). — Partant de là, MORGAN cherche à voir si les structures étoilées que fait apparaître l'action de NaCl ne seraient pas de véritables équivalents physiologiques des astrosphères de la division cellulaire, et, pour s'en assurer, il opère, non seulement sur des œufs *fécondés*, mais aussi, accessoirement, sur des œufs *non fécondés* d'oursin (*Sphaerechinus*) et d'Ascidie (*Phallusia mamillata*). Ses premières conclusions sont d'ailleurs négatives en ce qui concerne l'aptitude présumée de ces « astrosphères artificielles » à fonctionner comme agents de divisions cellulaires régulières; mais il insiste sur leur ressemblance morphologique étroite avec les

astrosphères de la division normale et conclut qu'en tous cas la formation de la structure radiée de ces dernières ne peut être considérée comme étant due à une action spécifique du centrosome du spermatozoïde. Il ne pense pas, d'ailleurs, que les « astrosphères artificielles » soient un produit direct de l'action des sels: elles représentent plutôt, d'après lui, une réaction vitale du protoplasma de l'œuf à un stimulus externe ('96).

En Amérique également, MEAD montre que l'addition d'une très faible quantité de KCl à l'eau de mer (1/4-1/2 %) permet à l'ovule de *Chaetopterus* d'accomplir ses mitoses de maturation ('98₁).

Dans ces travaux, le problème de la Parthénogénèse artificielle est déjà implicitement traité (1); mais deux grandes séries de recherches, très distinctes, paraissent avoir beaucoup aidé les biologistes à en dégager les termes et la portée véritable.

1^o *Etudes sur la mérogonie*. — BOVERI, dès 1889, MORGAN, un peu plus tard ('95), avaient montré qu'un fragment d'ovule *dépourvu de noyau* peut être fécondé par un spermatozoïde et donner lieu, sous son action, à une segmentation régulière, aboutissant à une larve de forme bien caractérisée: phénomène dont l'étude a été reprise depuis par DELAGE, qui lui a donné ('99₁) le nom de *mérogonie* (2). — En 1898, ZIEGLER ('98₁) expose que, si on sépare en deux, en les comprimant délicatement contre un fil, des ovules d'oursin dans lesquels vient de pénétrer le noyau du spermatozoïde, de manière à avoir, dans l'un des deux fragments, le noyau du spermatozoïde, et, dans l'autre, celui de l'ovule, — non seulement le fragment qui contient le pronucléus mâle se divise à peu près régulièrement (mérogonie), — mais celui qui contient le pronucléus

(1) Quoique la nature de leurs matériaux et celle des processus observés rangent les travaux de botanique expérimentale en dehors des limites strictes de notre sujet, il convient de rappeler ici que KLEBS avait déjà montré, à cette époque, qu'on peut, en modifiant convenablement le milieu physico-chimique, obtenir à volonté, chez certaines Algues (*Hydrodictyon*, *Spirogyra*) soit la multiplication asexuée, soit la reproduction sexuelle ('89, '96).

(2) Ces expériences ont soulevé l'intéressante question de savoir si les caractères spécifiques des larves *hybrides* obtenues avec un fragment non nucléé d'ovule d'une espèce et un spermatozoïde d'une autre espèce sont ceux de l'espèce maternelle, qui a fourni le cytoplasma, ou ceux de l'espèce paternelle, qui a fourni le noyau. La solution d'abord adoptée par BOVERI ('89, '95), qui consistait à admettre que le noyau seul détermine les caractères spécifiques, ne semble pas pouvoir être maintenue, du moins en ce qui concerne les premiers stades du développement. (V. LOEB, *Dynamique des phénomènes de la vie*, p. 325 et 350 de la traduction française).

femelle ne reste pas non plus inactif : on peut y constater toute une succession de disparitions et de reconstitutions alternatives du noyau, suivant, avec un certain retard, les mitoses du fragment mâle. D'autre part, ZIEGLER insiste sur la formation d'une membrane autour du fragment mâle : rapprochant ses observations des résultats obtenus par les HERTWIG avec le chloroforme et avec la strychnine, il déclare qu'on peut attribuer ces phénomènes à un « stimulus du développement » (*Entwicklungsreiz*) fourni par le spermatozoïde et incline à admettre que ce « stimulus » « repose sur une substance chimique, qui pénètre dans l'ovule avec le spermatozoïde et s'y répand ensuite ». Ses conclusions, toutefois, sont dominées par la notion du rôle essentiel des centrosomes dans la division cellulaire, et favorables à l'hypothèse de leur permanence en tant qu'organes distincts, théorie combattue par MORGAN.

Des expériences du genre de celles de ZIEGLER amenaient à faire une distinction d'une importance capitale pour la biologie générale. Elles montraient, en effet, que la « fécondation » ordinaire comprend en réalité deux phénomènes bien distincts, à savoir : 1^o la conjugaison des pronucléus mâle et femelle, qui a pour conséquence la formation d'une série de noyaux porteurs des caractères héréditaires des deux parents ; 2^o une action subie par le protoplasma de l'ovule, et de laquelle résulte la mise en marche du processus de la segmentation, — action qui normalement est exercée par le spermatozoïde, mais qui apparaissait, dès lors, comme indépendante de la conjugaison et comme devant être d'ordre physico-chimique, c'est-à-dire relativement simple (1). De là à essayer d'obtenir un développement en traitant l'ovule par des agents chimiquement définis, il n'y avait qu'une distance assez faible, et qui devait être d'autant plus rapidement franchie que d'autres expériences permettaient d'espérer, en ce sens, un résultat positif.

2^o *Etudes sur les facteurs physico-chimiques du développement.* — Nous avons déjà signalé, plus haut, les travaux de LOEB ('92) sur le mode de segmentation des œufs fécondés traités par NaCl, ceux de HERBST ('95) sur l'influence des éléments chimiques sur le

(1) Distinction sur laquelle a souvent insisté GIARD, en rappelant que le premier phénomène seul doit être considéré comme caractéristique d'une fécondation véritable ('01, '03, '04). LOEB (*Dynamique des phénomènes de la vie*, X^e leçon, p. 321 et suiv.), précise dans le même sens la portée de ses expériences de Parthénogénèse artificielle.

développement. — Dans un autre travail ('95₂), LOEB montre que la présence de l'oxygène paraît être nécessaire à la segmentation d'œufs fécondés d'oursins ou de certains poissons (*Ctenolabrus*, *Fundulus*). — En 1898, il essaye de voir si les alcalis et les acides, ayant une action connue sur les oxydations chimiques, n'exerceraient pas une influence de même sens sur le développement d'œufs fécondés d'oursins (*Arbacia*) ou de poissons (*Fundulus*) : il trouve que les alcalis, qui favorisent les oxydations, semblent aussi, si on les emploie en faibles quantités, accélérer le développement, tandis que les acides ont une action nuisible, et il conclut que des différences locales d'alcalinité ou d'acidité pourraient être un des facteurs chimiques de la différenciation.

La découverte de la Parthénogénèse artificielle est née, en quelque sorte, de la rencontre qui se préparait ainsi entre l'analyse physiologique de la fécondation et l'étude physico-chimique des facteurs du développement.

En 1899, MORGAN, poursuivant ses études sur les phénomènes cytologiques provoqués par les sels, constate que des œufs *non fécondés* d'oursin (*Arbacia punctulata*), laissés pendant une 1/2 heure environ dans une solution de 100 c. c. d'eau de mer + 2 c. c. de NaCl ou de MgCl₂, puis replacés dans l'eau de mer normale, s'y divisent assez régulièrement. Si le séjour dans la solution indiquée a été plus prolongé, on obtient, après le retour dans l'eau de mer ordinaire, la division immédiate en plusieurs « pièces », déjà décrite par LOEB. MORGAN signale, en outre, la formation d'« astrosphères artificielles » dans des œufs non fécondés d'autres Echinodermes (*Echinurachnius parma*), de Némertiens (*Cerebratulus lacteus*), de Géphyriens (*Sipunculus gouldii*), montrant ainsi la généralité du phénomène. Surtout il étudie minutieusement, sur du matériel fixé, la structure et l'évolution de ces astrosphères, et conclut à leur homologie avec les astrosphères normales, à la formation *de novo* d'un centrosome au point de rencontre des rayons. En somme, le travail de MORGAN vise surtout à éclaircir les problèmes de la division cellulaire : le caractère pathologique de la segmentation provoquée par les sels reste pour lui très marqué, et il ne paraît pas se préoccuper beaucoup de chercher jusqu'à quelle limite maximum elle pourrait être conduite. Il pose, cependant, en terminant, la question de savoir dans quelle mesure l'action de la solution saline sur l'œuf non fécondé peut être comparée à celle du spermatozoïde,

et, après avoir rappelé les observations de ZIEGLER, de BOVERI, de R. HERTWIG, explique qu'il ne faut pas prendre la découverte d'un *stimulus* physico-chimique pour une « explication mécanique » du développement : les processus observés dépendant, avant tout, de la « structure vitale » de l'œuf, et tout ce que prouvent les expériences, c'est que beaucoup de stimulus extérieurs peuvent provoquer ces réactions (199).

Ce qui fait, au contraire, l'originalité de LOEB dans l'étude de la question, c'est que sa croyance à la possibilité d'une analyse physico-chimique de la vie l'a conduit immédiatement à voir dans la Parthénogénèse artificielle ce qu'elle peut offrir de plus intéressant pour la biologie générale : c'est-à-dire une technique permettant d'avancer expérimentalement dans l'étude des facteurs physico-chimiques du développement. D'une façon plus précise, LOEB avait conçu, en s'appuyant sur d'autres expériences (1), une hypothèse d'après laquelle les ions métalliques de différents sels (K, Na, Ca, Mg), pourraient former avec les albuminoïdes du protoplasma des combinaisons chimiques lâches : à la substitution d'un métal à un autre dans ces combinaisons correspondraient certains changements de propriétés ou certaines réactions de la substance vivante. Appliquant cette idée à l'œuf non fécondé, il voulut voir s'il n'était pas possible de l'amener à se développer par l'action spécifique de certains sels. Ses expériences, il le dit lui-même, « ne confirmèrent pas cette supposition dans toute son étendue » : il trouve pourtant et il annonce, dès octobre 1899, puis, avec plus de détails, en avril 1900, que les œufs *non fécondés* d'*Arbacia*, si on les laisse de 1/2 heure à 2 heures dans une solution du type suivant :

50 c. c. Mg Cl₂ $\frac{20}{8}n$ + 50 c. c. eau de mer,

peuvent se développer, après retour dans l'eau de mer, en *blastulas* de forme régulière et même en *pluteus* normaux, — la durée totale du développement et de la vie des embryons pouvant atteindre 3 jours.

C'est de ces travaux de LOEB que date, incontestablement, l'intérêt pris par les biologistes et par le public scientifique aux recherches sur la Parthénogénèse artificielle ; mais c'est aussi à partir d'eux que la

(1) Expériences portant, notamment, sur les contractions rythmiques des méduses (*Gonionemus*), le développement des œufs des poissons (*Fundulus*), etc. (V. *Untersuchungen über künstl. Parthenog.*, art. III et IV, et *Dynamique*, p. 95-104 et 144-166).

question s'est singulièrement compliquée et qu'il sera utile, pour en suivre le développement, de la décomposer en plusieurs problèmes distincts.

II. LE FAIT EXPÉRIMENTAL.

Avant d'entrer, cependant, dans l'exposé de ces problèmes et des travaux qui s'y rapportent, il paraît nécessaire d'indiquer en deux mots comment la *technique* des expériences de Parthénogénèse artificielle permet d'écartier, avant toute discussion, les doutes qu'on pourrait être tenté de concevoir sur la *réalité* même du *fait*. Cette technique, telle qu'elle a été observée et décrite, avec de très légères variantes, par presque tous les travailleurs, est fort simple; elle comprend essentiellement: 1° des précautions aussi efficaces que possible contre une fécondation accidentelle des ovules (contamination par les spermatozoïdes): isolement immédiat et séjour prolongé (pendant 12 ou 24 heures) de chaque femelle dans l'eau de mer, lavage énergique (pendant quelques minutes) de la partie du corps contenant les ovules à l'eau distillée, avant de l'ouvrir; stérilisation préalable des mains de l'expérimentateur et de ses instruments; emploi d'eau de mer stérilisée dans toute la suite des expériences; 2° la comparaison suivie des résultats de chaque série d'expériences avec ceux d'une *expérience de contrôle*, portant sur des ovules de la même femelle et les maintenant d'un bout à l'autre dans des conditions aussi exactement semblables que possible à celles des autres expériences, sauf l'intervention du facteur qui est jugé caractéristique de ces dernières (solutions pures de sels, etc.). Il est clair que si, dans des expériences suffisamment étendues et satisfaisant toutes à cette double condition, on a obtenu constamment un *pourcentage* de développements notablement plus élevé de la part des œufs traités artificiellement que de la part des œufs non traités, on a le droit de conclure à l'efficacité des réactifs ou des procédés employés et par conséquent à la réalité de la Parthénogénèse artificielle, quitte à rencontrer dans son interprétation, toutes les difficultés que nous signalerons plus loin.

Or la technique que nous venons de décrire, principalement d'après LOEB ('00₃, '00₄, '01₁, '02₅) (1) paraît avoir été, dans ses

(1) Voir ces articles réunis dans les *Untersuchungen über k. P.*: V, p. 109-112; VI, p. 149-153; VIII, p. 168-171; X, p. 267-269, et suiv. — Cf. DELAGE '02₃, p. 216.

grandes lignes, celle de tous les expérimentateurs dont il nous reste à analyser les travaux, et même si quelques-uns d'entre eux s'étaient, sur tel ou tel point, départis tant soit peu de sa rigueur, le nombre des résultats concordants est aujourd'hui si grand qu'on peut affirmer que les erreurs qui auraient pu se glisser ainsi dans leurs expériences ne sont pas de nature à vicier, dans des proportions appréciables, l'ensemble des données dont nous disposons.

III. LE PROBLÈME ZOOLOGIQUE,

A) *La Parthénogénèse artificielle chez les Échinodermes.* — Les Echinodermes (étoiles de mer et oursins) offrent, pour des expériences du genre de celles de LOEB, des avantages évidents : séparation des sexes, abondance d'ovules capables de maturation et de développement pendant une grande partie ou même, dans certaines régions, pendant la presque totalité de l'année, possibilité de les recueillir dans les glandes génitales elles-mêmes et par conséquent de réduire au minimum les chances de contamination par les spermatozoïdes, etc..

On comprend, dans ces conditions, que ce soit sur ces animaux qu'aient porté les expériences qui, presque immédiatement après la publication des premiers résultats de LOEB, ont mis hors de doute la possibilité d'obtenir un développement par des moyens physico-chimiques. Le premier en Europe, GIARD, dès mai 1900 ('00₄), annonce qu'il a obtenu, avec une solution analogue à celle de LOEB, une segmentation peu prolongée et souvent irrégulière d'œufs non fécondés d'étoiles de mer (*Asterias rubens*). Presque en même temps, les résultats de LOEB sont confirmés sur l'oursin (*Echinus microtuberculatus*), par PROWAZEK ('00). Parmi les résultats négatifs qu'il n'est pas étonnant de rencontrer dans des expériences de ce genre, on peut signaler ceux de BOVERI ('01) qui, opérant, en 1900, à la Station zoologique russe de Villefranche, ne réussit à obtenir de Parthénogénèse artificielle ni chez *Strongylocentrotus*, ni chez *Sphaerechinus*. HERBST, au contraire, reprend et confirme, dès 1901, les expériences de LOEB, tout en différant d'avis avec lui sur l'interprétation d'une partie des faits observés. Enfin, dès la même époque, DELAGE, un grand nombre d'autres auteurs, accumulent les résultats positifs.

Dans ces conditions, il n'y aurait pas lieu d'insister sur la polémique

passionnée de VIGUIER, d'Alger, contre LOEB et ses élèves, si le travail expérimental de cet auteur ne l'avait conduit à mettre en lumière un fait important, qui n'infirmé pas, comme il l'a cru pendant quelque temps, la réalité de la Parthénogénèse artificielle, mais qui doit entrer en ligne de compte dans son interprétation. D'après ses observations, plusieurs des genres d'oursins représentés à Alger (*Sphaerechinus*, *Toxopneustes*, *Arbacia*) peuvent donner lieu, — assez irrégulièrement d'ailleurs et dans des conditions mal définies, mais sans traitement expérimental spécial, — à un développement parthénogénétique « naturel », qui aboutit à l'apparition de grands *pluteus*, de taille très caractéristique : fait qui, comme l'a remarqué GIARD, doit être rapproché des observations analogues de GREFF sur *Asterias rubens* et peut suggérer les mêmes interprétations (variations locales ou saisonnières dans la composition chimique de l'eau de mer des différentes régions). Quoi qu'il en soit, VIGUIER lui-même a reconnu « que l'on peut considérer l'action des réactifs comme hors de doute » ; mais il estime que cette action n'est efficace que parce qu'elle s'ajoute à une tendance naturelle au développement parthénogénétique, tendance qui correspondrait, d'après lui, à des modifications internes dans la formation et la maturation des ovules, et apparaîtrait en réponse à des conditions de milieu inconnues (telles que, peut-être des différences de température) ('01₁ et '03₁).

Que faut-il penser de la question, très complexe, des rapports de la Parthénogénèse artificielle et de la Parthénogénèse naturelle chez les Échinodermes, telle qu'elle est posée par ces recherches ?

En ce qui concerne, tout au moins, l'étoile de mer, la fréquence des développements parthénogénétiques « naturels », c'est-à-dire indépendants de tout emploi *conscient* d'un réactif ou d'un procédé quelconque, n'est contestée par personne. Signalée par DELAGE ('01₃ et '02₃) chez *Asterias*, par LOEB ('03₂ et '04₁) (1) chez *Asterias* et chez *Asterina*, elle doit être rapprochée de l'extrême efficacité que possèdent, sur l'étoile de mer, les procédés les plus simples de la Parthénogénèse artificielle, tels que l'agitation mécanique (v. p. 317) : il est clair que si l'on tient compte des conditions des expériences, les

(1) *Untersuch. über k. P.*, XX. p. 386, et XIII, p. 289 : LOEB admet explicitement, dans ce dernier article, que les œufs des étoiles de mer « peuvent se développer en larves normales sans intervention *extérieure* appréciable » et que le rôle des interventions expérimentales consiste simplement à « augmenter le nombre des œufs » capables de se développer.

deux séries de faits apparaissent comme reliées par des transitions absolument continues (1).

En ce qui concerne, au contraire, l'oursin, DELAGE, sur le *Paracentrotus* de Roscoff, LOEB, sur l'*Arbacia* de Wood's Hole (Atlantique) ou le *Strongylocentrotus purpuratus* de Pacific Grove (Pacifique) n'ont jamais constaté qu'un développement parthénogénétique naturel tout à fait nul ou véritablement insignifiant. Mais il n'en est certainement pas de même pour toutes les régions ni pour toutes les formes. A la suite des résultats de VIGUIER, un élève de LOEB, LYON (03), en reprenant, à Naples, l'étude de la question, a constaté chez les *Arbacia (pustulata)* de cette station une grande tendance à la Parthénogénèse naturelle : il lui est arrivé fréquemment de voir, sans aucun traitement déterminé, 80 ou 90 % des œufs en observation atteindre des formes allant depuis le stade 2 jusqu'à celles de *morulas* irrégulières, sans jamais donner cependant, de larves ciliées normales. Les mêmes œufs, traités par les procédés de la Parthénogénèse artificielle, lui fournissaient un tant pour cent, assez faible d'ailleurs, de larves actives et de *pluteus* normaux (2).

Dans ces conditions, la tendance, — variable suivant les milieux et les saisons, — de beaucoup d'Échinodermes à la Parthénogénèse « naturelle » et l'action positive des réactifs de la Parthénogénèse artificielle peuvent être considérées comme étant l'une et l'autre établies. Mais il ne faut pas oublier : 1° que la réalité de cette tendance paraît être, dans certains cas, et notamment dans plusieurs de ceux qui ont donné lieu aux recherches les plus importantes (*Strongylocentrotus* de LOEB, *Paracentrotus* de DELAGE), à peu près impossible à vérifier par l'observation : elle ne peut être admise, par rapport à ces cas, que par hypothèse et il ne serait pas légitime, par conséquent, de l'opposer aux résultats des expériences ; 2° que si l'on considère le grand nombre des facteurs qui peuvent intervenir dans les conditions où a été étudiée la Parthénogénèse naturelle des Échinodermes et qui ont été reconnus, d'autre part, comme étant des agents de la Parthénogénèse artificielle (agitation : MATHEWS '01,

(1) DELAGE, pour cette raison, refuse de considérer comme « artificiel » le développement provoqué par une agitation mécanique légère : il n'y a là, évidemment, qu'une simple question de terminologie.

(2) LOEB vient d'indiquer tout récemment et sous réserves ('09, p. 153) qu'un Clypéastroïde de Pacific Grove lui paraissait être susceptible d'un développement parthénogénétique *spontané*.

etc. chaleur de 34°: SCHÜCKING '03; acide carbonique: DELAGE '02 et autres auteurs, etc.), il peut paraître légitime de considérer la première comme un cas spécial et mal étudié de la seconde, en ajoutant toutefois que l'une et l'autre dépendent évidemment, non seulement des facteurs externes, mais aussi de l'état intérieur de l'ovule.

B) *La Parthénogénèse artificielle dans l'ensemble du règne animal.* — Le phénomène étant ainsi défini, ne représente-t-il qu'une particularité propre à un groupe zoologique limité ? ou peut-on le retrouver, et avec quel degré de netteté, dans une partie plus ou moins étendue ou dans l'ensemble du règne animal ?

Le tableau I résume, à cet égard, les résultats obtenus par des recherches qui, depuis dix ans, ont porté sur des représentants de presque tous les grands groupes de Métazoaires : on y a indiqué, en outre, les principaux cas de Parthénogénèse « naturelle » observés chez ces groupes, en laissant de côté, bien entendu, tous ceux où elle est *normale* et en se bornant à ceux où elle apparaît comme « accidentelle » ou *irrégulière*, c'est-à-dire comme dépendant, probablement, de conditions analogues à celles de la Parthénogénèse artificielle.

DES ÉCHINODERMES, — parmi lesquels les deux grandes classes des STELLÉRIDES et des ÉCHINIDES sont toujours restées le sujet privilégié des études sur la Parthénogénèse artificielle, — les recherches de LOEB et de ses élèves se sont étendues aux VERS (POLYCHÈTES, GÉPHYRIENS), puis aux MOLLUSQUES (GASTÉROPODES). Quoique l'interprétation de plusieurs des résultats obtenus dans ces deux derniers embranchements comporte, comme nous allons le voir, des réserves importantes, il est cependant hors de doute qu'un développement parthénogénétique véritable a pu être obtenu chez certains de leurs représentants ; parmi les travaux qui l'établissent avec le plus de précision, nous citerons : pour les POLYCHÈTES, celui de BULLOT sur *Ophelia*, celui de SCOTT, sur *Amphitrite* ; pour les GÉPHYRIENS, celui de LEFÈVRE sur *Thalassema* ; pour les MOLLUSQUES (LAMELLIBRANCHES), celui de KOSTANECKI sur *Macra*. En ce qui concerne, enfin, les VERTÉBRÉS, BATAILLON a décrit, il y a plusieurs années, la segmentation parthénogénétique artificielle de certains POISSONS (*Petromyzon*) et BATRACIENS (*Rana*).

En revanche, d'autres embranchements, soit à cause de difficultés

TABLEAU I

Parthénogénèse naturelle « accidentelle » et Parthénogénèse artificielle dans les principaux groupes de Métazoaires.

Formes zoologiques	Parth. nat. accidentelle: stade maximum atteint	Parthénogénèse artificielle: stade maximum atteint.	Auteur et date de l'observation (station)
CÉLENTÉRÉS:			
HYDROMÉDUSES:			
<i>Gonionemus</i>.....	.....	résultats négatifs.....	LOEB '01 (Wood's Hole).
NÉMERTIENS:			
<i>Cerebratulus lacteus</i>.....	.....	astrosphères artificielles.....	MORGAN '99.
ÉCHINODERMES:			
STELLÉRIDES:			
<i>Asterias rubens</i>	gastrulas ciliées, actives (GREYER).....	stade 16.....	GIARD '00 (Wimeroux).
— <i>glacialis</i>	segmentations; blastula (O. HERTVIG).....	bipinnaria ?.....	DELAGÉ '02 (Roscoff).
— <i>forbesti</i>	segmentations (LOEB).....	stade voisin de la métamorphose forme adulte.....	— '04 (—). — '08 (—).
<i>Asterina</i>	segmentations (LOEB).....	blastula.....	LOEB '00 (Wood's Hole).
.....	.....	gastrula avancée; bipinnaria.....	MATHEWS '01 (—).
.....	.....	dévelopé lent; larves anormales.	LOEB '05 (Pacific Grove).
ÉCHINIDES:			
<i>Arbacia</i>	pluteus (VIGUIER).....	.....	.....
— <i>punctulata</i>.....	.....	commencé de segmentation.....	MORGAN '99.
— ?.....	.....	.....	MATHEWS '00 (Wood's Hole).
— <i>pustulata</i>.....	.....	pluteus.....	LOEB '00 (—).
<i>Echinus microtuberculatus</i>	morulas (LYON).....	larves ciliées, nageant.....	LYON '03 (Naples).
<i>Tozopneustes</i>	pluteus (VIGUIER).....	gastrulas, pluteus.....	PROWAZER '00.
— <i>variegatus</i>.....	.....	pluteus.....	WILSON '01 (Beaufort).
<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>	néant (LOEB).....	blastulas, pluteus.....	LOEB '00 (Pacific Grove).
<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>.....	.....	.....	.....
<i>Paracentrotus</i> (1) <i>lividus</i>	néant (DELAGÉ).....	larves.....	DELAGÉ '01 (Roscoff).
— —.....	.....	— , qq. pluteus.....	LYON '03 (Naples).
— —.....	.....	forme adulte.....	DELAGÉ '08 (Roscoff).
<i>Sphaerechinus</i>	pluteus (VIGUIER).....	.....	.....
— <i>granularis</i>.....	.....	larves.....	LYON '03 (Naples).
<i>Echinarachnius parma</i>.....	.....	astrosphères artificielles.....	MORGAN '99.
HOLOTHURIDES:			
?	.....	qq. larves pathologiques.....	LYON '03 (Naples).
VERS:			
POLYCHÈTES:			
<i>Podarke</i>.....	.....	stade 2.....	LOEB '01 (Wood's Hole).
— <i>obscura</i>.....	.....	larves non segmentées.....	TREADWELL '02.

(1) Sur les changements récemment apportés à la taxonomie de cette forme, qui de *Strongylocentrotus l.* est devenue *Paracentrotus l.*, voir DELAGÉ, '08₄.

Formes zoologiques	Parth. nat. accidentelle: stade maximum atteint	Parthénogénèse artificielle stade maximum atteint.	Auteur et date de l'observation (station)
<i>Nereis limbata</i>	dévelop ^t rudimentaire (FISCHER)	larves segm. plus ou moins régulier, parmi d'autres non segmentées.....	LOBB, etc. '01. FISCHER '03.
<i>Polynoe</i>	—	—	LOBB '07 (Pacific Grove).
<i>Chaetopterus</i>	commenc. de segmenta (LOBB)	pseudo-trochophores, non segmentés.....	LOBB '01 (Wood's Hole).
— <i>pergamentaceus</i>	—	—, très exceptionnellement, véritables trochophores.....	LILLIE '02 (—).
<i>Ophelia</i>	—	blastulas, segmentées.....	BULLOT '04.
<i>Amphitrite</i>	—	larves segmentées ?.....	FISCHER '02.
—	—	segmenta pouvant aller jusqu'au début de la gastrula; autres larves ciliées, mais non véritablement segmentées.....	SCOTT '06.
GÉPHYRIENS:			
<i>Thalassema mellita</i>	—	trochophores, segmentées.....	LEFÈVRE '07 (Beaufort).
<i>Phascolosoma</i>	—	stade 30 à 60.....	LOBB '01 (Wood's Hole).
<i>Sipunculus gouldii</i>	—	astrosphères artificielles.....	MORGAN '99.
MOLLUSQUES:			
GASTÉROPODES:			
<i>Lottia gigantea</i>	—	larves nageant.....	LOBB '03 (Pacific Grove).
<i>Acmaea</i>	—	—	—
SCAPHOPODES:			
<i>Dentalium entalis</i>	—	résultats négatifs.....	ARIOLA '02 (Naples).
LAMELLIBRANCHES:			
<i>Macra</i>	—	commencement de segmenta, jusqu'au stade 16.....	KOSTANECKI '04 (Naples).
ARTHROPODES:			
INSECTES:			
<i>Bombyx mori</i>	dévelop ^t rudimentaire (NUSSBAUM)	dévelop ^t rudimentaire, « jusqu'à la formation des trois feuillets » (gastrula).....	TICHOIROFF '02.
TUNICIERS:			
ASCIDIENS:			
<i>Ciona intestinalis</i>	—	résultats négatifs.....	LYON '03 (Naples).
—	—	noyau amibote.....	SOMMER '05 (—).
<i>Phallusia mamillata</i>	—	astrosphères artificielles.....	MORGAN '96.
<i>Molgula manhattensis</i>	—	—	— '99.
VERTÉBRÉS:			
POISSONS:			
<i>Fundulus</i>	astrosphères (BONNET)	stade 2.....	LOBB '01 (Wood's Hole).
<i>Petromyzon planeri</i>	—	segmenta généraux irréguliers.....	BATAILLON '04 (Dijon).
BATRACIENS:			
<i>Rana fusca</i> , etc.....	—	segmenta irréguliers.....	—
OISEAUX:			
<i>Poule</i> , etc.....	« fragmenta du vitellus » (BARFURTH)..... segmenta partielle lente (LÉCALLEON).....	—	—
MAMMIFÈRES:			
<i>Rat</i> , etc.....	« fragmenta du vitellus » (HENNEGUY).....	—	—

d'ordre technique, soit pour toute autre raison, n'ont pas été ou n'ont été que très peu étudiés : de ce nombre sont les CŒLENTÉRÉS et surtout les ARTHROPODES. Parmi les TUNICIERS, les ASCIDIÉS ont donné quelques résultats positifs.

On a essayé de rendre visible, sur le tableau II, la répartition des groupes où la Parthénogénèse artificielle a été le plus sûrement et le plus fréquemment constatée dans l'ensemble de la série zoologique, envisagée, pour les besoins de l'exposition, comme une série linéaire.

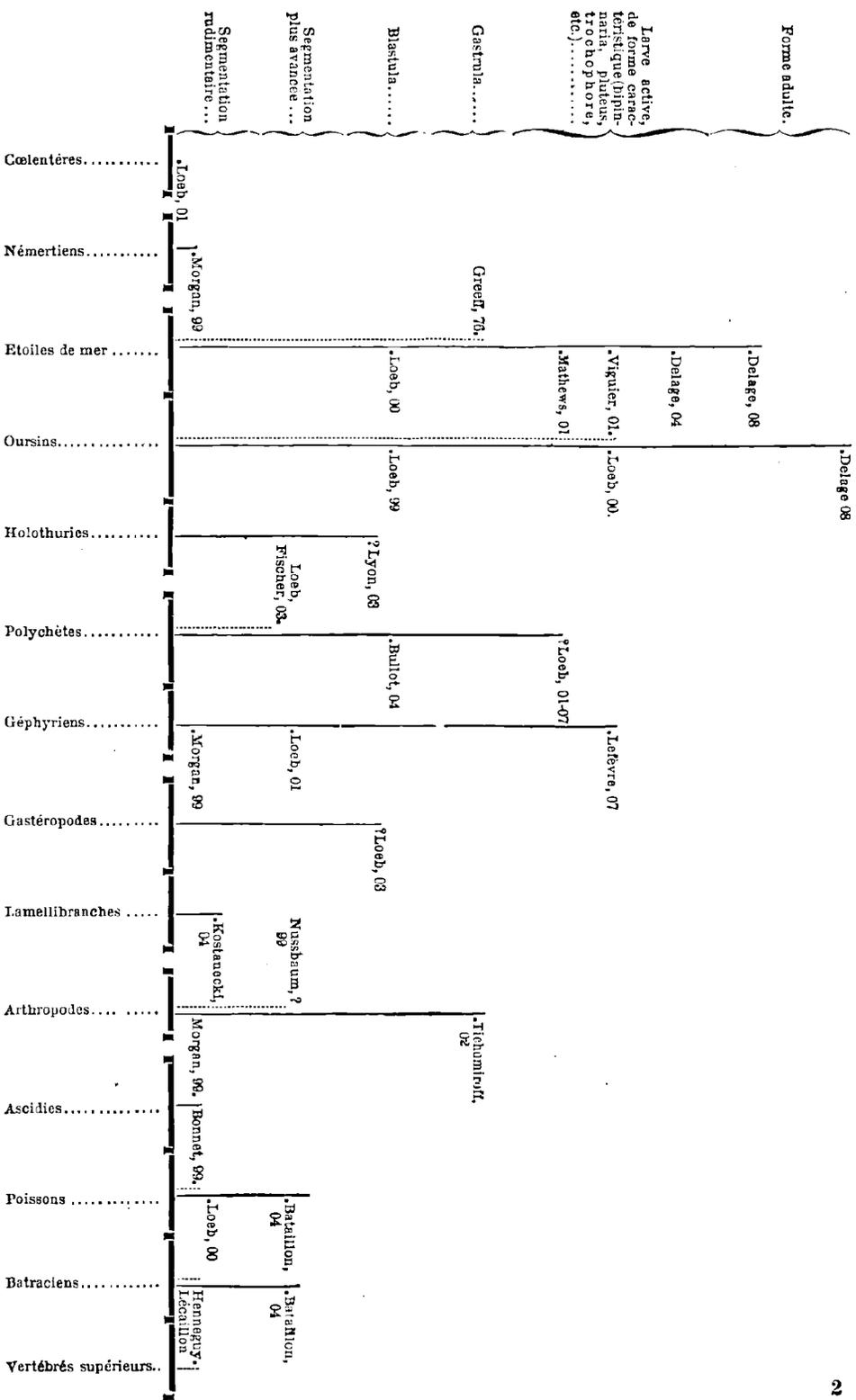
C) *Stade du développement atteint et caractère normal de ce développement.* — Toutefois, pour juger de la signification réelle du phénomène, le nombre des résultats positifs importe moins encore qu'une étude précise de ces résultats. Que représentent, au juste, les développements obtenus grâce à l'action des procédés de la Parthénogénèse artificielle ? WEDEKIND, en 1903, a émis l'idée que la Parthénogénèse artificielle se réduirait à mettre en jeu une tendance générale, mais plus ou moins faible, des ovules à la Parthénogénèse naturelle : la mort de l'œuf ou de la larve, inévitable à plus ou moins brève échéance, marquerait la limite maximum d'activité de cette « fonction rudimentaire ».

Si on cherche à donner à cette hypothèse un sens expérimental précis, on est conduit à présumer, — et c'est ce que faisait son auteur, — que les développements parthénogénétiques artificiels ne pourront jamais dépasser un stade notablement inférieur au terme normal de l'évolution des œufs fécondés, c'est-à-dire, à la forme adulte et sexuée.

Ainsi posée, la question peut être considérée comme tranchée, comme l'a indiqué DELAGE, au moins en ce qui concerne les Échinodermes. On sait en effet que DELAGE et ses collaborateurs de Roscoff ont réussi, dans ces deux dernières années, à élever plusieurs larves parthénogénétiques artificielles d'étoiles de mer (*Asterias glacialis*) et d'oursin (*Paracentrotus lividus*) jusqu'à leur transformation en individus adultes. Chez les Astéries, la transformation n'a pu être suivie complètement que sur un seul individu, qui lui-même a été perdu peu de temps après avoir commencé à se déplacer activement. Mais, parmi les oursins, DELAGE a pu obtenir, au milieu d'un grand nombre d'évolutions incomplètes ou anormales, la fixation de six individus présentant la structure générale et les organes caractéris-

TABLEAU II

Représentant le stade le plus avancé atteint, dans chaque grand groupe de Métazoaires, par la parthénogénèse naturelle « accidentelle » ou irrégulière (lignes pointillées) et par la parthénogénèse artificielle (lignes continues).



tiques de la forme adulte : pieds ambulacraires, pédicellaires, piquants, etc.. L'un de ces six individus avait, cependant, une symétrie hexamère particulièrement nette. Deux autres d'entre eux ont continué à vivre et à grandir depuis leur métamorphose, en août 1907, jusqu'en janvier et février 1909 : lors de leur mort survenue à cette date, l'un au moins des deux put être reconnu avec certitude comme étant de sexe mâle, et contenant « de nombreux spermatozoïdes complètement évolués ». On peut donc aujourd'hui considérer comme démontrée, chez les Échinodermes, l'aptitude du développement parthénogénétique artificiel à atteindre la même étendue et la même perfection que le développement normal des œufs fécondés ('08, '09) (1).

Il faut reconnaître que les résultats obtenus dans les autres groupes sont loin, jusqu'ici, d'avoir la même portée. Non seulement on n'a dépassé, dans aucun d'entre eux, des formes larvaires plus ou moins évoluées, mais il n'est même pas bien sûr qu'on ait eu affaire, dans certains cas, à des phénomènes rigoureusement assimilables à un développement véritable. Ainsi, chez les Annélides (*Chaetopterus*, etc.), LOEB et d'autres auteurs américains ont d'abord décrit, comme étant les produits ordinaires de la Parthénogénèse artificielle, des embryons ayant l'aspect extérieur des larves trochophores, portant une couronne de cils et nageant comme elles, mais dans la formation desquels ne pouvait être observée aucune segmentation. F. LILLIE, en étudiant de plus près ce curieux phénomène, s'est rendu compte que ces pseudo-trochophores n'étaient en effet nullement segmentées et ne contenaient chacune qu'un seul noyau (sauf dans le cas où deux œufs ont fusionné ensemble) : le prétendu développement parthénogénétique artificiel consisterait donc, en réalité, dans un processus tout à fait particulier de « *différenciation sans segmentation* » ('02). — Il semble bien cependant, que LOEB, FISCHER, F. LILLIE lui-même aient eu sous les yeux, chez certaines espèces, de véritables larves segmentées ; mais le degré de développement et la structure de ces larves n'ont été indiqués par eux, le plus souvent, que d'une façon très sommaire, et il reste, en définitive, assez

(1) Ces résultats sont d'autant plus remarquables que l'élevage des larves d'oursin normales comporte de grandes difficultés matérielles et que jusqu'alors ni celles qui provenaient d'œufs fécondés ni celles de la parthénogénèse artificielle n'avaient jamais dépassé, dans les laboratoires, le stade *pluteus*.

difficile de citer, en ce qui concerne les Polychètes, un seul travail signalant la présence de larves d'un stade avancé et garantissant, en même temps, la régularité du processus de segmentation : celui de BULLOT, qui a suivi les débuts de la segmentation, ne mentionne pas de forme au delà de la *blastula* ; celui de SCOTT, tout en montrant que la segmentation peut atteindre les débuts du stade *gastrula*, la décrit comme étant en général irrégulière et le devenant de plus en plus au cours du développement. Chez les Géphyriens, au contraire, l'existence de véritables trochophores au terme d'un processus de segmentation régulier (au moins dans beaucoup de cas) est établie avec précision par le travail de LEFÈVRE sur *Thalassema*.

En ce qui concerne les Mollusques, l'incertitude est plus grande encore. Nous ne sommes pas renseignés suffisamment sur la structure ni même sur les caractères extérieurs des « larves nageantes » obtenues par LOEB chez certains Gastéropodes. En revanche, le travail de KOSTANECKI sur le Lamellibranche *Maetra* n'a visé à étudier que les phénomènes cytologiques des tout premiers stades de la segmentation.

Chez les Vertébrés enfin, les segmentations parthénogénétiques observées par BATAILLON et quelques autres restent tout à fait rudimentaires, et sont en général très irrégulières.

Dans ces conditions, il ne convient pas d'insister sans réserves sur la régularité relative avec laquelle décroît, dans le tableau II, la hauteur des points indiquant approximativement le stade de développement maximum atteint par la Parthénogénèse artificielle lorsqu'on s'élève dans la série zoologique. On peut, sans doute, être tenté d'admettre que l'aptitude à réagir par un développement parthénogénétique normal et complet à des influences physiques ou chimiques déterminées est, en principe, une propriété commune à tous les ovules et qu'elle décroît seulement à mesure qu'on passe des types les plus anciens et les plus simples aux types les plus récents et les plus spécialisés. Mais si l'on tient avant tout à ne pas s'écarter des faits, il sera plus prudent de résumer ainsi les données acquises actuellement sur la partie zoologique du problème : 1° la possibilité d'obtenir, par la Parthénogénèse artificielle, un développement vraiment assimilable au développement normal est démontrée chez les Échinodermes (Stellérides et Échinides), très vraisemblable ou même assurée chez certains Vers (Chétopodes et Géphyriens) ; 2° la

possibilité d'obtenir un commencement de segmentation ou un développement rudimentaire paraît exister chez presque tous, sinon chez tous les grands groupes de Métazoaires.

Encore faut-il ajouter que l'une et l'autre conclusion n'ont qu'une portée purement théorique, et que des circonstances de toute sorte peuvent s'opposer à ce que non seulement des ordres ou des familles, mais même des genres ou des espèces paraissant très voisins les uns des autres, ou, enfin, des individus de la même espèce, à des époques et dans des stations différentes, manifestent, pratiquement, la même aptitude à un développement parthénogénétique artificiel. De nombreux auteurs signalent que même des individus recueillis simultanément au même endroit sont souvent très différents à ce point de vue, et insistent sur l'inconstance générale des résultats des expériences de Parthénogénèse artificielle, — inconstance dont une des raisons, tout au moins, doit être l'imparfaite adaptation d'un même procédé physico-chimique à des états physiologiques variables (1).

IV. LE PROBLÈME PHYSICO-CHIMIQUE

Les expériences de Parthénogénèse artificielle, en montrant qu'on peut obtenir, par des procédés physico-chimiques convenablement réglés, une série de phénomènes de plus en plus rapprochée du développement normal, semblent nous mettre en état de déterminer progressivement, à l'aide d'hypothèses vérifiables, la nature physico-chimique d'une partie au moins de processus du développement(2). — Pour résumer les recherches qui, comme celles de LOEB, ont été orientées principalement dans cette voie, la méthode la plus sûre paraît être d'énumérer les divers procédés qui ont été reconnus capables de provoquer, chez tel ou tel groupe zoologique, un développement parthénogénétique artificiel, en les classant dans un ordre approximativement conforme à celui de leur complexité physique, et en indiquant, pour chacun d'eux, les conditions de son emploi et les résultats qu'il permet d'obtenir, — et de

(1) V., en ce sens, LOEB, '09, p. 78; GODLEWSKI, '08, p. 304, etc.

(2) C'est à ce point de vue que s'est placé, notamment, LOEB, qui insiste souvent, d'une façon très convaincante, sur la supériorité de cette méthode d'analyse expérimentale par rapport à toutes les tentatives de définition théorique des phénomènes de la vie (*Dynamique*, p. 106, 300, etc.).

confronter ensuite avec ces faits les idées émises sur leur action, considérée comme une « imitation » plus ou moins parfaite des phénomènes de la fécondation. — La valeur respective de chaque procédé pourra être déterminée grossièrement dans chaque cas si l'on tient compte, à la fois, du pourcentage moyen des développements obtenus et du stade le plus avancé atteint par ces développements; mais, pour expliquer d'avance la discordance de certains résultats, il convient d'observer que les conditions *optimum* de l'emploi d'un procédé n'ont pas toujours été trouvées ni même cherchées (1) par les auteurs, — et que les variations de l'état interne des ovules introduisent, d'une expérience à l'autre, de telles différences qu'il est souvent malaisé de les établir sûrement.

A) *Agents ou procédés fournissant un développement parthénogénétique généralement inconstant, le plus souvent anormal ou très incomplet.* — 1° *Actions mécaniques.* — MATHEWS a montré le premier, en 1901, à quel point les ovules *mûrs* d'*Asterias forbesii* sont sensibles à une agitation mécanique, même légère (2). Quelques minutes après l'agitation, on voit apparaître la membrane de fécondation; les contours du noyau s'effacent par suite de la disparition de la membrane nucléaire; il se forme des « taches claires » nombreuses (de 2 à 30) correspondant à autant d'astrosphères artificielles, et la segmentation qui en résulte se fait souvent du premier coup en plusieurs cellules. Néanmoins, le développement peut atteindre le stade *gastrula* avancée ou même *bipinnaria*.

Le même procédé, employé par LYON sur l'*Arbacia (pustulata)* de Naples, lui a paru incapable de produire des larves à lui seul, mais susceptible d'accélérer la segmentation quand elle a été pro-

(1) Ce dernier cas est souvent réalisé, soit parce que les auteurs n'ont pu ou voulu faire que des expériences sommaires, tendant à établir simplement la possibilité de la Parthénogénèse artificielle chez telle ou telle espèce, soit parce qu'ils se sont préoccupés surtout d'étudier les phénomènes cytologiques, la marche de la segmentation, etc., et se sont contentés, dès lors, d'un ensemble de conditions *suffisant* pour leur fournir les matériaux de leurs observations.

(2) Il suffit dans certains cas, d'après MATHEWS, de l'ébranlement très modéré que représente le transport des ovules d'un vase à un autre pour provoquer l'apparition de larves. On voit sans peine que cette extrême susceptibilité rend nécessaire, dans toutes les expériences où l'on cherche à provoquer le développement d'ovules d'*Asterias* par d'autres procédés, un contrôle consistant à faire subir à des ovules témoins tous les ébranlements mécaniques que peut comporter l'emploi de ces procédés (LOEB, '025, *Untersuch.*, X, p. 271).

voquée autrement ('03); au contraire, MELTZER ('03), opérant sur un *Arbacia* d'Amérique, obtient par l'agitation aussi bien le début que l'accélération de la segmentation; mais le développement, par la suite, devient anormal: les *gastrulas* capables de nager sont rares, les *pluteus* déformés. — Chez *Sphaerechinus granularis*, LYON, à Naples obtient la segmentation, mais pas de larves ('03). — DELAGE ('04, et '08, p. 449) a constaté l'efficacité de l'agitation comme adjuvant, chez *Paracentrotus* et chez *Asterias*.

Des résultats analogues ont été observés par LOEB et FISCHER ('02) sur des ovules d'*Amphitrite* (et, moins fréquemment, de *Chaetopterus*) ayant séjourné quelque temps (par exemple, 30 minutes) dans l'eau de mer. SCOTT ('06) a signalé le même fait en ce qui concerne *Amphitrite*, mais en ajoutant que l'agitation mécanique ne donne, en général, que 1 ou 3 % de développements et que la période pendant laquelle l'ovule réagit à l'emploi de ce procédé semble varier dans des limites assez larges, sous l'influence de conditions difficiles à déterminer complètement.

En résumé, l'agitation mécanique paraît avoir, sur beaucoup d'ovules, une action très intense, pouvant aller, au moins chez *Asterias*, jusqu'à un développement complet, sinon normal: cette action paraît exiger, pour se produire, que les ovules aient effectué, ou du moins assez avancé leur maturation (1).

2° *Variations de la température*: α) *élévation de la température (chaleur)*. — C'est encore MATHEWS ('00), qui, peu de temps après les premières expériences de LOEB, a signalé l'action d'une température de 32°-33° pendant quelques minutes, comme l'un des procédés permettant de déterminer la division, par mitose, d'œufs non fécondés d'*Arbacia*.

DELAGE ('01), à son tour, a montré que l'« action courte et brusque » d'une chaleur de 28° à 35°, suivie d'un refroidissement immédiat, provoque la Parthénogénèse artificielle chez *Asterias glacialis*. GREELEY, en faisant agir des températures de 31° à 37° pendant des périodes allant de 1 à 7 heures, n'a obtenu que des

(1) De ces effets de l'ébranlement mécanique sembleraient devoir être rapprochés certains des procédés appliqués par TICHOMIROFF ('02) aux œufs non fécondés de *Bombyx mori*: friction entre deux morceaux d'étoffe, etc.; mais un procédé de ce genre peut agir de tant de façons différentes qu'il est même difficile de lui donner un nom.

résultats négatifs sur *Asterias forbesii* ; mais il est facile de voir que la différence dans la durée d'action de la chaleur explique aisément, dans le sens indiqué par DELAGE lui-même, la différence de ses résultats et de ceux de GREELEY. Récemment, R. LILLIE a refait, sur *Asterias forbesii*, une étude très précise de la question, et il a prouvé de la façon la plus nette qu'une température de 33° à 40°, agissant pendant un temps de 2 minutes à 5 secondes, détermine : 1° la formation d'une membrane chez tous les œufs ; 2° le développement d'un plus ou moins grand nombre d'entre eux jusqu'aux stades *blastula*, *gastrula*, et même *bipinnaria*, — pourvu toutefois que les ovules soient ainsi traités pendant la première période de leur maturation, avant l'expulsion du 1^{er} globule polaire : condition d'action d'autant plus remarquable qu'elle semble, comme on le voit, se distinguer d'une manière assez nette de celle qui paraît être nécessaire dans le cas de l'agitation. R. LILLIE a noté également la rapidité avec laquelle la durée d'action optimum de la chaleur diminue à mesure qu'on opère à des températures plus élevées : elle descend de 70 à 20 secondes quand on passe de 35° à 38° ; il a retenu, comme donnant le plus grand nombre de larves normales, la température de 35° et la durée d'action de 70 secondes. Nous aurons l'occasion de revenir, à divers points de vue, sur ses expériences ('08).

Sur *Arbacia*, R. LILLIE n'a obtenu, même dans les conditions les plus favorables pour *Asterias*, qu'un petit nombre de membranes et de segmentations irrégulières, ne dépassant pas un stade de quelques cellules.

β) *abaissement de la température (froid)*. — D'après GREELEY ('02), il suffit de soumettre à une température de 4° à 7°, pendant une durée de 1 à 9 heures, des ovules mûrs d'*Asterias forbesii* pour constater, 1 heure 1/2 ou 2 heures après le retour à la température du laboratoire, le début d'une segmentation qui se poursuit régulièrement, bien qu'avec un retard accentué sur la segmentation normale des œufs fécondés.

On remarquera que, dans ces expériences, les conditions d'action du froid semblent se rapprocher de celles de l'agitation mécanique bien plutôt que celles de la chaleur : cette remarque atténue le paradoxe apparent d'une égale efficacité du froid et du chaud et permet de comprendre les résultats négatifs obtenus par GREELEY lui-même

avec de hautes températures, employées dans les mêmes conditions que les basses.

Des observations plus anciennes de MORGAN ('00₁) semblent montrer que les basses températures peuvent provoquer également, après le retour aux conditions normales, une série de divisions des œufs d'*Arbacia* (1).

3° *Radio-activité; charges électriques.* — En 1903, BOHN a signalé diverses influences de l'exposition au radium sur le développement ou la fécondation d'œufs de *Strongylocentrotus lividus* (*Paracentrotus*): parmi les œufs non fécondés, 2 à 4 % peuvent subir une segmentation irrégulière, allant jusqu'à la formation de *demi-morulas* de 4 ou 8 cellules, attachées à un gros blastomère qui généralement ne se divise pas.

Plus récemment, DELAGE ('08₃) annonçait qu'il avait réussi à obtenir le développement parthénogénétique d'un tant pour cent assez faible (1 % au plus) des œufs du même oursin à l'aide d'un dispositif permettant de leur donner, successivement, des charges électriques d'abord positives puis négatives. Malheureusement, la critique qu'il a faite lui-même bientôt après de son procédé ('08₆) ne semble pas autoriser à lui conserver cette signification: il ne paraît pas douteux qu'il a eu affaire, en réalité, à un véritable courant électrique, et par conséquent, à toutes les variations physico-chimiques du milieu qui peuvent résulter d'une électrolyse de l'eau de mer (2).

4° *Agents physiques ou chimiques variés, mais produisant certainement une déshydratation de l'ovule.* — De tous les procédés qui répondent à cette définition, le plus simple, au moins à première vue, est la dessiccation physique. Il a été employé par GIARD ('04₂) sur *Asterias rubens*: en retournant, à plusieurs reprises sur du papier buvard les glandes génitales femelles, extraites du corps de l'animal, on obtient, après le retour dans l'eau de mer, l'expulsion des globules polaires et une segmentation lente, restant

(1) SCHÜCKING signale, sans grande précision, une chaleur de 34° et un refroidissement à 3° ou 4° comme étant au nombre des agents de la Parthénogénèse artificielle, chez les Échinodermes.

(2) La même remarque enlève, à plus forte raison, toute signification précise à l'action d'un courant constant d'une minute, signalée par SCHÜCKING. — Ajoutons cependant que M. DELAGE a bien voulu nous signaler personnellement qu'il vient d'obtenir (juin '09) « quelques larves dans un condensateur rigoureusement isolé ».

rarement normale jusqu'au stade *blastula*, chez 15 % au plus des œufs ainsi traités. (Des œufs témoins, prélevés sur les mêmes glandes et non soumis à la dessiccation, ne subissent aucun développement.) Il faut cependant remarquer qu'une dessiccation en masse, opérée de la façon qui vient d'être décrite, peut impliquer des variations très importantes dans la concentration des liquides contenus à l'intérieur de la glande : l'expérience de GIARD devrait alors être rapprochée de celles de HUNTER ('01) et de KOSTANECKI ('04₂) qui, comme nous le verrons, ont obtenu un commencement de parthénogénèse artificielle avec de l'eau de mer concentrée ; elle ne représenterait, comme ces dernières, qu'un cas particulier de l'action des solutions hypertoniques.

TICHOMIROFF, de son côté, avait déjà obtenu un faible pourcentage de développements chez *Bombyx mori* en séchant directement les œufs sur du papier buvard ; mais le procédé qui lui a donné les résultats les plus favorables, — jusqu'à 45 % de développements, — est l'immersion, pendant 2 minutes 1/2 environ, dans SO_4H_2 concentré, suivie de lavage ; d'autres acides, par exemple HCl, donnent également des résultats. Le développement, bien qu'anormal à plusieurs égards, est susceptible d'atteindre un stade relativement avancé : il peut aller, chez beaucoup d'œufs, jusqu'à la formation des trois « feuillets germinatifs ». La supériorité du traitement par les acides concentrés ne tient-elle, dans ces expériences, qu'à leur pouvoir déshydratant plus intense que celui des procédés physiques ? il est évidemment difficile de se prononcer sur la signification de cette technique un peu grossière.

Dans la même catégorie des agents déshydratants rentrent également, d'après GIES ('01), les extraits de spermatozoïdes préparés par WINKLER ('00) ; les expériences plus récentes de KUPELWIESER (sperme chauffé à 70° et 100°, puis filtré) sont également dénuées de toute signification précise quant aux facteurs intervenant dans l'action, — très inconstante et très limitée, — de ces extraits ('06).

5° *Alcaloïdes*. — Terminons cette énumération en rappelant que certains alcaloïdes tels que la nicotine, la strychnine, provoquent, chez l'œuf d'oursin, des modifications cytologiques qu'ont étudiées, après R. HERTWIG, MORGAN, sur *Arbacia* ('00), et WASSILIEFF, sur *Strongylocentrotus lividus* ('02).

B) *Agents ou procédés permettant d'obtenir, d'une façon relativement constante, un développement parthénogénétique fréquemment normal et quelquefois complet.* — 1° *Solutions salines hypertoniques.* — Nous avons vu que les premiers *pluteus* d'oursin obtenus par LOEB sur *Arbacia* l'avaient été grâce au mélange, en parties égales, d'une solution de $MgCl_2$ et de l'eau de mer. Presque aussitôt après la publication de ces résultats, BATAILLON, puis GIARD émirent l'avis que l'efficacité de la solution était due, non pas à la présence de tel ou tel sel, mais tout simplement à sa pression osmotique supérieure à celle de l'eau de mer : interprétation des expériences qui se rattachait, chez eux, à l'hypothèse de la déshydratation, sur laquelle nous reviendront plus loin ('00).

Bientôt MORGAN, en Amérique, montrait expérimentalement qu'on pouvait en effet, remplacer $MgCl_2$ par $NaCl$ et qu'il se produisait, dans les solutions assez concentrées qu'il employait, une diminution de volume (« shrinkage ») de l'ovule, qui semblait attester une perte d'eau ('00₁). — De son côté, LOEB lui-même avait immédiatement entrepris l'étude du problème posé par ses premières expériences, et il constatait : 1° qu'on pouvait sans inconvénient et même avec avantage substituer à la solution primitivement indiquée par lui un mélange à parties égales de $NaCl$ ou de KCl $\frac{10}{8}n$ et d'eau de mer, ou de préférence, des solutions plus faibles, telles que :

20 ($17\frac{1}{2}$ ou 15) c. c. $NaCl$ $2\frac{1}{2}n$ + 30 ($32\frac{1}{2}$ ou 35) c. c. eau distillée
+ 50 c. c. eau de mer ;

2° qu'on pouvait encore, pour éviter toute diminution appréciable de la concentration des autres corps contenus normalement dans l'eau de mer, ajouter simplement 10 c. c. d'une solution $2\frac{1}{2}n$ de $NaCl$ ou de KCl à 90 c. c. d'eau de mer (1) ; 3° qu'un mélange d'eau de mer et d'une solution de saccharose ou d'urée (c'est-à-dire de *non-électrolytes*) ou même une solution pure de saccharose dans l'eau distillée, ayant une pression osmotique sensiblement égale à celle des solutions d'électrolytes dont on vient de donner la formule, pouvait, tout en lésant gravement les œufs d'*Arbacia*, provoquer leur développement jusqu'au stade *blastula*. L'augmentation de la pression osmotique était donc bien, dans les conditions des expé-

(1) Le développement peut même avoir lieu dans la solution, si elle est encore un peu plus faible :

7 c. c. $NaCl$ $2\frac{1}{2}n$ + 93 c. c. eau de mer.

riences, le facteur décisif du développement, — indépendamment de toute action spécifique, positive ou négative, des ions des sels contenus dans l'eau de mer ou dans la solution. ('00₃ : *Untersuch.*, VII, p. 154-166).

A partir de ces expériences de LOEB, l'emploi de solutions salines hypertoniques est devenu et resté, pendant plusieurs années, le procédé le plus général et le plus sûr pour obtenir la Parthénogénèse artificielle. C'est grâce à ces solutions qu'ont été enregistrés successivement, en quelques années :

avec MgCl ₂	les résultats positifs de GIARD sur <i>Asterias rubens</i> .
— MnCl ₂ et MgCl ₂	— PROWAZEK sur <i>Echinus microtuberculatus</i> .
— MgCl ₂	— WILSON sur <i>Toxopneustes</i> .
— eau de mer concentrée par évaporation	— HUNTER sur <i>Arbacia</i> .
— KCl, NaCl, CaCl ₂ , MgCl ₂ , saccharose	— LOEB sur <i>Chaetopterus</i> .
— KCl, NaCl, MgCl ₂ , MnCl ₂	— DELAGE sur <i>Paracentrotus (Strongyl.) lividus</i> et <i>Asterias glacialis</i> .
— KCl, NaCl, saccharose	— FISCHER sur <i>Nereis limbata</i> .
— KCl	— TREADWELL sur <i>Podarke obscura</i> .
— MgCl ₂	— WASSILIEFF sur « <i>Strongylocentrotus</i> » <i>lividus</i> .
— KCl, NaCl, etc.	— LYON sur <i>Arbacia pustulata</i> , etc.
— KCl, NaCl	— LOEB sur <i>Lottia, Acmaea</i> .
— KCl	— BULLOT sur <i>Ophelia</i> .
— solutions salines ou sucrées	— BATAILLON sur <i>Rana fusca</i> et <i>Petromyzon planeri</i> .
— KCl (et, accessoirement, NaCl, CaCl ₂ , eau de mer concentrée par ébullition)	— KOSTANECKI sur <i>Maetra</i> .
— K, Na, Mg	— PETRUNKEWITSCH.
— méthode de Lyon	— DRIESCH sur « <i>Strongylocentrotus</i> » (à Trieste et à Naples).
— Ca (NO ₃) ₂ , etc.	— SCOTT sur <i>Amphitrite</i> .

Dans toutes ces expériences, la technique est à peu près la même : l'ovule non fécondé est soumis, pendant un temps qui peut aller de 1/2 heure à quelques heures, à l'action d'une solution hypertonique, dont la concentration varie elle-même dans les limites approximativement indiquées plus haut d'après les expériences de LOEB (1); la segmentation ne commence qu'après le retour dans l'eau de mer

(1) Mélange à parties égales de KCl (ou de 2 KCl, 1 NaCl) * et d'eau de mer (DELAGE '01₃), etc.

normale (1). Les tableaux I et II, dans la 3^{me} partie de cet article, ont déjà indiqué dans quelle mesure importante la régularité et l'étendue du développement différent pour les diverses formes zoologiques étudiées (2).

2° *Action spécifique de certains sels (ions)?* — Dans les travaux dont la liste vient d'être donnée, la diversité des électrolytes et quelquefois même des non-électrolytes utilisés pour la préparation des solutions montre bien que le facteur décisif est l'élévation de la pression osmotique. Il est clair, cependant, qu'on ne peut conclure de là à l'équivalence absolue de tous les corps employés : il est de règle générale, au contraire, que certains sels (par exemple KCl, NaCl) se montrent plus favorables que d'autres, à égalité de concentration, — ce qui s'explique facilement si l'on admet, comme il est raisonnable de le faire, que des actions particulières de chaque corps viennent, suivant les cas, contrarier ou favoriser l'action « développante » de la pression osmotique (3).

Mais certains sels peuvent-ils, par eux-mêmes, provoquer le développement sans augmentation de la pression osmotique? LOEB a cru le constater dans ses expériences sur les Annélides; c'est ainsi qu'il a réussi à transformer des œufs non fécondés de *Chaetopterus* en « trochophores nageantes » en les traitant par une solution telle que celle-ci :

10 c. c. KCl 2 $\frac{1}{2}$ n + 90 c. c. eau distillée,

dont la pression osmotique est inférieure à celle de l'eau de mer. Il y aurait donc, dans le cas du *Chaetopterus*, une « action spécifique des ions K », tout à fait distincte de celle de l'augmentation de la pression osmotique ('01₁) (4). De même, d'après LOEB et

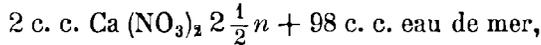
(1) Sauf pourtant si la solution n'est que très faiblement hypertonique (LOEB, SCOTT, etc.).

(2) D'après BATAILLON ('04 et '05₁), l'eau distillée provoque, chez les œufs vierges de *Bufo vulgaris*, le commencement d'une segmentation, très superficielle et très fugitive, que des solutions de sucre ralentissent d'autant plus qu'elles sont plus concentrées. — SCHÜCKING ('03) dit avoir obtenu des résultats positifs, chez les Échinodermes, par l'eau distillée agissant 1 minute.

(3) Cf., à ce sujet, les travaux de HERBST ('97-'04), de LOEB ('04₂, etc.) sur l'action des différents composants chimiques de l'eau de mer aux différentes phases du développement.

(4) *Untersuch.*, VIII.

FISCHER, l'augmentation de la pression osmotique serait inefficace sur *Amphitrite* : seule une solution telle que

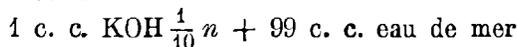


donnerait des résultats positifs, sans qu'un sel d'un métal autre que Ca puisse y être substitué au sel de Ca ('02). Mais SCOTT ('06) a trouvé que la supériorité des sels de Ca, chez *Amphitrite* est purement relative (10 à 15 % de larves actives avec KCl ou KNO₃ au lieu de 15 à 25 % avec Ca (NO₃)₂); l'action privilégiée des sels de K sur *Chaetopterus*, déjà signalée par MEAD antérieurement à LOEB, ne paraît pas non plus avoir été retrouvée très nettement par MORGAN ('00₁), et si l'on tient compte, par surcroît du caractère extrêmement particulier des développements obtenus, dans la plupart des cas, chez les Annélides (« différenciation sans segmentation »), on conclura, sans aucun doute, que les expériences ci-dessus ne fournissent pas une preuve décisive de la possibilité d'obtenir une Parthénogénèse artificielle véritable grâce à l'action *exclusive* des ions de tel ou tel sel.

DELAGE a essayé, à plusieurs reprises, de découvrir des *adjuvants* des solutions hypertoniques en se guidant d'après le signe électrique et le volume des ions : parmi les métaux, Mn, Co et surtout Ni lui ont donné sur *Paracentrotus* de bons résultats, quoique extrêmement inconstants ('07₁).

3^a *Acide carbonique et autres acides.* — C'est dans une autre voie qu'ont été découvertes, peu d'années après les premières expériences de LOEB, des faits nombreux et témoignant nettement, cette fois, de l'efficacité de facteurs bien distincts, au moins à première vue, de l'élévation de la pression osmotique.

LOEB lui-même avait eu l'idée, dès le début de ses recherches, d'étudier l'action possible des acides et des alcalis, et il avait trouvé, conformément aux résultats établis antérieurement par lui sur des œufs fécondés (¹), que



provoque, au bout de plusieurs heures, une segmentation, d'ailleur

(¹) Développement favorisé par les alcalis à petite dose, contrarié par les acides (v. p. 303).

très irrégulière et très limitée (jamais plus de 10 cellules) des œufs non fécondés d'*Arbacia*, dans la solution même —, tandis que

2 ou 3 c. c. $\text{HCl } \frac{1}{10} n + 98$ ou 97 c. c. eau de mer

ne donne rien dans la solution (quelques segmentations tout à fait rudimentaires après 10 minutes de séjour et retour dans l'eau de mer) ('00₃, *Unters.*, V, p. 103). — Chez *Chaetopterus*, il avait trouvé, au contraire, que des solutions à peu près équivalentes aux précédentes déterminaient l'une et l'autre l'évolution en « trochophores » des œufs qui y séjournèrent d'une façon permanente ('01₁, *Unters.*, VIII, p. 197 et suiv.). — Enfin, chez *Asterias*, il signalait, dès 1901 (*Unters.*, XI, p. 279, et X, p. 272), l'addition de 3 à 5 c. c. de HCl « ou d'un autre acide inorganique » à 100 c. c. d'eau de mer comme un des procédés de la Parthénogénèse artificielle.

DELAGE, dans ses premières expériences sur *Asterias*, avait également considéré HCl comme un des agents de la parthénogénèse artificielle; mais même en l'associant à Mn Cl_2 (que le pouvoir oxydant de Mn , mis en lumière par les travaux de G. BERTRAND, l'avait amené à employer et qui avait donné, en effet, de très bons résultats), DELAGE n'obtenait encore que 40 à 45 % de développements en *blastulas* et *gastrulas* ('01₃). — C'est alors que, cherchant un réactif sûr, DELAGE le trouva dans l'eau de mer chargée de CO_2 (à l'aide d'un procédé très simple : appareil à sparklets). Si les ovules d'*Asterias glacialis*, pris pendant leur maturation, au moment où apparaît le premier globule polaire, sont laissés pendant 1 heure dans le réactif ainsi constitué, on les voit, 1 h. 1/2 environ après le retour dans l'eau de mer normale, former une membrane, puis, au bout de 3 heures environ commencer à se segmenter : le procédé agit, pratiquement, sur la totalité des œufs en expérience ('02); c'est lui qui a permis à DELAGE de conduire ses larves d'*Asterias* jusqu'à des stades de plus en plus avancés, et finalement, jusqu'à la forme adulte (v. p. 312).

Le traitement par CO_2 , si efficace sur l'étoile de mer, a été appliqué par LYON aux oursins, mais avec un succès beaucoup moindre : il a obtenu, sur *Arbacia pustulata*, jusqu'à 90 % de commencements de développements, mais pas de larves actives, — sur *Strongylocentrotus lividus*, des larves, et quelques *pluteus* ('03). — DELAGE lui-même, en combinant le secouage avec l'action de CO_2 , a obtenu la segmentation de 60 % d'œufs de *Paracentrotus* (*Strongylocen-*

trotus) lividus, mais sans pouvoir dépasser le stade à 32 blastomères ('04₂).

L'action si remarquable de CO₂ dissous dans l'eau de mer lui est-elle particulière, ou lui est-elle commune, au contraire, avec un plus ou moins grand nombre d'acides? — Sur *Asterias*, DELAGE a toujours soutenu que CO₂ ne peut être remplacé, dans les conditions de ses expériences, par aucun autre acide, et il semble bien que le caractère parfaitement normal des résultats obtenus par son procédé, — attesté par l'étude histologique de TENNENT et HOGUE ('06), — doive être considéré comme justifiant cette assertion.

Mais il est certain, d'autre part, qu'il existe une action générale des acides sur la Parthénogénèse artificielle. L'efficacité de HCl, déjà signalée par LOEB sur *Asterias* et *Chaetopterus*, a été vérifiée par LYON, à Naples, sur plusieurs oursins (*Arbacia pustulata*, *Sphaerechinus granularis*) et même sur des holothuries; mais ce sont les efforts de LOEB lui-même pour perfectionner sa méthode primitive qui ont donné à ce fait jusqu'alors isolé une signification générale extrêmement importante.

3^b *Substances formatrices de la membrane; méthode double de LOEB.* — La méthode de l'augmentation de la pression osmotique de l'eau de mer, que LOEB pouvait encore considérer, en 1904, comme étant « non la seule », « mais la plus générale », (*Unters.*, XIII, p. 294) ne lui donnait pas elle-même de résultats suffisamment constants ni véritablement normaux. Le pourcentage des développements, qui avait été souvent de plus de 20 % dans ses premières expériences sur les *Arbacia* de l'Atlantique, était fréquemment de 1 % à peine avec les *Strongylocentrotus* du Pacifique; d'autre part, l'absence d'une membrane de fécondation autour des œufs, la lenteur plus grande du développement, l'incapacité des larves à s'élever à la surface de l'eau distinguaient, d'une façon tout à fait notable, les embryons obtenus par les solutions hypertoniques de ceux qui proviennent d'une fécondation normale.

Or nous avons vu que, plusieurs années auparavant, les HERTWIG, puis HERBST avaient signalé toute une série de substances: — chloroforme, benzol, etc., comme provoquant l'apparition d'une membrane. Plus récemment, HERBST venait de noter l'extraordinaire efficacité, à ce point de vue, de traces de sels d'Ag dissous: il suffit de placer une pièce d'argent au fond d'un vase d'eau de mer

contenant des œufs pour obtenir, d'abord au voisinage, puis à une distance de plus en plus grande, la formation de la membrane : reportés par HERBST dans l'eau de mer, les œufs pourvus d'une membrane par Ag présentaient les premiers phénomènes de la segmentation, bientôt suivis d'une fragmentation anormale ('04₃).

LOEB réussit d'abord à provoquer la formation de la membrane, chez *Strongylocentrotus*, par l'acétate d'éthyle, mais il se rendit compte que le phénomène n'était dû en réalité qu'à l'acide acétique libre que contenait la solution, et après quelques tâtonnements, parvint bientôt à se constituer la méthode suivante qui permet d'obtenir, grâce à la formation préalable d'une membrane chez tous les œufs, la segmentation de tous ou presque tous, et le développement rapide et normal d'un très grand nombre d'entre eux ('05₁, *Unters.*, XV-XVII, p. 315-348).

Les œufs de *Strongylocentrotus purpuratus* ⁽¹⁾ sont placés, pendant 1/2 à 1 minute 1/2 dans une solution comprenant 3 c.c. d'une solution $\frac{n}{10}$ d'acide acétique, butyrique, ou d'un autre des premiers acides de la série grasse, pour 50 c.c. d'eau de mer. Dès qu'on les a reportés dans l'eau de mer normale (et non dans la solution acide) ⁽²⁾, ils forment immédiatement une membrane, tout à fait comparable à la membrane de fécondation qui apparaît après la pénétration du spermatozoïde. — Après y avoir séjourné de 5 à 10 minutes, ils sont déposés dans une solution saline hypertonique :

$$15 \text{ c.c. Na Cl } 2 \frac{1}{2} n + 100 \text{ c.c. eau de mer.}$$

et ils y restent de 20 à 50 minutes (c'est-à-dire beaucoup moins longtemps que dans la première méthode, où la solution hypertonique devrait agir seule). Une heure environ après leur retour définitif dans l'eau de mer normale, on voit commencer la segmentation, qui est, cette fois, tout à fait normale chez beaucoup d'œufs, aussi rapide que chez les œufs fécondés à la même température, et aboutit à la formation de larves actives, s'élevant à la surface du

(1) Ou *franciscanus*, à condition d'abaisser de 3 à 2 c. c. la proportion de l'acide.

(2) L'action des acides se distingue, à cet égard, de celle des carbures d'hydrogène : benzol, amylène, étudiés par HERBST et par LOEB : ces dernières substances, en effet, déterminent la formation de la membrane dans la solution même qui les contient.

liquide: on peut ainsi obtenir, en peu de temps, un grand nombre de *gastrulas* et de *pluteus* normaux (1).

3^e *Action des acides seuls.* — Si on laisse à eux-mêmes, dans l'eau de mer ordinaire, les œufs de *Strongylocentrotus* préalablement traités par l'acide, ils meurent et se décomposent au bout d'un petit nombre d'heures, après avoir présenté, cependant, quelques phénomènes de division rudimentaires. — Mais sur *Asterina*, le traitement des œufs *ayant accompli leur maturation* par la solution d'acide gras (un peu plus concentrée que dans le cas de l'oursin: 5 c.c. au lieu de 3) a suffi à LOEB pour obtenir, non seulement la formation de la membrane, mais la segmentation et le développement en blastulas d'un certain nombre d'entre eux (10 % au plus) jusqu'aux stades *blastula* et *gastrula* ('05₂, *Unters.*, XVIII).

Enfin, LEFÈVRE, dans son étude très précise sur *Thalassema*, a trouvé que toute une série d'acides minéraux: HNO₃, HCl, SO₄H₂ ou organiques: oxalique, acétique, agissant en solutions telles que: 15 c. c. HCl $\frac{n}{10}$ + 85 c. c. eau de mer, pendant 5 minutes environ, déterminent la formation de la membrane après le retour à l'eau de mer ordinaire et permettent d'obtenir, — sans aucun traitement ultérieur —, un pourcentage moyen de 40 à 60 % de développements, aboutissant à des trochophores actives et parfaitement normales. L'emploi d'une solution saline hypertonique après la formation de la membrane, comme dans la méthode double de LOEB, donne des résultats très inférieurs. D'autre part, CO₂, dissous dans l'eau de mer, et agissant pendant 1 heure, a donné à LEFÈVRE d'excellents résultats: 50 % de larves actives, en général; mais il paraît clair qu'ici son action ne représente qu'un cas favorable, et non exceptionnel, de l'action des acides ('07).

Plus récemment encore, RALPH S. LILLIE ('08) a vérifié que l'acide acétique, agissant à la concentration et durant le temps indiqué par LOEB est efficace durant une période de la vie de l'ovule *beaucoup*

(1) Plus récemment, LOEB a obtenu la formation d'une membrane, plus ou moins régulièrement, avec toute une série de substances organiques: sang dilué et centrifugé de Géphyriens (*Dendrostoma*) ('07₂), — saponine et solanine, — glycocholate et taurocholate de Na, — sérum de lapin, de bœuf, de porc ('08₁₋₉). Le développement qui suit l'action seule de ces substances est, comme dans le cas des acides, rudimentaire et irrégulier chez *Strongylocentrotus*, mais susceptible d'être rectifié et prolongé par l'action ultérieure des solutions hypertoniques (v. ci-dessus). Chez *Polynoë* ('08₅) la saponine suffirait à obtenir la formation de larves nageantes, fréquemment, mais non toujours accompagnée de segmentation (cf. p. 314).

plus étendue que la chaleur (v. p. 319) et permet d'obtenir, chez *Asterias*, la formation de la membrane et le développement d'une faible proportion de larves nageantes. L'action serait, d'après lui, particulière aux acides *gras* : SO_4H_2 , NO_3H ne donnent pas trace de membrane. Ce dernier résultat, en particulier, est en parfait accord avec ceux de LOEB sur les Échinodermes, et en opposition très nette avec ceux de LEFÈVRE sur *Thalassema* (Géphyriens).

4^e *Action des alcalis*. — Avant d'être étudiés, à leur tour, comme agents de la Parthénogénèse artificielle, les alcalis avaient déjà été reconnus, dans plusieurs séries d'expériences, comme pouvant jouer un rôle important dans les phénomènes de la fécondation et du développement. — En 1903, LOEB avait montré qu'en ajoutant à la solution de VAN'T HOFF :

100 NaCl, 7, 8 MgCl_2 , 3, 8 MgSO_4 , 2, 2 KCl, 2 CaCl_2

une quantité déterminée d'un alcali :

de 0,3 à 0,4 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 100 c. c. de la solution,

on rend possible la fécondation, dans une proportion qui peut atteindre 60 %, des ovules de *Strongylocentrotus purpuratus* par les spermatozoïdes d'*Asterias ochracea*. — En employant, l'année suivante, l'eau de mer stérilisée (au lieu de la solution de VAN'T HOFF) et en lui ajoutant également, une certaine quantité d'alcali :

de 1 à 1,5 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 100 c. c.,

il avait réussi à répéter ces expériences d'*hybridisation hétérogyène* et à les étendre, avec un succès inégal, à divers couples de deux Échinodermes de classes différentes (oursins, étoiles de mer, ophiures). — LOEB rappelait, à cette occasion que, comme il l'avait déjà constaté dans ses premières expériences (1), la simple addition de cette quantité d'alcali à l'eau de mer suffit à provoquer chez l'œuf d'oursin un commencement de segmentation parthénogénétique (2), mais tout à fait rudimentaire et irrégulier (v. p. 325), et impossible à confondre, par conséquent, avec le développement de *blastulas*, de *gastrulas* et même de *pluteus* que permet d'obtenir l'*hybridisation hétérogyène* (04₃ : *Untersuch.*, XXII, p. 471-73).

D'autre part, LOEB montrait également que l'addition d'une faible quantité d'un alcali ou d'un carbonate ou phosphate alcalin est néces-

(1) Citées plus haut, p. 325-6.

(2) Et même, quelquefois, la formation d'une membrane (cf. les acides).

saire pour permettre le développement en *pluteus* des œufs fécondés de *Strongylocentrotus* dans la solution de VAN'T HOFF ('04₂) (1). Enfin, en essayant d'étendre aux Mollusques sa nouvelle méthode de Parthénogénèse artificielle, il était amené à constater que l'addition de 1 c. c. environ de NaOH $\frac{n}{10}$ à 50 c. c. d'eau de mer rend possible (en provoquant la maturation ?) la fécondation des œufs de *Lottia* ('05₃).

De son côté, DELAGE signalait, dès 1905, les phosphates alcalins comme étant au nombre des agents les plus efficaces de la Parthénogénèse artificielle d'*Asterias glacialis* ('05₃): l'année suivante, il trouvait également très favorable l'action des corps alcalins, notamment du sulfite de Na, chez *Paracentrotus lividus* ('07₁).

Mais c'est en analysant les conditions de l'action de la solution hypertonique dans ses méthodes antérieures que LOEB a été conduit, en même temps que DELAGE et indépendamment de lui, à dégager le rôle important des alcalis dans la production du développement parthénogénétique lui-même. Dans une série d'articles parus en 1907 (2) ('07₃₋₄) LOEB a montré successivement que si on fait agir les solutions hypertoniques seules (sans traitement préalable par un acide):

1° Un certain degré d'alcalinité est nécessaire pour obtenir des larves de *Strongylocentrotus purpuratus* avec des solutions salines pures (= artificielles), même si on les a rendues fortement hypertoniques. Ainsi la solution de VAN'T HOFF (100 NaCl, 11,6 MgCl₂, 2,2 KCl, 2 CaCl₂), additionnée de 16 c. c. NaCl 2 $\frac{1}{2}$ n pour 50 c. c. de la solution, ne donne rien, si longtemps qu'elle agisse: additionnée, en outre de 0,1 à 8 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ et agissant pendant 1 heure $\frac{1}{2}$ ou 2, elle donne jusqu'à 80 % de larves;

2° Un degré d'alcalinité plus élevé: par exemple, 2 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 50 c. c. de la solution de VAN'T HOFF, permet de réduire de 16 ou de 8 à 4 ou même à 2 c. c. la quantité de KCl ou de NaCl 2 $\frac{1}{2}$ n nécessaire pour permettre la production des larves;

(1) Il faut ajouter cependant, que LOEB a interprété ces expériences en admettant que l'alcali ajouté ne faisait que neutraliser une faible acidité de la solution. (*Untersuch.*, XIV, p. 313). — Il incline à admettre, aujourd'hui, une action positive, quoique très rapide, des HO-ions ('09₃, p. 20 et 45).

(2) LOEB avait donné, dès 1906, une indication en ce sens ('06₅, p. 505).

3° Chez *Polynoë* (Annélides), une solution simplement alcaline (0,5 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 50 c. c. solution VAN'T HOFF) suffit à provoquer l'apparition des larves, tandis qu'une solution simplement hypertonique est par elle-même inefficace, tout en exerçant une action favorisante si elle succède à la première. — Chez *Lottia* (Mollusques), l'augmentation de la pression osmotique et celle de l'alcalinité exercent également une action favorable sur les processus de maturation, qui peuvent conduire à l'apparition de quelques larves. — Enfin chez *Strongylocentrotus*, le traitement des œufs non fécondés, successivement : a) par l'eau de mer ou par la solution de VAN'T HOFF hypertonique (10 c. c. NaCl $2\frac{1}{2}n$ pour 50 c. c.), pendant 2 à 3 heures, puis par l'eau de mer hyperalcaline (1,5 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 50 c. c.). — ou bien : b) par la solution de VAN'T HOFF hyperalcaline (0,5 à 1 c. c. NaOH $\frac{n}{10}$ pour 50 c. c.), puis par la même solution hypertonique, pendant $\frac{1}{2}$ à 1 heure seulement, permet d'obtenir des résultats supérieurs à ceux du traitement par les solutions hypertoniques seules, — et constitue, en définitive, un méthode exactement parallèle à celle du traitement successif par les acides et les solutions hypertoniques (v. p. 328). — Cette méthode nouvelle permet d'obtenir, comme la précédente, la formation d'une membrane (moins nette qu'avec les acides gras); l'action de la solution alcaline doit être beaucoup plus prolongée que celle de l'acide : 2 à 3 heures au lieu de deux minutes, — mais se fait sentir comme elle en ce qu'elle abrège le temps de séjour nécessaire dans la solution hypertonique.

4° *Action combinée des acides et des alcalis.* — DELAGE, guidé par une idée théorique sur laquelle nous reviendrons, s'est proposé, dans ces dernières années, d'obtenir la Parthénogénèse artificielle de *Paracentrotus lividus* grâce à l'action combinée d'un acide et d'un alcali. Après avoir obtenu ses premiers résultats dans cette voie en faisant agir successivement HCl $\frac{n}{10}$ à la dose de 17 gouttes pour 50 c. c. d'une solution hypertonique, pendant 5 à 6 minutes, puis la même solution additionnée d'eau distillée et de 34 gouttes NH₃ $\frac{n}{10}$, — quantité suffisante pour saturer tout l'acide et alcaliniser légèrement la liqueur, — pendant

1 heure 20 (1), DELAGE a réussi à se constituer un procédé très supérieur, quant à l'abondance des résultats obtenus, en employant, dans des conditions très voisines de celles qui viennent d'être indiquées, le tannin, puis NH_3 . Il a reconnu, enfin, que, le tannin et NH_3 étant respectivement un acide et une base faibles, ils pouvaient agir mélangés dans la même solution, dans une proportion de 15 centigrammes de tannin et de 3 c. c. NH_3 n pour 1 litre de la solution. Les œufs restent dans cette solution 1 heure : leur segmentation commence 3 ou 4 heures après qu'elle a été remplacée, par décantation, par de l'eau de mer stérile. Ce procédé nouveau au *tannate d'ammoniaque* est considéré par DELAGE comme étant, par rapport à l'oursin, un équivalent pratique du procédé par CO_2 chez l'Astérie ('08₁, etc.).

Ces dernières séries d'expériences de LOEB et de DELAGE ont provoqué entre eux une discussion (notes à l'Académie des sciences, en 1907 et 1908) où plusieurs questions d'ordre expérimental ont été posées : il convient de les signaler avant d'entrer dans l'examen des théories.

1° *La présence des sels normalement contenus dans l'eau de mer est-elle nécessaire ?* — DELAGE a remplacé, comme véhicule de son réactif (tannate de NH_3) la solution hypertonique de ses premières expériences par des solutions pures de tel ou tel sel, ou même de non-électrolytes : il a obtenu des résultats excellents avec NaCl , médiocres ou très médiocres avec CaCl_2 , KCl , SO_4Na_2 . Il a trouvé avantageux des mélanges contenant deux ou trois de ces sels, dans des proportions déterminées, telles que la suivante :

70 NaCl , 26 MgCl_2 , 6 KCl ,

qui par parenthèse ne s'éloigne pas énormément de celle de la solution de VAN'T HOFF (2). D'autre part, DELAGE a montré, en continuant les mêmes expériences, qu'une fraction très importante

(1) DELAGE a trouvé que l'alcali, aussi bien que l'acide, est absolument indispensable dans une expérience ainsi conduite. LOEB, tout en admettant que l'alcalinité de la solution hypertonique n'est pas nécessaire pour les œufs préalablement traités par un acide gras, montre qu'un degré d'alcalinité qui paraît, en fait, être assez voisin de celui des solutions de DELAGE permet d'abréger la durée du séjour de ces œufs dans la solution (v. ses tables de résultats : '07₃, p. 196-197, ou 09₃, p. 91-92).

(2) LOEB ('09₃, p. 43) insiste sur l'avantage qu'il y a, pour obtenir une grande quantité de larves, à employer des solutions aussi rapprochées que possible de la composition de l'eau de mer.

(70 %) de la solution à laquelle on ajoute le tannin et l'ammoniaque pouvait être constituée par une solution de saccharose pur : même employée seule, c'est-à-dire sans aucune addition de sels, cette dernière solution ne rend pas impossible le développement (*blastula*), tout en l'altérant notablement dans la plupart des cas (écroulement des blastomères). — Mais il faut bien se rappeler ici que toutes ces solutions n'agissent sur les œufs non fécondés que pendant un temps assez court (1 heure environ), et que le développement s'accomplit ensuite dans l'eau de mer. Tout ce que prouvent donc à cet égard les expériences de DELAGE, c'est que la présence dans le milieu des différents sels de l'eau de mer, dans des proportions plus ou moins voisines de celle dans laquelle ils y sont contenus, ne peut pas être considérée comme étant le facteur décisif de la *mise en train* du processus parthénogénétique : il va sans dire que ni DELAGE ni personne n'a jamais songé à soutenir qu'elle soit une condition inutile à l'*accomplissement* du développement (v., à ce sujet, les expériences de HERBST et de LOEB mentionnées p. 302). — D'autre part, LOEB a rappelé que dès 1900, il avait provoqué des développements d'*Arbacia* (jusqu'à la *blastula*) par le saccharose pur, et il a, en répondant à DELAGE, donné la liste de toute une série de solutions pures (saccharose, NaCl, KCl, etc.), permettant d'obtenir, dans les mêmes conditions, une proportion fréquemment très élevée de développements avec *Strongylocentrotus* (de Californie). Il semble donc bien que sur ce premier point, aucun désaccord réel n'existe entre les auteurs.

2° *L'hypertonie de la solution est-elle nécessaire?* — Cette seconde question est plus délicate. DELAGE, après avoir d'abord employé comme véhicule de son réactif des solutions hypertoniques, c'est-à-dire d'une pression osmotique plus élevée que celle de l'eau de mer, a constaté dans la suite que cet excès de pression osmotique apparaissait comme inutile, ou même nuisible au succès de son procédé au tannate d'ammoniaque. Ayant déterminé, par le calcul, la concentration pour laquelle une solution pure de saccharose peut être considérée comme ayant même pression osmotique que l'eau de mer (388 gr. de saccharose par litre, soit environ une solution $\frac{9}{8}$ n), il a trouvé que le mélange de 700 c. c. de cette solution à 300 c. c. d'eau de mer stérile constituait un milieu excellent pour l'action du tannin et de l'ammoniaque, ajoutés dans les proportions indiquées

plus haut (0 gr. 15 de tannin préalablement dissous dans l'eau distillée, 3 c. c. $\text{NH}_3 \frac{n}{10}$). — Une solution pure de NaCl, ayant une pression osmotique égale théoriquement à celle de l'eau de mer, peut même être diluée de 10 et 15 % d'eau distillée, et donner encore de très bons résultats par le même procédé (tannin et NH_3). — De ces faits, DELAGE a conclu que l'hypertonie des solutions n'est pas une condition générale de la Parthénogénèse artificielle ('07 et '08).

A cette interprétation, LOEB a répondu par des séries d'expériences quantitatives portant sur la variation du pourcentage des larves obtenues en fonction de la concentration des solutions et de leur durée d'action, et qui lui ont donné les résultats suivants (1) :

1° Si on cherche à déterminer, en prenant l'eau de mer pour base, combien de c. c. de solutions 2 n $\frac{1}{2}$ de NaCl, etc., de saccharose doivent être ajoutés à 50 c. c. d'eau de mer pour obtenir un pourcentage de larves aussi élevé que possible (optimum de concentration), on obtient pour les différents sels et pour le saccharose des chiffres assez voisins, quoique pourtant notablement différents : par exemple, 8 c. c. pour NaCl, 10 c. c. pour le saccharose. L'élévation utile de la pression osmotique est donc à peu de chose près la même.

2° Si on emploie des solutions pures, d'une concentration moléculaire correspondant à celle qu'indique l'abaissement du point de congélation de l'eau de mer, on constate, d'après LOEB, que la solution de saccharose dont la pression osmotique peut être considérée (en tenant compte de la dissociation des électrolytes) comme égale à celle de l'eau de mer agit en réalité aussi fortement (= donne un pourcentage de larves aussi élevé, dans un temps donné) qu'une solution de NaCl d'une pression osmotique bien plus élevée. — On peut d'ailleurs, suivant lui, observer directement que les œufs diminuent de volume dans une telle solution (2), et que la même concen-

(1) Dans ces expériences, le traitement par les solutions hypertoniques succède à la formation de la membrane par l'acide butyrique, qui permet à LOEB d'obtenir sûrement des pourcentages de développements très élevés (jusqu'à 100 %), pour les concentrations et les durées convenables.

(2) BATAILLON vient de publier, de son côté, que des œufs de *Rana fusca*, placés dans des solutions respectivement isotoniques de NaCl, MgCl_2 et de saccharose, subissent des altérations beaucoup plus graves dans la solution sucrée après 2 ou 3 heures, la fécondation est impossible, seulement pour les œufs ayant séjourné dans cette solution ('091).

tration en saccharose suffit à empêcher la segmentation des œufs fécondés. — Cette solution, tout en étant physiquement *isosmotique* avec l'eau de mer, aurait donc une action déshydratante très intense sur l'œuf : elle serait « *hypertonique* » par rapport à lui (1).

3° Si enfin on calcule, en atmosphères, la pression osmotique totale correspondant à la concentration optimum : a) de solutions pures de saccharose, glucose, NaCl, etc. ; b) de solutions comprenant 50 c. c. de saccharose $\frac{6}{8} n$, plus un certain nombre de c. c. des mêmes corps, on trouve qu'elle est, pour tous ces corps (sauf naturellement le saccharose lui-même) notablement inférieure dans le second cas à ce qu'elle est dans le premier (26,91 au lieu de 30, 28 pour NaCl ; 27,36 au lieu de 30,95 pour KCl, etc.), ('08₉) (2).

De l'ensemble de ces expériences, il semble qu'il soit légitime de conclure, en tous cas, que la pression osmotique *théorique* des solutions ne puisse pas être considérée comme donnant à elle seule la mesure de leur action sur la Parthénogénèse artificielle.

3° *L'oxygène est-il nécessaire ?* — Partant de ses anciennes expériences sur la nécessité de O₂ pour le développement des œufs fécondés (v. p. 303), LOEB a fait, depuis le commencement de ses

(1) LOEB explique cette contradiction apparente en admettant qu'il se produit, dans une telle solution, une diffusion de sels de l'intérieur de l'œuf vers le milieu, plus rapide que la pénétration du sucre dans l'œuf : en conséquence, la pression osmotique de ce dernier s'abaisserait, et le milieu deviendrait réellement hypertonique par rapport à lui. — Il faut ajouter, cependant, que LOEB ne considère pas comme démontré que ses solutions de saccharose n'aient pas une pression osmotique *réelle* supérieure aux valeurs théoriques : ce qui naturellement fournirait une explication plus simple du phénomène. (ARRHENIUS, dans une lettre à LOEB, indique qu'il peut être interprété d'après la théorie physico-chimique des solutions : LOEB, '09₃, *Die Entw. erregung*, p. 99). — Le même doute paraît devoir légitimement s'étendre aux solutions de DELAGE, dans lesquelles le tannin et l'ammoniaque ne restent pas sans doute inactifs sur les composants de l'« eau de mer sucrée » ou autres solutions (cf. d'ailleurs DELAGE et DE BEAUCHAMP, '07 in fine, et DELAGE, '08₇, en faveur de la possibilité d'une action « spécifique » du sucre).

(2) Peut-être convient-il de rapprocher de ces expériences de LOEB le résultat suivant obtenu par DELAGE (avec le tannin et l'ammoniaque) : pour un mélange de solutions pures de NaCl et de saccharose, de même pression osmotique que l'eau de mer (théoriquement), la proportion optima est : 70 NaCl, 30 saccharose ; si on emploie au lieu de NaCl une « eau de mer artificielle » contenant NaCl, KCl, MgBr₂, dans des proportions voisines de celles de l'eau de mer (cf. p. 333), la proportion optima du mélange total devient : 30 eau de mer artificielle, 70 saccharose. DELAGE l'a conservée avec l'eau de mer naturelle.

recherches sur la Parthénogénèse artificielle, un grand nombre d'expériences nouvelles sur le rôle de O_2 dans les processus qui y sont impliqués. — En 1902, il crut constater que la présence d' HCO_3^- ions libres (alcalinité) et celle de O_2 étaient l'une et l'autre des conditions nécessaires de la maturation des ovules d'*Asterias forbesii* dans l'eau de mer et de la *mort* qui suit rapidement la maturation, si la fécondation ou la Parthénogénèse artificielle ne vient pas l'empêcher ('02₄). — Cette observation, en ce qui concerne CO_2 , a été confirmée dans une certaine mesure par TENNENT et HOGUE, qui ont trouvé que l'eau de mer + CO_2 (procédé de DELAGE) retarde le processus de la maturation ('06); mais d'autre part, DELAGE a signalé que ce procédé, si on l'applique au moment où la maturation est déjà commencée, et qu'on le fasse suivre du développement dans l'eau de mer naturelle, donne des résultats d'autant plus favorables qu'un long barbotage préalable de CO_2 a purgé plus complètement de O_2 l'eau de mer dans laquelle CO_2 agit (pendant 1 h. 1/2). — Enfin, RALPH S. LILLIE a montré récemment qu'un séjour des ovules d'*Asterias forbesii*, pris à la phase convenable de leur maturation, dans de l'eau de mer additionnée d'une faible quantité de KCN (concentration totale dans l'eau de mer : $\frac{n}{2000}$) permet d'obtenir, par l'élévation momentanée de la température (35° pendant 70 secondes), un nombre de développements (*blastula*, *gastrula* et même *bipinnaria*), très supérieur à celui que fournit le même procédé avec de l'eau de mer normale. La même action favorisante de KCN se manifeste, que l'élévation de la température ait lieu avant, pendant ou après le séjour dans la solution de KCN : ces changements dans l'ordre des opérations n'entraînent que des changements, d'ailleurs importants, dans la valeur absolue des résultats, et surtout dans la durée optima des différentes phases du traitement (1).

(1) Il est tout à fait remarquable que les deux facteurs ainsi combinés par LILLIE aient l'un et l'autre une action de sens opposé sur la maturation et sur la mise en marche du développement : la chaleur agissant *avant* la dissolution de la vésicule germinative empêche d'une façon *définitive* les processus de maturation (chez *Asterias* : cf. LOEB, *Die Entw. erregung*, p. 13 et 159); KCN les retarde sans les empêcher absolument; au contraire, la chaleur agissant après le commencement des processus de maturation, et de préférence *aussi tôt que possible* après la disparition de la vésicule germinative, provoque le développement, et KCN favorise son action de la façon la plus nette sans être cependant capable de provoquer aucun développement par lui-même. (Il va sans dire néanmoins que le développement ne se produit qu'après le retour dans l'eau de mer normale). — Ces résultats de LILLIE, appuyés sur des tables d'expériences on

Chez les oursins, LYON a obtenu, dès 1903, des segmentations de *Strongylocentrotus lividus* (à Naples) en traitant les ovules par KCN: il a eu ainsi des larves, et même quelques *pluteus*. — D'autre part, LOEB a montré que l'addition de faibles doses de KCN n'empêche pas, chez *Strongylocentrotus purpuratus*, la formation de la membrane par les acides gras ou par la fécondation. Mais il a cru établir: *a*) que la présence de O₂ est une condition nécessaire des processus de désintégration qui se produisent après ce traitement, lorsque les œufs ont été replacés dans l'eau de mer: un courant de H traversant l'eau de mer, l'addition de KCN ou simplement l'abaissement de la température à 2-5°, maintiennent les œufs en état de se développer grâce à un traitement ultérieur, ou parfois même suffisent à provoquer le développement d'un petit nombre d'entre eux, comme dans les expériences de LYON (1); *b*) que la présence de O₂ est également nécessaire pour que les solutions hypertoniques produisent sur les œufs non fécondés (ayant ou n'ayant pas formé préalablement une membrane) les deux séries d'effets qu'elles comportent, c'est-à-dire: α) la mise en marche du développement (après le retour dans l'eau de mer), si leur action n'a pas été trop prolongée; β) la destruction de l'œuf suivant un mode spécial « cytolysè noire » (2) si leur action a été plus prolongée: le courant de H, l'addition de KCN laisse ces œufs intacts, et susceptibles de se développer normalement si on les féconde ensuite ou qu'on expose simplement à l'air, pendant un temps convenable, la solution hypertonique où ils sont placés (3).

DELAGE, en privant de O₂, soit par le vide, soit par un barbotage

ne peut plus claires et démonstratives, paraissent enlever toute espèce de sens aux discussions qui consisteraient à opposer les expériences de LOEB, montrant que O₂ est nécessaire à la maturation d'*Asterias*-02₄ de *Lottia*-05₃) et celles de DELAGE, qui prouvent qu'il est inutile ou même nuisible à la mise en train du développement (d'*Asterias*-07₃), quoique évidemment nécessaire au développement lui-même.

(1) Plus récemment encore, LOEB a obtenu par ce procédé (1 à 2 c. c. de KCN à 1/20 % pour 50 c. c. eau de mer), employé un certain temps (45 à 120 minutes) après la formation de la membrane, un développement de presque tous les œufs, parfaitement normal, et très supérieur, à ce point de vue, à celui qui provoque les solutions hypertoniques (09₃, p. 73 et suiv.).

(2) Voir des figures représentant ce mode de destruction des œufs dans le livre récent de LOEB, *Die Entic. erregung*, p. 52-53.

(3) LOEB insiste tout particulièrement sur ce fait que l'action préservatrice du manque de O₂ est beaucoup plus efficace sur les œufs non fécondés que sur les œufs fécondés.

de N, ses solutions au tannate d'ammoniaque, a constaté seulement une diminution du nombre des larves, d'ailleurs normales et parfaitement aptes à devenir *pluteus*, et cette diminution elle-même lui paraît pouvoir être due à d'autres causes que l'extraction de O₂, probablement incomplète, dans le procédé de LOEB et dans le sien (1). — LOEB, en opérant avec une solution pure de saccharose de la même concentration que celle de DELAGE ($\frac{9}{8} n$), mais sans tannin ni ammoniaque, maintient que l'extraction de O₂, pourvu qu'elle soit complète, supprime absolument tout développement. — La question paraît être de celles qui peuvent être considérées comme résolues, ou du moins comme susceptibles de l'être, par rapport aux conditions expérimentales où s'est placé chacun d'eux.

C) *Hypothèses sur le mode d'action des procédés de la Parthénogénèse artificielle.* — La première impression que laisse l'ensemble des expériences qui viennent d'être analysées doit évidemment être celle d'une grande diversité de procédés. Aussi comprend-on que plusieurs auteurs, par exemple MORGAN ('99), DELAGE, dans la première période de ses expériences ('01), TICHOMIROFF ('02) aient émis l'opinion que ces agents n'ont rien de spécifique, et que toute « *excitation* » susceptible d'agir sur l'ovule sans le détruire immédiatement doit, par là même, mettre en marche un développement plus ou moins normal et plus ou moins prolongé. Cette hypothèse a l'avantage d'expliquer a priori d'une façon commode, quoique assurément un peu vague, tous les résultats positifs ou négatifs qui ont pu ou pourront être obtenus, mais elle ne tient pas compte d'un fait important que l'exposé qui précède a dû mettre en lumière, à savoir : la valeur extrêmement inégale de ces résultats, suivant qu'ils sont dus à tel ou tel procédé, employé dans telles ou telles conditions. Or il est clair que c'est dans l'étude positive de ce fait que réside, au point de vue qui nous occupe, tout l'intérêt scientifique du problème.

La critique a déjà plus de prise sur l'hypothèse par laquelle DELAGE a remplacé provisoirement la précédente, lorsqu'il a constaté

(1) Il est intéressant de remarquer que DELAGE et DE BEAUCHAMP ('07) signalent la rapidité avec laquelle leur réactif, le tannate d'ammoniaque, noircit en absorbant l'O₂ de l'air, tout en ajoutant que, si on compare les divers phénols, on trouve que leur activité sur la Parthénogénèse artificielle n'est pas proportionnelle à leur affinité pour O₂.

l'action si générale et si efficace de CO_2 sur *Asterias* ('02). L'acide carbonique, saisissant l'ovule d'*Asterias* au cours de sa maturation, agirait sur lui comme un « poison temporaire » : il suspendrait, pour un temps, les divisions maturatives, qui, après le retour dans l'eau de mer normale, reprendraient, en s'orientant, cette fois, dans la voie de la segmentation. Cette hypothèse, encore un peu vague, n'est probablement pas indispensable par rapport au cas particulier étudié par DELAGE ; elle n'a certainement pas une valeur générale. Contre elle plaident, en effet : la possibilité d'un commencement de segmentation dans les solutions hypertoniques faibles (LOEB), l'influence positive de la température sur l'efficacité de ces solutions (déjà signalée par LYON '03 et étudiée plus tard à ce point de vue par LOEB '06), et aussi, peut-être, l'opposition de sens que nous avons signalée (p. 337) entre les actions de beaucoup de facteurs (chaleur, KCN : LILLIE '08) sur la maturation et sur le développement. On peut, aujourd'hui, considérer comme démontré expérimentalement que l'action d'un très grand nombre des agents de la Parthénogénèse artificielle, ou même de tous, résulte d'autre chose que d'un arrêt plus ou moins prolongé de processus s'accomplissant normalement dans l'ovule.

Parmi les hypothèses d'esprit physico-chimique, une des plus simples et des plus compréhensives à la fois est certainement celle de la *déshydratation*, sur laquelle ont insisté, en particulier, GIARD et BATAILLON ('00, et plus tard). Les expériences récentes par lesquelles LOEB ('08) a répondu à celles de DELAGE montrent qu'on ne saurait, même aujourd'hui, la considérer comme réfutée par le fait qu'on peut obtenir la Parthénogénèse artificielle avec des solutions d'une pression osmotique théoriquement égale à celle de l'eau de mer. Elle a, en outre, l'avantage de paraître se prêter, dans une certaine mesure, à une vérification par l'observation directe, et on remarquera facilement plus loin que certaines des observations cytologiques de MORGAN, de WILSON (p. 347 et suiv.) pourraient sans doute être interprétées en sa faveur. Elle a l'inconvénient de ne paraître pouvoir rendre compte (sauf étude ultérieure) ni de l'action d'une chaleur courte et modérée (LILLIE), ni de l'action spécifique de certains sels (au moins comme adjuvants : DELAGE), ni de celle des acides (souvent même de certains acides : LOEB, LILLIE) ou des alcalis en solution très diluée, etc.. Enfin, serait-elle vraie, elle ne s'appliquerait évidemment qu'à l'action immédiate des solu-

tions, ou, peut-être, aux phénomènes, qui la suivent directement (formation d'asters, etc.) et laisserait à chercher comment une perte d'eau peut mettre en jeu, à partir de ces phénomènes, une activité de segmentation régulière et prolongée.

LOEB a fait effort, à diverses reprises, pour donner une définition, au moins provisoire, de la nature physico-chimique du processus intime qui la détermine. Guidé par l'importance croissante que prend dans les travaux de Biologie générale, la notion physico-chimique des actions catalytiques (1), il a songé d'abord à attribuer une action de ce genre aux ions de ses solutions ('99, '00₃) (2). Cette conception s'étant trouvée trop simple (3), il pensé ensuite que l'action commune des divers procédés de la Parthénogénèse artificielle pouvait tenir à ce que tous aboutissent, par des voies différentes, à la mise en liberté (ou à l'activation) d'une substance ou d'un groupe de substances capables d'agir, conformément à la définition générale des substances catalytiques, en modifiant la vitesse de certaines réactions ('01₁) (4). Plus récemment, il s'est appuyé sur ses expériences relatives au rôle de O₂ pour développer l'idée que ces substances pourraient être des oxydases, et qu'une partie au moins des processus dont dépend la segmentation (« synthèse de la chromatine » : v., p. ex., *Dynamique*, p. 313, 318) consisterait en des phénomènes d'oxydation. Enfin, sous l'influence du progrès des expériences, ses idées ont pris une forme plus complexe qu'on peut résumer ainsi : 1° L'action des acides, etc., qui se traduit par la formation de la membrane, consisterait dans une liquéfaction, suivie de dédoublement, de certains lipoides, peut-être de la lécithine, contenue en grande quantité dans l'ovule ; cette première série de réactions (lipolyse) fournit les matériaux chimiques nécessaires à la « synthèse de la nucléine », par exemple le groupe phosphorique nécessaire à

(1) Rappelons la définition des actions catalytiques que LOEB emprunte à OSTWALD : « On appelle catalytiques les processus dans lesquels la *vitesse de la réaction* est changée par la présence de corps qui se retrouvent à la fin de la réaction dans le même état qu'au commencement. Ces corps ne modifient que la vitesse de la réaction ; ils n'interviennent pas dans sa formule » (*Dynamique*, p. 20).

(2) *Untersuch.*, p. 24, p. 148.

(3) En présence, notamment, du rôle capital de la pression osmotique, que LOEB a bientôt reconnu ('00₃).

(4) *Untersuch.*, p. 230-1. — La mise en liberté d'« enzymes » avait été envisagée par GIARD, dès 1900 ('00₁), comme une conséquence possible de la déshydratation, ou de la réhydratation qui la suit.

la construction de l'acide complexe de la « nucléine »; 2° chez certains œufs (*Asterias*, etc.), la « synthèse de la nucléine » se produit immédiatement à l'aide de ces matériaux; elle implique des oxydations (1); 3° chez d'autres œufs (*Strongylocentrotus*, etc.), une action correctrice est nécessaire, — celle des solutions hypertoniques, — qui exige également le concours de l'oxygène. Le point essentiel de cette théorie est, en somme, la réduction de l'activité interne qui se traduit par la segmentation à l'action de catalyseurs contenus dans l'œuf lui-même (auto-catalyse) ('08₁). LOEB considère cette interprétation physico-chimique comme justifiée, dans ses grandes lignes, par les trois groupes de faits suivants: 1° le « coefficient de température » de l'action des solutions hypertoniques est extrêmement élevé: mesurée par l'inverse de la durée d'action nécessaire pour obtenir des larves nombreuses, elle augmente de 1 à 3 ou davantage encore pour une augmentation de 10°; 2° cette action exige la présence de O₂ (v. plus haut); 3° elle augmente avec la concentration des HO-ions dans la solution ('08₃, p. 146).

MATHEWS, dans un travail récent ('07), a cherché à mettre en rapport la théorie de l'oxydation avec les phénomènes cytologiques.

DELAGE, quant à lui, incline aujourd'hui à penser que le mécanisme de la Parthénogénèse artificielle pourrait consister dans une *coagulation* (2) partielle (formation de la membrane vitelline) et dans une *liquéfaction* partielle (disparition de la membrane nucléaire) des colloïdes du protoplasma. C'est en partie d'après cette hypothèse théorique qu'il a été conduit à essayer l'action successive ou combinée des acides et des alcalis, puis celle des charges électriques positives et négatives ('07 et '08). Mais il reconnaît tout le premier qu'elle ne peut être considérée comme démontrée par les faits qu'elle a permis

(1) C'est sur ce point précis, et essentiel à la théorie de LOEB ('08₁, p. 4, 20; '09₃, p. 13) que celle-ci reste exposée, malgré toutes les réserves dont il l'entoure, à la critique expérimentale de DELAGE et de LILLIE (LILLIE, '08, p. 425-27: les processus de l'« initiation » du développement, chez *Asterias*, sont de nature « essentiellement anaérobie »). Il est permis de se demander, d'ailleurs, si LOEB maintiendra longtemps cette partie de sa théorie, en présence des résultats, tout à fait voisins de ceux de LILLIE, qu'il vient d'obtenir lui-même sur *Strongylocentrotus* (v. p. 338, n. 1).

(2) LOEB a signalé ('08₁, p. 19) les raisons pour lesquelles il a abandonné cette hypothèse. R. LILLIE, qui était parti de cette idée, note également ('08, p. 378) que les températures les plus basses auxquelles on puisse attendre une coagulation par la chaleur (45°-50°) sont déjà trop élevées pour la Parthénogénèse artificielle.

de découvrir, et, en dernier lieu (1908₇) il suggère une interprétation nouvelle : — les procédés de la Parthénogénèse artificielle agiraient en modifiant la tension superficielle de l'ovule et, par là, la vitesse de ses échanges « dialytiques » avec le milieu, — qui, ainsi qu'il le signale lui-même, rapprocherait beaucoup ses vues de celles de LOEB.

En résumé, toutes ces interprétations des phénomènes de la Parthénogénèse artificielle ont surtout, jusqu'à présent, la valeur d'« hypothèses de travail » : leur peu de stabilité, la rapidité avec laquelle elles se remplacent d'un auteur à l'autre, souvent même d'une période à l'autre du travail du même auteur, montre assez qu'elles sont encore loin d'avoir atteint une structure adéquate à la diversité et à la complexité des conditions des expériences. Une remarque, qui n'entame pas la question, mais qui pourrait peut-être aider à la poser clairement, nous paraît se dégager de l'étude comparative des méthodes. Beaucoup d'entre elles se répartissent assez nettement en deux groupes : celles qui ne sont efficaces qu'à un stade bien déterminé de la vie de l'ovule, et qui sont souvent relativement simples et précises : par exemple, l'élévation de la température dans les expériences de LILLIE ; celles dont l'efficacité est beaucoup plus générale et qui, en général, sont elles-mêmes plus complexes : par exemple, les acides dans les expériences de LILLIE, la méthode double de LOEB ou le procédé au tannate d'ammoniaque de DELAGE. En d'autres termes, il semble que certains ovules tout au moins, — par exemple ceux d'*Asterias*, — traversent spontanément, après leur mise en liberté dans l'eau de mer, une période de susceptibilité pendant laquelle des actions relativement simples et définies suffisent à déterminer la mise en train de leur développement. En dehors de ce cas, il faut racheter, en compliquant les facteurs externes de l'expérience, ce qui lui manque du côté des conditions internes, — autrement dit, trouver moyen d'exercer, en même temps que l'action principale, d'autres actions préparatoires, auxiliaires ou compensatrices. On arrive ainsi, à force de recherches patientes et d'ingéniosité, à des procédés dont la valeur pratique peut être très grande, mais qui se prêtent mal à l'analyse à cause de l'énorme variété des réactions qu'ils peuvent déterminer, soit dans le milieu lui-même, soit, à plus forte raison, dans l'ovule (acides, tannin ou ammoniaque dans l'eau de mer, ou dans un mélange d'eau de mer et de sucre, etc.).

Si ces remarques étaient justes, elles pourraient conduire, semble-t-il, aux conséquences suivantes. — On n'admettrait pas *a priori* que l'aptitude d'une méthode à nous renseigner sur les caractères et le mécanisme intime des processus de la fécondation soit en raison directe de sa généralité, c'est-à-dire de l'étendue de ses applications *pratiques* à une même ou à plusieurs espèces. Car il se peut très bien que sa portée soit due, non pas du tout à ce qu'elle détermine seule, ou mieux que les autres, un ou deux phénomènes essentiels, mais au contraire à ce qu'elle réalise une combinaison particulièrement heureuse de facteurs, dont l'influence respective serait peut-être plus facile à dissocier dans certains cas singuliers. — On conserverait naturellement, et même on s'efforceraient de perfectionner et d'étendre, à cause de leur intérêt *zoologique*, les procédés qui permettent d'obtenir le plus haut pourcentage de larves normales et de les conduire à un stade de développement aussi avancé que possible (v. partie I). Mais en tant qu'on s'occupe d'analyse *physico-chimique*, on s'astreindrait à ne tirer de conclusions théoriques fermes que des expériences où l'on aurait employé des solutions chimiquement pures, et, d'une façon plus générale, fait intervenir des conditions *externes* exactement définies. Et l'on déterminerait quantitativement, mais d'après des critères précis, l'influence de chacune des variables physiques en jeu (1). — Enfin, comme tout de même les facteurs physico-chimiques ne provoquent la Parthénogénèse artificielle qu'en tant qu'ils agissent *sur l'ovule*, on ne croirait pas inutile d'étudier directement les modifications apportées respectivement par chacun d'eux dans la structure ou les propriétés de la substance vivante qui le compose (2). En fait, nous allons voir que c'est des observations cytologiques qui se sont dégagés plusieurs des résultats qui montrent le mieux l'importance des expériences de Parthénogénèse artificielle pour la Biologie générale.

(1) Il est impossible d'ailleurs de méconnaître les difficultés qui oppose à cette étude quantitative la variabilité individuelle des ovules déjà signalée plus haut : v. cependant, en ce sens, les expériences de MOORE citées par LOEB, 1903, p. 78 et suiv.

(2) Écrivant dans le *Bulletin* qui a été l'œuvre de GIARD, nous nous en voudrions de ne pas dire que ces quelques remarques nous paraissent être d'accord avec ses vues sur les conditions du progrès de la Biologie : v. sa vivante conférence sur l'*Évolution dans les sciences biologiques*, t. 41 du Bulletin, notamment p. 438-39. — Il va sans dire qu'elles concordent aussi, sur bien des points, avec les réflexions des auteurs dont le nom domine toute l'histoire de la Parthénogénèse artificielle, quoique, sur d'autres, les plus considérables d'entre eux nous paraissent les avoir quelquefois négligées.

V. LE PROBLÈME CYTOLOGIQUE.

A) *Formation d'une membrane autour de l'œuf.* — Le processus morphologique de la formation de la membrane autour d'œufs non fécondés a été étudié pour la première fois par HERBST, lorsqu'il a réussi à l'obtenir grâce à l'action de toute une série de substances : benzol, etc. (v. p. 299). Dans ces expériences, HERBST a trouvé qu'il se composait de deux parties distinctes et successives : 1^o une modification chimique, accompagnée de durcissement, de la couche superficielle de l'œuf, modification qui peut atteindre, dans les différentes régions de la superficie d'un même œuf, tous les degrés de netteté, depuis l'indistinction jusqu'à la différenciation complète (1) ; 2^o un soulèvement de la membrane ainsi formée, qui la fait ressortir optiquement en la détachant du reste de l'œuf. HERBST interprète ce dernier phénomène en admettant que l'œuf « sécrète » après la formation de la membrane, une substance gélatineuse qui se gonfle par absorption d'eau à travers la membrane. Il montre, en outre, que le processus est susceptible de se répéter : des œufs déjà pourvus antérieurement d'une membrane de fécondation en reforment une seconde dans le chloroforme (2) ('93₁).

Depuis le début des recherches sur la Parthénogénèse artificielle, l'apparition de la membrane a été signalée par quelques auteurs comme une conséquence, plutôt irrégulière, du traitement par les solutions hypertoniques (v. LEFÈVRE, '07, p. 104-105) : LOEB, en commençant à chercher un procédé qui permit de l'obtenir avec sûreté, a montré qu'on pouvait la provoquer, chez *Strong. purpuratus*, par des solutions concentrées : NaCl, saccharose $1 \frac{1}{2}$ à $2 \frac{1}{2} n$; il considère le processus tel qu'il s'accomplit dans ces solutions comme consistant dans une sorte de sécrétion d'une substance liquide, qui soulève la lamelle superficielle, soit immédiatement sur

(1) ZIEGLER, dans les expériences où il a réussi à séparer, au cours de la fécondation, le noyau mâle et le noyau femelle ('98), insiste sur la formation de la membrane autour du fragment contenant le noyau mâle : fait qui est généralement considéré (cf. WILSON, '00, p. 132) comme éliminant l'hypothèse d'une préexistence de la membrane. V. cependant, en faveur de cette hypothèse, SCHÜCKING ('03) et, sous réserves, les expériences de LOEB ('04₁, etc.) analysées ici même.

(2) TENNENT et HOGUE ont observé le même phénomène chez des œufs d'*Asterias* préalablement traités par CO₂ et fécondés 20 ou 30 minutes après leur retour dans l'eau de mer ('06).

tout le pourtour de l'œuf, soit d'abord par places, en formant un certain nombre de petites vésicules qui se rejoignent ultérieurement : lorsque la pression intérieure exercée sur ses différents points s'est égalisée, la membrane a pris et conserve sa forme sphérique ('04₁).

Dans la seconde période de ces mêmes recherches, les résultats de LOEB, provoquant la formation de la membrane ; *a*) par le benzol, l'amylène, etc., dans la solution même ; *b*) par une petite dose d'un acide de la série grasse, après le retour dans l'eau de mer, chez *Strong. purpuratus* et *Asterina*, ont été obtenus également :

d'une façon très irrégulière, par HERBST, chez le *Sphaerechinus* de Naples, avec le traitement par les acides gras (méthode de LOEB) ou simplement avec l'eau douce ('06₂) ;

d'une façon assez irrégulière encore par TENNENT et HOGUE chez *Asterias forbesii* avec le traitement par CO² (procédé de DELAGE) (1) ('06), et par GODLEWSKI chez *Echinus microtuberculatus* avec le même procédé ('08) ;

d'une façon très constante, au contraire, par LEFÈVRE, chez *Thalassema*, par RALPH S. LILLIE, chez *Asterias forbesii*, avec le xylol ou l'éther (dans la solution), avec les acides gras ou grâce à une brève élévation de la température (33° à 40°) agissant pendant une période convenable de la maturation (formation de la membrane après le traitement). Dans ce dernier cas (action de la chaleur), la membrane apparaît, 10 ou 15 minutes après le retour dans l'eau de mer normale, sous la forme d'une couche ondulée ou crénelée qui adhère étroitement à la surface de l'œuf ; puis elle se détache graduellement, dit LILLIE, à mesure que l'eau de mer pénètre dans l'espace qui la sépare de la surface de l'œuf, et prend ainsi, en 20 ou 25 minutes, un aspect régulier ('08, p. 385) (2).

B) *Formation d'asters et division*. — La formation d'astrosphères artificielles par les solutions salines plus concentrées que l'eau de mer (MgCl₂, NaCl dans l'eau de mer) a été, nous l'avons vu, le

(1) DELAGE, personnellement, n'attribue pas une grande importance à la formation de la membrane : il la considère comme n'ayant pas d'influence nette sur la suite du développement.

(2) GOLDSCHMIDT et POPOFF ont étudié la formation de la couche hyaline sous-jacente à la membrane de fécondation chez des œufs fécondés de *Strong. lividus* et d'*Echinus microtuberculatus*, dans de l'eau de mer plus ou moins concentrée : ils la considèrent comme étant due à une « différenciation ectoplasmique » sur place, et non à une « sécrétion » ('08).

fait qui a donné lieu aux premières observations de MORGAN. Ces astrosphères, qui se prennent dans la solution même, et en plus ou moins grand nombre suivant sa concentration et sa durée d'action, ont été étudiées par MORGAN sur du matériel fixé par le sublimé acétique ou les liquides micro-acétiques et coloré par l'hématoxyline au fer de HEIDENHAIN. Il en a trouvé de deux types : les unes laissent voir des rayons qui restent nets jusque dans la région centrale et se rencontrent en un point, tout en étant entourés d'un protoplasma dense, qui se colore intensément en bleu par l'hématoxyline au fer, et que MORGAN, pour cette raison, appelle *cyanoplasma* ; les autres se composent d'une région centrale claire, avec des rayons faiblement dessinés ou nuls, et d'une région périphérique comprenant rayons et *cyanoplasma*. Le rôle de ces astrosphères dans la division, — qui se produit après le retour dans l'eau de mer normale et fait apparaître immédiatement un nombre d'autant plus grand de cellules que le séjour dans la solution hypertonique a été plus prolongé, — se bornerait à séparer les chromosomes ; la division du cytoplasma se ferait autour de chaque noyau ainsi formé, sans rapport net avec la position des astrosphères ('99 et '00).

MATHEWS a signalé comme un effet de l'agitation, chez *Asterias*, la formation d'astrosphères artificielles, visibles sous forme de taches claires (de 2 à 30) et la division directe en un plus ou moins grand nombre de cellules, qui en est la conséquence ('01).

Mais c'est EDM.-B. WILSON qui, en étudiant, sur *Toxopneustes*, les effets du traitement par l'eau de mer additionnée de $MgCl_2$, a décrit avec le plus de précision les phénomènes cytologiques déterminés par l'emploi de ce procédé. Sa description, faite, en partie, d'après des observations sur l'œuf vivant, distingue deux cas principaux : a) dans l'un, « le premier changement qui puisse être noté (dans la solution de Mg elle-même) est une modification du réseau cytoplasmique alvéolaire, qui perd son bel arrangement régulier et prend un aspect plus grossier et plus rude (stade 1). Ceci semble être dû à ce que les fins granules ou « microsomes » qui le composent s'agglomèrent en laissant entre eux certains intervalles; ils tendent aussi à se disposer en courtes lignes brisées irrégulières. Ce changement, qui se produit ordinairement en 10 à 20 minutes, est suivi de l'apparition d'une radiation vague dans le cytoplasma, laquelle a, d'une façon générale, le noyau pour centre, mais ne s'étend pas d'abord jusqu'à lui (stade 2). Cette *radiation primaire*

apparaît d'abord dans la partie extérieure du cytoplasma, puis s'étend de là vers l'intérieur jusqu'au noyau qu'elle finit par atteindre (30 à 60 minutes)... Les rayons paraissent consister en travées de hyaloplasma (substance continue), contenant des rangées irrégulières et interrompues de microsomes, entre lesquelles sont comprises les sphères alvéolaires, disposées elles aussi jusqu'à un certain point en rangées, mais jamais aussi nettement que dans le spermasteur. — « En tout cas, ajoute WILSON, la formation de la *radiation primaire* n'est vraisemblablement pas due à une action émanant du noyau, puisqu'elle apparaît avec une netteté égale ou même plus grande dans les fragments *non nucléés* qu'on peut obtenir en secouant les œufs. Elle est certainement, dans ce dernier cas, un phénomène purement cytoplasmique, et il est probable qu'elle est de la même nature dans les œufs entiers » ('01, p. 539-40). En même temps, le noyau augmente de volume : à un moment donné, la membrane nucléaire finit par disparaître, et la *radiation primaire* s'efface : ce moment est celui que WILSON choisissait pour reporter les œufs du Mg dans l'eau de mer (1).

Alors reparait, dans une seconde période de l'évolution des mêmes œufs, une radiation nouvelle, mais se développant, cette fois, dans un sens centrifuge — du noyau vers la périphérie. Cet aster nouveau peut avoir deux foyers, situés chacun à un pôle de l'aire nucléaire, et on a alors des mitoses régulières ; mais il peut aussi en avoir plus de deux ou n'en avoir qu'un seul : on a dans ce dernier cas, un *monaster*, incapable de répartir les chromosomes en deux groupes distincts, mais qui n'en fonctionne pas moins comme centre de division nucléaire ; sous son action, on peut voir se produire, jusqu'à 6 fois de suite, la reconstitution du noyau, puis l'effacement de sa membrane, et ce dernier phénomène est suivi chaque fois d'une division longitudinale des chromosomes, qui se trouvent ainsi doubler de nombre à chacune de ces karyokinèses anormales.

b) Chez d'autres œufs apparaissent, dans la solution de Mg, des « *cytasters* » ou asters cytoplasmiques, visibles sous la forme d'une tache claire entourée de rayons, et dont la présence restreint

(1) WILSON insiste sur la correspondance parfaite de ces phénomènes avec ceux qui se produisent dans l'œuf fécondé : il interprète les lignes claires de la radiation comme dues à des courants centripètes de hyaloplasma, et pense que l'accumulation du hyaloplasma autour du noyau doit être en rapport avec l'augmentation de volume de celui-ci.

naturellement d'autant plus l'importance de la *radiation primaire* que leur nombre est plus grand. Comme la radiation primaire elle-même, ils se réduisent lorsque la membrane nucléaire disparaît. Quand la principale figure de segmentation se forme, les *cytasters*, jusque-là immobiles, émigrent vers la périphérie de la cellule, s'allongent parallèlement à sa surface, et y forment des figures de segmentation rudimentaires. Ces figures, dépourvues de chromatine, ne semblent aboutir qu'exceptionnellement à une division locale du cytoplasma (blastomères sans chromatine) (1); en règle générale, elles paraissent plutôt entraîner, en réduisant la figure de segmentation principale, un retard dans la division normale de l'œuf, qui peut se trouver ainsi différée jusqu'au moment où plusieurs divisions nucléaires se sont déjà produites (phénomène de LOEB et de MORGAN : v. p. 300 et 303). Mais WILSON signale et figure comme un phénomène fréquent, sinon absolument constant, la *division des cytasters* eux-mêmes, soit dans l'œuf entier où elle est synchronique de la division nucléaire, soit dans les fragments non nucléés. Tous ces derniers phénomènes peuvent se produire dans Mg et continuer dans l'eau de mer. — WILSON cite, enfin, de nombreux cas de formation d'« asters accessoires » dans les mitoses de maturation de beaucoup d'espèces animales ou végétales : il admet que, dans la fécondation, le centrosome introduit par le spermatozoïde (pièce intermédiaire) inhibe, par son activité supérieure, la formation d'autres centres (O_1).

Dans une autre étude, WILSON montre qu'en traitant par l'éther des œufs de *Toxopneustes* 1 minute après la fécondation, c'est-à-dire avant que le pronocleus mâle et femelle aient fusionné, on peut obtenir la formation d'asters distincts et des divisions indépendantes du côté mâle et du côté femelle : il a obtenu, avec le même œuf, jusqu'à 8 cellules exclusivement mâles et 7 exclusivement femelles (2). Si on opère après que s'est formée la première figure de segmentation et qu'on affaiblisse la solution d'éther par évaporation ou dilution, il se produit une série de divisions

(1) Ce n'est pas là la seule origine possible des blastomères sans chromatine : certains d'entre eux peuvent résulter du passage de toute la chromatine à l'un des pôles, dans une figure mitotique ordinaire.

(2) Cette méthode constitue, en somme, un équivalent extrêmement élégant de celle de ZIEGLER (séparation mécanique) et de toutes celles de la Parthénogénèse artificielle, en tant qu'elle dissocie l'« excitation au développement » et la conjugaison des noyaux.

nucléaires non suivies de division cytoplasmique, aboutissant à la formation d'un syncytium de 8 à 64 noyaux, véritable « blastula indivise dont la cavité a été supprimée »; replacés dans l'eau de mer, ces œufs se divisent d'un seul coup en autant de cellules qu'ils contenaient de noyaux (phénomène de LOEB, NORMAN, etc., sur *Arbacia*). Entre autres phénomènes anormaux résultant de l'éthérisation, WILSON a observé le suivant: dans des cas où la chromatine a passé tout entière dans l'un des deux premiers blastomères, l'aster ne s'en divise pas moins des deux côtés, et il se forme ainsi successivement 2, 4, 8 et 16 blastomères, dont la moitié sans noyau, mais chacune de ces divisions achromatiques est suivie d'une fusion (1) ('01₂). — De toutes ces observations, WILSON conclut que les phénomènes intéressant respectivement les centrosomes, les noyaux et le cytoplasma doivent être considérés comme formant, dans la karyokinèse, trois cycles relativement distincts, mais que cependant les asters sont bien, contrairement à l'opinion de MORGAN, une expression directe des forces qui agissent sur la division du cytoplasma.

Chez *Asterias*, la « multiplication des figures astéroïdes » et la « dislocation des chromosomes » précédant la division cellulaire ont été signalées de bonne heure par DELAGE ('01₂); TENNENT et HOGUE, en étudiant sur des œufs vivants d'*Asterias forbesii*, les conséquences du traitement par CO₂, ont retrouvé exactement tous les phénomènes décrits par WILSON sur *Toxopneustes*; toutefois il n'y a de *cytasters* que si le traitement par CO₂ a été trop prolongé: leur absence représente donc une condition favorable au caractère normal du développement.

Chez *Thalassema*, le traitement par les acides a permis à LEFÈVRE d'étudier, sur du matériel fixé (mélange micro-acétique de WILSON) et coloré (hématoxyline au fer) de nombreuses mitoses de maturation et de segmentation d'aspect tout à fait normal; il n'a pas trouvé, en général, de *cytasters*, et n'a observé de division cytoplasmique qu'à la suite de mitoses régulières ou intéressantes, du moins, une partie du matériel chromatique. Il a observé, en revanche, l'existence de *monasters*, — leur fonctionnement, entraînant la division longitudinale des chromosomes, tel qu'il a été décrit par WILSON, — et nombre d'autres phénomènes anormaux.

(1) Le même fait a été observé antérieurement par ZIEGLER ('984).

Enfin, chez les Vertébrés, BATAILLON signale (*Rana fusca*) « l'apparition de sphères actives et l'orientation du substratum achromatique » comme l'élément constant des phénomènes de segmentation, généralement très irréguliers, que détermine l'action des solutions hypertoniques ('04₂) (1).

De l'ensemble de ces observations, on peut conclure, semble-t-il : 1° que la formation d'asters plus ou moins nombreux, plus ou moins régulièrement orientés, apparaît de plus en plus comme le trait dominant des phénomènes cytologiques de la Parthénogénèse artificielle ; 2° que ces asters paraissent bien être l'expression morphologique des forces qui déterminent les divisions successives de l'œuf, auxquelles la chromatine du noyau participe d'une façon plutôt passive (2).

Question de la *permanence* ou de la *formation de novo* des centrosomes. — On a vu qu'au début des recherches sur les phénomènes de développement qui peuvent se manifester dans les œufs non fécondés (auxquels manque, par conséquent, le centrosome actif introduit, dans la fécondation, par la « pièce intermédiaire » du spermatozoïde), R. HERTWIG, ZIEGLER inclinaient à admettre l'existence d'un centrosome femelle, d'un « ovocentre » susceptible d'agir sous le coup d'une certaine stimulation. Mais, dans les nombreux asters artificiels observés par MORGAN, par WILSON, y compris les « cytasters », — WILSON en particulier décrit et figure, d'après des coupes, un centrosome très net, qui ne peut être considéré comme un artifice de préparation : il a même constaté que ce centrosome était souvent double et il a pu, enfin, suivre et représenter sa *division* lors de la division du cytaster (mentionnée plus

(1) De ces réactions, qui intéressent principalement le cytoplasma, semblent devoir être rapprochées les observations de SOMMER ('05) qui, en étudiant l'ovule ovarien des Ascidies (*Ciona intestinalis*, etc.) dans des solutions de NaCl plus ou moins concentrées, a constaté une diminution de volume de l'ovule (rapprochement des granulations cytoplasmiques), du noyau et du nucléole, et surtout une forme amiboïde du noyau, susceptible de s'atténuer ou de s'accroître (augmentation de taille des pseudopodes) en raison des variations de la concentration, — et celle de R. LILLIE, ('08), qui signale l'activité amiboïde intense des œufs d'*Arbacia*, traités par les acides : fait qui semble témoigner en faveur d'un rôle des variations de la tension superficielle dans les phénomènes de la Parthénogénèse artificielle.

(2) Parmi les auteurs récents, KOSTANECKI ('04₂) est à peu près le seul à attribuer au noyau un rôle actif, dans les karyokinèses « intra-nucléaires », suivies de fusion des deux noyaux (cf. p. 356), qui, après lui, précèderaient normalement les mitoses suivies de division, dans la parthénogénèse de *Mastra*.

haut). Les cytasters se formant sur place et restant immobiles pendant assez longtemps, il est impossible d'échapper, en ce qui les concerne, à l'idée de la formation *de novo* de leur centrosome initial.

Mais WILSON étend la même conception au « centrosome primaire » de la figure de segmentation principale. Celui-ci apparaît, dès l'origine de la formation de la figure, comme un corps très distinct, entouré d'un aster, et appliqué contre la membrane nucléaire en l'un de ses points, qui est justement celui où elle commence à se dissoudre ; il reste ensuite nettement reconnaissable, sous la forme d'une plaque concave du côté des chromosomes. D'après WILSON, ce centrosome serait constitué par un filtrage à travers la membrane nucléaire : ainsi s'expliquerait son développement supérieur à celui des centrosomes des cytasters. D'abord unique comme dans le cas du monaster (?), le « centrosome primaire » se diviserait pour donner naissance au diaster normal : WILSON signale même des faits qui lui donnent à penser que la distribution des chromosomes dédoublés longitudinalement ne peut se faire normalement qu'entre des centrosomes issus par division d'un même centrosome ('01₁, p. 571).

Dans cette conception de WILSON, appuyée sur les observations les plus difficiles et les plus précises, deux parties sont à distinguer : a) la possibilité de la formation *de novo* des centrosomes, vérifiée par STEVENS sur des blastomères d'*Echinus* auquel leur centrosome a été enlevé, par YATSU sur des fragments non nucléés d'œufs de *Cerebratulus* ('05), n'a guère été contestée directement que par PETRUNKEWITSCH, qui a essayé de reprendre la vieille théorie de la stimulation de l'ovocentre ('04), mais a vu ses interprétations, sur ce point critiquées d'une façon décisive par WILSON ('05). KOSTANECKI ('04₂), cependant, signale l'absence de *centrioles* distincts dans les mitoses parthénogénétiques de *Mastra*, seulement lorsque les deux globules polaires ont été expulsés. Plus récemment, SCOTT, sur *Amphitrite*, et surtout LEFÈVRE, sur *Thalassema*, déclarent qu'il leur a été impossible de constater la persistance continue du centrosome à tous les stades des divisions successives de la segmentation et admettent, en conséquence, que sa formation *de novo* est un phénomène normal et régulier du développement, même chez les œufs fécondés ; b) beaucoup d'auteurs, et en particulier LEFÈVRE, sur *Thalassema*, n'ont pas réussi à mettre en évidence la division du centrosome signalée par WILSON chez *Toxopneustes* et, très

sommairement, par HUNTER chez *Arbacia*; TENNENT et HOGUE décrivent, cependant, chez *Asterias*, un écartement progressif des centrosomes de l'amphiaster, qui paraît bien témoigner en sa faveur.

C) *Expulsion des globules polaires; participation du noyau aux phénomènes de la segmentation; nombre des chromosomes.* — En ce qui concerne la partie des phénomènes du développement qui intéresse directement le noyau, ou plutôt la chromatine, une question qui a également un intérêt biologique très général se pose d'emblée: c'est celle de l'expulsion des globules polaires. Au début des recherches sur la Parthénogénèse artificielle, on a vu que O. HERTWIG ('90), BRAUER ('93) admettaient la théorie de WEISMANN d'après laquelle la Parthénogénèse, naturelle ou artificielle, serait liée à la non-expulsion du 2^e globule polaire. MEAD paraît avoir été le premier qui ait signalé, dans ses expériences avec KCl sur *Chaetopterus*, la possibilité d'obtenir, après l'expulsion des deux globules polaires, un commencement de segmentation de l'œuf non fécondé. Depuis, DELAGE, qui avait d'abord cru à la rétention du 2^e globule polaire ('01₃), a constaté, dans ses travaux avec CO₂, que la parthénogénèse d'*Asterias* peut être obtenue avant ou après l'émission des deux globules polaires, pourvu cependant que l'œuf soit déjà sorti de l'état de « repos » qui précède les mitoses de maturation et ne soit pas encore rentré dans celui qui les suit ('02₃, '04₂). BULLOT, sur *Ophelia*, KOSTANECKI, sur *Maetra*, ont également obtenu l'expulsion des globules polaires au début du développement, du moins pour une concentration et une durée d'action convenable des solutions hypertoniques. Parmi les travaux les plus récents, celui de SCOTT sur *Amphitrite* signale l'expulsion des globules polaires comme se produisant, quoique d'une façon irrégulière et souvent plus ou moins anormale, après le traitement par Ca (NO₃)₂; TENNENT et HOGUE la décrivent comme ayant lieu régulièrement, quoiqu'avec un retard accentué, après le traitement par CO₂ des ovules d'*Asterias forbesii* (1). LEFÈVRE signale, chez

(1) Ce résultat peut paraître en opposition avec une indication déjà un peu ancienne de DELAGE ('02₃), d'après laquelle les œufs qui n'auraient pas expulsé leurs globules polaires avant le traitement par CO₂ ne les expulsent pas ensuite. Peut-être y a-t-il lieu d'étendre à CO₂ la distinction établie par R. LILLIE pour la chaleur: il y a suppression permanente de la maturation si le traitement agit avant qu'elle ait commencé (effacement de la membrane nucléaire), mais continuation dans le cas contraire.

Thalassema, le même retard dans la maturation : dans la grande majorité des cas, les deux globules polaires sont expulsés à la suite de mitoses régulières : il arrive même fréquemment qu'ils subissent plusieurs divisions, manifestant ainsi, sous l'influence du traitement chimique, une activité parthénogénétique rudimentaire, qui aboutit à la formation d'« embryons en miniature » pouvant compter jusqu'à 16 petites cellules ; dans d'autres cas, cependant, le second ou même les deux globules polaires peuvent être retenus, et LEFÈVRE figure des coupes qui lui donnent à penser que les deux noyaux formés par ces mitoses de maturation interne peuvent fusionner, comme le pronucleus mâle et le pronucleus femelle dans la maturation, ou peut-être même donner lieu directement à la formation de deux cellules égales : les œufs qui n'ont pas expulsé de globules polaires semblent être susceptibles de se développer normalement. — En résumé, il est hors de doute aujourd'hui que le développement peut se produire, dans les expériences de Parthénogénèse artificielle, après que l'ovule a subi ses deux mitoses de maturation, et, par conséquent, la réduction chromatique ; ajoutons que VON BAEHR ('07) cite de nombreux cas où la formation des deux globules polaires a été constatée chez des œufs *naturellement* parthénogénétiques, et que la théorie de WEISMANN doit donc être abandonnée, même par rapport à la Parthénogénèse naturelle.

Ces faits, en montrant que le noyau des ovules parthénogénétiques ne contient que les éléments normaux d'une cellule sexuelle, donnent un intérêt considérable à son histoire au cours du développement. — D'après WILSON, la différenciation des chromosomes lors de la division peut se faire, chez les œufs parthénogénétiques de *Toxopneustes*, suivant deux modes bien distincts et qui correspondent, en gros, avec deux séries de phénomènes cytoplasmiques distinguées plus haut : *a*) dans les œufs où les cytasters sont peu nombreux, le nucléole grossit, dans la solution de Mg, en même temps que le noyau, mais sa colorabilité ne change pas ; les chromosomes se forment indépendamment de lui dans le noyau, par accumulation de la substance chromatique, et il finit par disparaître avec la membrane nucléaire ; *b*) au contraire, dans les œufs à cytasters nombreux (œufs traités par des solutions plus fortes ou plus longtemps), il arrive qu'en même temps qu'il grossit fortement, il devienne *intensément colorable*, à l'exclusion de toute autre partie du noyau, puis prend un aspect irrégulier, spongieux, et finalement

différencie, en le formant de sa propre substance, le *spirème* où se découperont les chromosomes. Ces observations surprenantes doivent-elles nous amener à considérer la chromatine comme une substance liquide, et susceptible d'être reprise ou abandonnée par une base achromatique? WILSON indique combien cette conception, si elle était établie d'une façon générale, serait difficile à concilier avec la notion morphologique classique de l'*individualité des chromosomes* ('01₁).

Ce qui est certain, en tous cas, c'est que, à la suite du traitement chimique, des karyokinèses, souvent tout à fait régulières, ont lieu, et que les chromosomes y apparaissent naturellement comme éléments distincts: quel va être leur *nombre*? Dès le début des recherches, R. HERTWIG ('96) signalait, dans les figures chromatiques provoquées par la strychnine, un nombre de chromosomes nettement inférieur à celui de l'œuf fécondé. WILSON, dans son travail sur *Toxopneustes* ('01₁), constatait la persistance, au cours de la segmentation, du nombre réduit des chromosomes: 18 au lieu de 36. DELAGE au contraire, a cru retrouver chez ses embryons parthénogénétiques de *Paracentrotus* et d'*Asterias* le même nombre de chromosomes que chez les embryons issus d'œufs fécondés, et, s'étant convaincu que le fait ne pouvait être attribué à la rétention du 2^e globule polaire, il l'a interprété dans le sens d'une régulation du nombre des chromosomes: hypothèse qu'il avait déjà soutenue au sujet de ses expériences de *mérogonie* ('99). — Mais STEVENS, PETRUNKEWITSCH n'ont rien pu constater de semblable à cette régulation, et BOVERI a même soutenu que le nombre observé par DELAGE chez *Paracentrotus* et chez *Asterias* (18) et considéré par lui comme étant le nombre complet ou somatique ($2n$), est en réalité le nombre réduit (n). En réalité, si on fait abstraction des cas de rétention d'1 ou de 2 globules polaires déjà signalés plus haut, notamment d'après LEFÈVRE, on peut dire que l'accord des auteurs paraît aujourd'hui à peu près complet sur ce point précis: toutes les fois que le noyau a été vraiment ramené, par la maturation, à l'état normal du pronucleus femelle dans les œufs fécondés, et lorsque la segmentation commence et se poursuit normalement à partir de cet état, il n'y a jamais, si loin qu'on puisse la suivre, de retour du nombre n des chromosomes au nombre $2n$: LEFÈVRE, en particulier, a constaté et figuré de la façon la plus nette la persistance du nombre réduit (12, chez *Thalassema*) dans des cellules des stades *blastula* et

gastrula. Cette persistance est-elle définitive et générale ? il serait extrêmement intéressant, pour en déterminer la signification, d'amener les embryons issus de la Parthénogénèse artificielle jusqu'à l'état de maturité sexuelle, et d'étudier chez eux, les divisions réductrices qui donnent naissance aux cellules germinales (1).

Il convient cependant de mentionner certaines observations qui paraissent montrer comment *peut* se rétablir, — indépendamment de toute rétention du 2^e globule polaire, — l'égalité du nombre des chromosomes entre les œufs artificiellement parthénogénétiques et les œufs fécondés. KOSTANECKI ('04₂) décrit chez les œufs de *Macra* traités par KCl des « karyokinèses intra-nucléaires » dans lesquelles le noyau se diviserait, en doublant le nombre de ses chromosomes, en deux noyaux qui fusionneraient ensuite : fait à rapprocher, peut-être, du fonctionnement des monasters, nettement anormaux, décrits plus haut d'après WILSON et LEFÈVRE. — D'autre part, TENNENT et HOGUE ('06), en fécondant des œufs d'*Asterias* préalablement traités par CO₂, ont cru trouver que le nombre des chromosomes de la plaque équatoriale restait le même chez ces œufs que chez les œufs parthénogénétiques, simplement traités par CO₂ : à savoir 18 chez certains œufs, 36 chez d'autres. Il y aurait donc dans ce cas, non pas dédoublement des chromosomes chez les œufs parthénogénétiques, mais au contraire conjugaison des chromosomes mâles et femelles chez les œufs fécondés : en conséquence on aurait le même nombre de chromosomes, mais « univalents » chez les œufs parthénogénétiques, « bivalents » chez les œufs fécondés.

En résumé, l'ensemble des observations cytologiques confirme incontestablement l'idée que les procédés de la Parthénogénèse artificielle agissent, — non par « stimulation » d'un ou de plusieurs organes cellulaires nettement délimités et possédant déjà, antérieurement à cette « stimulation », une existence morphologique et des propriétés physiologiques définies (comme le système nerveux des animaux supérieurs avant l'acte réflexe), — mais par des modifications de l'équilibre physico-chimique de l'ensemble des substances contenues dans l'ovule (cytoplasma et noyau), — modifications dont le

(1) Rappelons, à ce sujet, que l'un au moins des oursins parthénogénétiques de DELAGE avait formé de nombreux spermatozoïdes bien différenciés ('09).

sens, la vitesse et la localisation sont évidemment déterminées par la composition et la disposition de ce milieu complexe, et dont l'analyse comporte, en conséquence, des difficultés techniques considérables. Malgré ces difficultés, le travail des expérimentateurs les a déjà rendus maîtres, dans une certaine mesure, de l'une au moins des deux grandes séries de phénomènes desquelles résulte la formation d'un être vivant : à savoir la mise en train d'un processus régulier de segmentation. L'autre et la plus importante, c'est-à-dire la transmission des caractères héréditaires, commence déjà, — par exemple dans les belles expériences où HERBST a utilisé le traitement par les acides (méthode de LOEB) comme facteur de l'hybridation, ('06-'09), — à devenir, à son tour, l'objet d'une prise de possession analogue (1).

Les résultats de ces dix années de recherches sur la Parthénogénèse artificielle, — quand bien même ils constitueraient (ce qui est loin d'être le cas) les seuls progrès réalisés dans le sens d'une analyse physico-chimique de la vie, — ne permettraient plus, à notre avis, de reprendre sans réserve le mot de WILSON : « L'étude de la cellule paraît avoir, à tout prendre, élargi plutôt que diminué l'énorme fossé qui sépare du monde inorganique les formes même les plus humbles de la vie » (*The Cell in Development and Inheritance*, 2^e édition, 1900, p. 434).

(1) Une transition intéressante entre la Parthénogénèse artificielle et la fécondation normale vient d'être établie par l'étude histologique de KUPELWIESER ('09) sur les œufs d'*Echinus microtuberculatus* fécondés par des spermatozoïdes de *Mytilus galloprovincialis* (Istrie). Le centrosome du spermatozoïde se divise et donne naissance, — lorsqu'il n'y a pas eu polyspermie, — à une figure karyokinétique régulière, mais dans laquelle n'entrent que les chromosomes du noyau femelle. Le noyau mâle de *Mytilus* reste étranger à la karyokinèse : on le retrouve inclus dans un des blastomères du stade 2, puis il paraît dégénérer.

D'autre part, LOEB ('08) a obtenu de nombreux pluteus, de type maternel pur, en fécondant, dans de l'eau de mer légèrement alcaline (cf. p. 330) des ovules de *Strongylocentrotus franciscanus* par des spermatozoïdes de *Chlorostoma funebrale* (Mollusque), — et HAGEDOORN ('09), en reprenant, sur *Strong. purpuratus* et *franciscanus*, l'ensemble des expériences de fécondation hétérogène déjà réalisées par LOEB, a obtenu d'une façon constante des pluteus ayant des caractères exclusivement maternels. Les expériences de KUPELWIESER montrent qu'il n'est pas possible de tirer de toutes ces expériences des conclusions relatives au mode de transmission des caractères héréditaires : il est indispensable de distinguer, dans l'ensemble des faits d'« hybridation hétérogène » (LOEB), les cas où le noyau ♂ ne fait que provoquer la segmentation sans y participer et ne représente, en somme, qu'un agent parthénogénétique complexe, et ceux où il y a réellement *karyogamie*. (GODLEWSKI, '06, HERBST, '09).

INDEX ALPHABETIQUE

par noms d'auteurs et par dates.

- ABDERHALDEN '04: Neuere Versuche über künstliche Parthenogenesis und Bastardierung. (*Arch. Rass.-Gesellsch. Biol.*, t. I).
- ARIOLA '01₁: La pseudogamia osmotica nel *Dentalium entalis* L., nota I. (*Mitteil. d. zool. Station zu Neapel*, t. XV).
- '01₂: La natura della partenogenesi nell' *Arbacia pustulosa*. (*Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr. Genova*, t. XII).
- '03₁: La pseudogamia osmotica nei Batraci, nota II. (*Arch. f. Entw. mechanik*, t. XVI).
- '03₂: Le ipotesi nella partenogenesi sperimentale e la fecondazione normale. (*Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr. Genova*, t. XIV).
- '06: Pressione osmotica e potere fecondante nei nematospermi. (*D°*, t. XVII).
- BAEHR (VON) '07: Ueber die Zahl der Richtungskörper in parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Bacillus rossii*. (*Zoolog. Jahrbücher*, t. XXIV).
- BARFURTH '96: Versuche über die parthenogenetische Furchung des Hühnereies. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. II).
- BATAILLON '00₁: La résistance des œufs d'*Ascaris* et la pression osmotique. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LII).
- '00₂: La pression osmotique et l'anhydrobiose. (*D°*, d°).
- '00₃: Recherches expérimentales sur l'évolution de la Lamproie. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXX).
- '00₄: Pression osmotique de l'œuf et polyembryonie expérimentale. (*D°*, d°).
- '00₅: La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les Amphibiens et les Poissons. (*D°*, t. CXXXI).
- '00₆: La pression osmotique et les grands problèmes de la biologie. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XI).
- '01₁: Sur la valeur comparée des solutions salines ou sucrées en tératogénèse expérimentale. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXII).
- '01₂: Sur l'évolution des œufs immatures de *Rana fusca*. (*D°*, d°).
- '01₃: Études expérimentales sur l'évolution des Amphibiens: les degrés de maturation de l'œuf et la morphogénèse. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XII).
- '02: Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXIV).
- '03: Segmentation parthénogénétique expérimentale chez les œufs de *Petromyzon planeri*. (*D°*, t. CXXXVII).
- '04₁: La segmentation parthénogénésique des œufs immatures de *Bufo* dans l'eau pure. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LVI).
- '04₂: Nouveaux essais de Parthénogénèse expérimentale chez les Vertébrés inférieurs (*Rana fusca* et *Petromyzon planeri*). (*Arch. f. Entw. mech.* t. XVIII).

- BATAILLON '04₃ : Les agents dits « spécifiques » en Tératogénèse et en Parthéno-génèse expérimentales. (*D^o, d^o*).
- '05₁ : Nouvelles études sur l'équilibre physique des œufs d'Amphibiens au cours de la maturation. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. III).
 - '05₂ : La parthéno-génèse expérimentale d'après les derniers travaux de J. LOEB. (*D^o, d^o*).
 - '06₁ : Imprégnation et fécondation. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLII).
 - '06₂ : Nouveaux essais sur la maturation de l'œuf chez *Rana fusca*. La segmentation parthéno-génésique provoquée par le gel et par l'eau distillée. (*D^o, d^o*).
 - '07₁ : Sur l'émission des globules polaires chez *Rana fusca*. (*C.-R. Soc. Biol.* t. LXII).
 - '07₂ : Les mouvements nucléaires préalables à la segmentation parthéno-génésique chez les Anoures. (*D^o, d^o*).
 - '08₁ : Les croisements chez les Amphibiens au point de vue cytologique. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLVII).
 - '08₂ : Le substratum chromatique héréditaire et les combinaisons nucléaires dans les croisements chez les Amphibiens. (*D^o, d^o*).
 - '09₁ : Le rôle de l'eau extérieure dans la fécondation et les premiers stades du développement chez *Rana fusca*. (*D^o*, t. CXLVIII).
 - '09₂ : Contribution à l'analyse expérimentale des processus de fécondation chez les Amphibiens. (*D^o, d^o*).
- BOHN '03₁ : Influence des rayons du radium sur les animaux en voie de croissance. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXVI.)
- '03₂ : Influence des rayons du radium sur les œufs vierges ou fécondés et sur les premiers stades du développement. (*D^o, d^o*).
 - '04 : Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthéno-génèses expérimentale et naturelle. (*Revue gén. Sciences*, t. XV).
 - '05 : Sur le parallélisme entre le phototropisme et la parthéno-génèse artificielle. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXI).
- BONNET '99 : Gibt es bei Wirbeltieren Parthenogenesis ? (*Ergebnisse der Anatomie u. Entw. geschichte*, t. IX).
- BOVERI '87, '88, '90 : Zellenstudien, I, II, III. (*Jen. Zeitschr. f. Naturwiss.*, t. XXI, XXII et XXIV).
- '89 : Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. (*Sitz. ber. Ges. f. Morph. u. Physiol. München*, t. V).
 - '95 : Ueber die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigelleier. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. II).
 - '01 : Zellenstudien, IV. Ueber die Natur der Centrosomen. (*Jen. Zeitschr. f. Naturw.*, t. XXXV).
 - '02 : Das Problem der Befruchtung. (Iena).
 - '05 : Zellenstudien, V. Ueber die Abhängigkeit der Kerngrösse und der Zellenzahl der Seeigel-Larven von der Chromosomenzahl der Ausgangszellen. (*Jen. Zeitschr.*, t. XXXIX).
 - '07 : *D^o*, VI. Die Entwicklung dispermer Seeigelleier (*D^o*, t. XLIII).

- BRAUER '93: Zur Kenntniss des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Artemia salina*. (*Arch. f. mikroskop. Anatomie*, t. XLIII).
- BRYCE '03: Artificial Parthenogenesis and Fertilisation, a Review. (*Quarterly Journal of microscop. Science*, t. XLVI).
- BULLOT '04: Artificial Parthenogenesis and Regular Segmentation in an Annelid (*Ophelia*). (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XVIII).
- CALKINS '03: Artificial Parthenogenesis in *Paramecium*. (*Ann. N. Y. Acad. Sci.*, t. XV).
- CAULLERY (M.) et MESNIL (F.) '03, '04, '06 et '07: Revue annuelle de Zoologie. (*Revue génér. Sci.*, t. XIV, XV, XVII et XVIII).
- DELAGE (Y.) '99₁: Etudes sur la mérogonie. (*Arch. Zool. exp.*, 3^e s., t. LXXI).
- '99₂: Sur l'interprétation de la fécondation mérogonique et sur une théorie nouvelle de la fécondation normale. (*D^o, d^o*).
- (Y.) et (M.) '00: Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogénèse. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXI).
- (Y.) '01₁: Les théories de la fécondation. (*Rev. gén. Sci.*, t. XII).
- '01₂: Sur la maturation cytoplasmique et sur le déterminisme de la parthénogénèse expérimentale. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXIII).
- '01₃: Etudes expérimentales sur la maturation cytoplasmique et sur la Parthénogénèse artificielle chez les Echinodermes. (*Arch. Zool. exp.*, 3^e s., t. IX).
- '02₁: L'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogénèse expérimentale chez les Astéries. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXV).
- '02₂: Sur le mode d'action de l'acide carbonique dans la parthénogénèse expérimentale. (*D^o, d^o*).
- '02₃: Nouvelles recherches sur la Parthénogénèse expérimentale chez *Asterias glacialis*. (*Arch. Zool. exp.*, 3^e s., t. X).
- '03₁: Elevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de l'acide carbonique. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXVII).
- '03₂: La parthénogénèse par l'acide carbonique, obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires. (*D^o, d^o*).
- '04₁: Elevage des larves parthénogénétiques d'*Asterias glacialis*. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. II).
- '04₂: La parthénogénèse par l'acide carbonique obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires. (*D^o, d^o*).
- '05₁: Nouvelles expériences de parthénogénèse expérimentale chez *Asterias*. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXL).
- '05₂: Influence de quelques facteurs sur la parthénogénèse expérimentale. (*D^o*, t. CXXLI).
- '05₃: Nouvelles expériences de Parthénogénèse expérimentale. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. III).
- '06: Sur les adjuvants spécifiques de la parthénogénèse expérimentale. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLIII).
- '07₁: Sur les conditions de la parthénogénèse expérimentale et les adjuvants spécifiques de cette parthénogénèse. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. VI).

- DELAGÉ '07₂: La parthénogénèse expérimentale et les propriétés des solutions électrolytiques. (*Rivista di Scienza*, t. I, II).
- '07₃: L'oxygène, la pression osmotique, les acides et les alcalis dans la parthénogénèse expérimentale. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLV).
 - '07₄: Développements parthénogénétiques en solutions isotoniques à l'eau de mer. Élevage des larves d'Oursins jusqu'à l'imago. (*D^o, d^o*).
 - '07₅: La parthénogénèse sans oxygène. Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries jusqu'à la forme parfaite. (*D^o, d^o*).
 - '07₆: Les revendications de M. LOEB dans la question de la parthénogénèse expérimentale. (*D^o, d^o*).
 - et DE BEAUCHAMP '07: Étude comparative des phénols comme agents de parthénogénèse. (*D^o, d^o*).
 - '08₁: Les vrais facteurs de la parthénogénèse expérimentale. — Élevage des larves parthénogénétiques jusqu'à la forme parfaite. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. VII).
 - '08₂: Les idées nouvelles sur la parthénogénèse expérimentale. (*Revue des Idées*, 5^e année).
 - '08₃: La parthénogénèse à Roscoff et à Berkeley. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CLXVI).
 - '08₄: Solutions isotoniques et solutions isosmotiques. (*D^o, d^o*).
 - '08₅: La parthénogénèse expérimentale par les charges électriques. (*D^o*, t. CXLVII).
 - '08₆: Sur le mode d'action de l'électricité dans la parthénogénèse électrique. (*D^o, d^o*).
 - '08₇: La parthénogénèse électrique. (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. IX).
 - '09: Le sexe chez les oursins issus de parthénogénèse expérimentale. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLVIII).
- DEWITZ '87: Kurze Notiz über die Furchung von Froscheiern in Sublimatlösung. (*Biol. Centralb.*, t. VII).
- DRIESCH (H.) '99: Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Tiere. (*Ergeb. der Anat.*, t. VIII).
- '05₁: Zur Cytologie parthenogenetischer Larven von *Strongylocentrotus*. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XIX).
 - '05₂: Die Entwicklungsphysiologie von 1902 bis 1905. (*Ergeb. der Anat.*, t. XIV).
 - '09: Die Entwicklungsphysiologie, 1905-1908. (*D^o*, t. XVII).
- DUMÉRIEL '47: Rapport sur deux mémoires de M. BOURSIER, relatifs à des œufs d'un Bombyce du mûrier (dit ver à soie) qui furent fertiles sans avoir été fécondés par un mâle. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. XXV).
- DUNGERN (E. VON) '02: Neue Versuche zur Physiologie der Befruchtung. (*Zeitschr. f. allg. Physiol.*, t. I).
- FISCHEL (A.) '06: Ueber Bastardierungsversuche bei Echinodermen. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXII).
- '09: Ueber die Entwicklung des Echinodermeneies unter dem Einflusse chemischer Agentien. (*D^o*, t. XXVII).

- FISCHER (M. H.) '02 : Further experiments on artificial parthenogenesis in Annelids. (*Am. J. of Physiol.*, t. VII).
- '03₁ : How long does (*Arbacia*) sperm live in sea-water? (*D^o*, t. VIII).
 - '03₂ : Artificial parthenogenesis in *Nereis*. (*D^o*, t. IX).
 - et OSTWALD (Wo.) '06 : Zur physikalisch-chemischen Theorie der Befruchtung. (*Pfl. Arch.*, t. CVI).
- GARBOWSKI '03 : Ueber parthenogenetische Entwicklung der Asteriden. (*Bull. Acad. Sci. Cracovie*, 1903).
- GIARD (A.) '94 : L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive. (*C.-R. Biol.*, t. XLVI).
- '99₁ : Sur le développement parthénogénétique de la microgamète des métazoaires. (*D^o*, t. LI).
 - '99₂ : Parthénogénèse de la macrogamète et de la microgamète des organismes pluricellulaires. (Vol. *Cinquantenaire Soc. Biol.*).
 - '00₁ : Développement des œufs d'Echinodermes sous l'influence d'actions kinétiques anormales : solutions salines et hybridation. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LII).
 - '00₂ : A propos de la parthénogénèse artificielle des œufs d'Echinodermes (*D^o*, d^o).
 - '01 : Sur la pseudogamie osmotique (Tonogamie). (*D^o*, t. LIII).
 - '03₁ : Dissociation de la notion de paternité. (*D^o*, t. LV).
 - '03₂ : Les faux hybrides de MILLARDET et leur interprétation. (*D^o*, d^o).
 - '04₁ : Tonogamie : la chose et le mot. (*D^o*, t. LVI).
 - '04₂ : Sur la parthénogénèse artificielle par dessèchement physique. (*D^o*, d^o).
- GIES (W. J.) '01 : Do spermatozoa contain enzyme having the power of causing development of mature ova? (*Amer. J. of Physiol.*, t. VI).
- GODLEWSKI (E.) '01 : Die Einwirkung der Sauerstoffes auf die Entwicklung von *Rana temporaria* und Versuch der quantitativen Bestimmung der Gaswechsels in den ersten Entwicklungsstadien. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XI).
- '06 : Untersuchungen über die Bastardierung der Echiniden-und Crinoidenfamilie. (*D^o*, t. XX).
 - '08 : Plasma und Kernsubstanz in der normalen und der durch äussere Faktoren veränderten Entwicklung der Echiniden. (*D^o*, t. XXVI).
- GOLDSCHMIDT et POPOFF '08 : Über die sogenannte hyaline Plasmaschicht der Seeigelleier. (*Biol. Centralb.*, t. XXVIII).
- GORHAM (P. P.) et TOWER (R. W.) '02 : Does potassium cyanide prolong the life of the unfertilised sea-urchins? (*Amer. J. of Physiol.*, t. VIII).
- GREEFF '76 : Ueber die Bau und die Entwicklung der Echinodermen, 5^{te} Mitt., 1 : Parthenogenesis bei den Seesternen. (*Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung der gesamm. Naturwissensch. zu Marburg*, 1876).
- GREELEY (A. W.) '01 : On the analogy between the effects of loss of water and lowering of temperature. (*Amer. J. of Physiol.*, t. VI).
- '02₁ : Artificial Parthenogenesis in Starfish produced by a lowering of temperature. (*D^o*, d^o).
 - '02₂ : La parthénogénèse thermique. (*Revue Scientifique*, t. XVII).

- HAGEDOORN (A. L.) '09 : On the purely motherly character of the Hybrids produced from the Eggs of *Strongylocentrotus*. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. XXVII).
- HENNEGUY (F.) '93 : Sur la fragmentation parthénogénésique des ovules des mammifères pendant l'atrésie des follicules de Graaf. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXVI).
- '01 : Essai de parthénogénèse expérimentale sur les œufs de Grenouille. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LIII).
- HERBST (C.) '93₁ : Ueber die Künstliche Hervorrufung von Dottermembranen an unbefruchteten Seeigeleiern nebst einigen Bemerkungen über die Dotterhautbildung überhaupt. (*Biol. Centralb.*, t. XIII).
- '93₂ : Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums zur Entwicklung der Tiere, I. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. LV).
- '95 : D^o, II. (*Mitteil. aus der zoolog. Station zu Neapel*, t. XI).
- '96 : D^o, III-IV. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. II).
- '97 : Ueber die zur Entwicklung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit, I. (D^o, t. V).
- '98 : Ueber zwei Fehlerquellen, etc... (D^o, t. VII).
- '00 : Ueber das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen in kalkfreiem Medium. (D^o, t. IX).
- '01 : Ueber die zur Entwicklung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit, II. (D^o, t. XI).
- '02 : Vorläufige Uebersicht. (*Verhandl. d. Heidelberg. naturhist. med. Vereins*, t. VII).
- '04₁ : Ueber die zur Entwicklung, etc., III. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. XVII).
- '04₂ : Ueber die künstliche Hervorrufung von Dottermembranen an unbefruchteten Seeigeleiern, 2^o Mitt. : Die Hervorrufung von Dottermembranen durch Silberspuren. (*Mitteil. aus der zoolog. Station zu Neapel*, t. XVI).
- '06₁ : Vererbungsstudien, I-III. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. XXI).
- '06₂ : D^o, IV. (D^o, t. XXII).
- '07 : D^o, V. (D^o, t. XXIV).
- '09 : D^o, VI. (D^o, t. XXVII).
- HERTWIG (O. et R.) '87 : Ueber den Befruchtungs und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. (*Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss.*, t. XX).
- (O.) '90 : Experimentelle Studien am tierischen Ei, vor, während und nach der Befruchtung. (D^o, t. XXIV).
- (O.) '93 et '93₁ : Die Zello und die Gewebe, Fischer, Iena.
- '98₂ : Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von *Rana fusca* und *esculenta*. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, t. LI).
- (R.) '96 : Ueber die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleiers. (*Festschrift für Gegenbaur*, II, Engelmann, Leipzig).

- HERTWIG (R.) '03₁: Ueber Korrelationen von Zell- und Kerngrösse und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. (*Biolog. Centralb.*, t. XXIII).
- (R.) '03₂: Ueber das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. (*Sitzungsber. Ges. Morph. Physiol. München*, t. XVIII).
- HOUSSAY (F.) '98: Le rôle des phénomènes osmotiques dans la division cellulaire et les débuts de la mitose. (*Anat. Anz.*, t. XIV).
- HOYER '07: Ueber fermentative Fettspaltung. (*Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. L).
- HUNTER (S. J.) '01: On the production of artificial Parthenogenesis in *Arbacia* by the use of sea-water concentrated by evaporation. (*Amer. J. of Physiol.*, t. VI).
- '03: On the conditions governing the Production of Artificial Parthenogenesis in *Arbacia*. (*Biolog. Bull.*, t. V).
- '04: On the morphology of Artificial Parthenogenesis in the Sea-urchin, *Arbacia*. (*Science*, N. S., t. XIX).
- KING (H. D.) '06: The Effects of Compression on the Maturation and Early Development of the Eggs of *Asterias forbesii*. (*Biolog. Centralb.*, t. IX).
- KLEBS '89: Zur Physiologie der Fortpflanzung. (*Biolog. Centralb.*, t. IX).
- '96: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. (Fischer, Iena).
- KNAFFL-LENZ (E. VON) '08: Ueber die Beziehungen zwischen Lipoidverflüssigung und Zytolyse. (*Pfl. Arch.*, t. CXXIII).
- KOSTANECKI (K.) '02: Ueber künstliche Befruchtung und künstliche parthenogenetische Furchung bei *Macra*. (*Bull. Acad. Sci. Cracovie*, classe sci. math. et nat., 1902).
- '04: Ueber die Veränderungen im Inneren des unter dem Einflusse von KCl-Gemischen künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Macra*. (*D°*, 1904).
- '04₂: Cytologische Studien an künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Macra*. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, t. LXIV).
- '06: Ueber die Herkunft der Teilungscentren der ersten Furchungsspindel im befruchteten Ei. (*D°*, t. LXVIII).
- '08: Morphologie der künstlich parthenogenetischen Entwicklung bei *Macra*. (*D°*, t. LXXII).
- KRASSUSKAJA et LANDAU '03: Ueber eine an befruchteten und sich furchenden Seeigelleiern um den Dotter zu beobachtende gallertige Schicht. (*Biolog. Centralb.*, t. XXIII).
- KULAGIN '98: Ueber die Frage der geschlechtlichen Vermehrung bei den Thieren. (*Zoolog. Anz.*, t. XXI).
- KUPELWIESER (H.) '06: Versuche über Entwicklungserregung und Membranbildung bei Seeigelleiern durch Molluskensperma. (*Biolog. Centralb.*, t. XXVI).
- '09: Entwicklungserregung bei Seeigelleiern durch Molluskensperma. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXVII).
- LÉCAILLON '08₁: Sur les modifications qui peuvent se produire dans la structure de l'œuf non fécondé des Oiseaux. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LXIV).

- LÉCAILLON '08₂: Sur les changements qui se produisent, après la ponte, dans l'aspect extérieur de la cicatricule de l'œuf non fécondé de la Poule. (*D^o, d^o*).
- '09₁: Sur la segmentation parthénogénésique de l'œuf des Oiseaux. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLVIII).
- '09₂: Sur la segmentation de l'œuf non fécondé du Paon (*Pavo cristatus* L.). (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LXVI).
- '09₃: Sur la présence de sphères attractives et des centrosomes dans les cellules issues de la segmentation parthénogénésique de l'œuf de la Poule et sur les caractères de ces formations. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLIX).
- LÉFÈVRE (G.) '05: Artificial Parthenogenesis in *Thalassema mellita*. (*Science*, N. S., t. XXI).
- '06: Further observations on Artificial Parthenogenesis. (*D^o*, t. XXIII).
- '07: Artificial Parthenogenesis in *Thalassema mellita*. (*J. of exp. Zoology*, t. IV.)
- LILLIE (F. R.) '02: Differentiation without Cleavage in the Egg of the Annelid *Chaetopterus pergamentaceus*. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. XIV).
- '06: Observations and experiments concerning the elementary phenomena of embryonic development in *Chaetopterus*. (*J. of exp. Zool.*, t. III).
- LILLIE (R. S.) '05: The physiology of Cell-division. — I. Experiments on the conditions determining the distribution of chromatic matter in mitosis. (*Amer. J. of Physiol.*, t. XV).
- '08: Momentary elevation of Temperature as a means of producing artificial parthenogenesis in starfish Eggs and the condition of its action. (*J. of exp. Zool.*, t. V).
- LOEB (J.) '92: Investigations in physiological Morphology. — III. Experiments on Cleavage. (*Journal of Morphology*, t. VII). (Studies in gen. Physiol., t. I, VII). (En allemand, Untersuchungen, I).
- '94: Ueber die relative Empfindlichkeit von Fischembryonen gegen Sauerstoffmangel und Wasserentziehung in verschiedenen Entwicklungsstadien. (*Pfl. Arch.*, t. LV).
- '95₁: Ueber Kernteilung ohne Zellteilung. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. I).
- '95₂: Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Sauerstoffmangels. (*Pfl. Arch.*, t. LXII). (En ang., Studies, t. I, XV).
- '98: Ueber den Einfluss von Alkalien und Säuren auf die embryonale Entwicklung und das Wachstum. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. VII).
- '99: On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvae (*Plutei*) from the unfertilized eggs of the Sea-Urchin. (*Amer. J. of Physiol.*, t. III). (Studies, t. II, XXVI). (En all., U., II.)
- '00₁: On Ion-Proteid Compounds and their rôle in the mechanics of life phenomena. — I. The poisonous character of a pure NaCl solution. (*D^o, d^o*). (Studies, t. II, XXVII). (En all. U., III).
- '00₂: On the different effect of ions upon myogenic and neurogenic rythmical contractions and upon embryonic and muscular tissues. (*D^o, d^o*). (Studies, t. II, XXVIII). (En all. U., IV).

- LOEB (J.) '00₃: On the artificial production of normal larvae from the unfertilized eggs of the Sea-Urchin (*Arbacia*). (*D°*, *d°*). (Studies, t. II, XXIX). (En all. U., V).
- '00₄: On artificial parthenogenesis in sea-urchins. (*Science*, t. XI). (Studies, t. II, XXX). (En all. U., VI).
- '00₅: Further experiments on artificial Parthenogenesis and the nature of the process of fertilization. (*Amer. J. of Physiol.*, t. IV). (Studies, t. II, XXXII). (En all. U., VII).
- '01₁: Experiments on Artificial Parthenogenesis in Annelids (*Chaecopecterus*) and the nature of the process of fertilization. (*D°*, *d°*). (Studies, t. II, XXXIII). (En all. U., VIII).
- FISCHER et NEILSON '01₂: Weitere Versuche über künstliche Parthenogenese. (*Pfl. Arch.*, t. LXXXVII). (U., XI).
- '02₁: The toxic and the antitoxic Effets of Ions as a Function of their Valency and possibly of their electrical Charge. (*Amer. J. of Physiol.*, t. VI). (Studies, t. II, XXXV).
- et LEWIS '02₂: On the prolongation of the life of the unfertilized eggs of Sea-Urchins by Potassium Cyanide. (*D°*, *d°*).
- et GIES '02₃: Weitere Untersuchungen über die entgiftenden Ionenwirkungen und die Rolle der Wertigkeit der Kationen bei diesen Vorgängen. (*Pfl. Arch.*, t. XCI).
- '02₄: Ueber Eireifung, natürlichen Tod und Verlängerung des Lebens beim unbefruchteten Seesternei (*Asterias forbesii*) und deren Bedeutung für die Theorie der Befruchtung. (*Pfl. Arch.*, t. XCIII). (U., IX). (En angl., *Biolog. Bull.*, t. III, et Studies, t. II, XXXVI).
- '02₅: Ueber Methoden und Fehlerquellen der Versuche über künstliche Parthenogenese. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XIII). (U., X). (En ang. Studies, t. II, XXXVIII).
- '02₆: Ueber die Einwände des Herrn ARIOLA gegen meine Versuche über künstliche Parthenogenese. (*D°*, t. XIV).
- '03₁: Ueber die relative Giftigkeit von destilliertem Wasser, Zuckerlösungen und Lösungen von einzelnen Bestandteilen das Seewassers für Seetiere. (*Pfl. Arch.*, t. XCXVII).
- '03₂: Ueber die Befruchtung von Seeigeleiern durch Seesternsamen (*Pfl. Arch.*, t. XCXIX). (U. XX).
- '03₃: Ueber die Reaction des Seewassers und die Rolle der Hydroxylionen bei der Befruchtung der Seeigeleier. (*D°*, *d°*). (U., XXI).
- '03₄: Artificial Parthenogenesis in Molluscs. (*Univ. of Calif. Public., Physiology*, t. I). (En all. U., XII).
- '04₁: Ueber Befruchtung, künstliche Parthenogenese und Cytolyse des Seeigeleis. (*Pfl. Arch.*, t. CIII). (U., XIII).
- '04₂: Ueber die Natur der Lösungen, in welchen sich die Seeigeleier entwickeln vermögen. (*D°*, *d°*). (U., XIV).
- '04₃: Weitere Versuche über heterogene Hybridisation bei Echinodermen. (*D°*, t. CIV). (U., XXII).
- '04₄: Weitere Bemerkungen zur Theorie der antagonistischen Salzwirkungen. (*D°*, t. CVII).

LOEB (J.) '04₃: Studies in general Physiology. (2 vol., Chicago).

- '05₁: On an Improved method of Artificial Parthenogenesis. (*Univ. of Calif. Public., Physiol.*, t. II, n^{os} 9, 11 et 14). (En all., U., XV, XVI et XVII).
- '05₂: Artificial Membrane Formation and Chemical Fertilization in a Starfish. (*Asterina*). (*D^o, d^o*, n^o 16). (En all. U., XVIII).
- '05₃: On chemical methods by which the eggs of a mollusc (*Lottia gigantea*) can be caused to become mature. (*D^o*, t. III). (En all., U., XIX).
- '06₁: Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. (Barth, Leipzig; édⁿ anglaise. Macmillan, New-York; trad. française avec quelques additions en 1907, Alcan, Paris).
- '06₂: The toxicity of atmospheric oxygen for the eggs of the sea urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) after the process of membrane formation. (*Univ. of Calif. Public., Physiol.*, t. III). (En all., U., XXIII).
- '06₃: On the necessity of the presence of free oxygen in the hypertonic sea-water for the production of artificial parthenogenesis. (*D^o, d^o*). (En all., U., XXIV).
- '06₄: On the counteraction of the toxic effet of hypertonic solutions upon the fertilized and unfertilized eggs of the sea-urchin by the lack of oxygen. (*D^o, d^o*). (En all., U., XXV).
- '06₅: Ueber die Hemmung der toxischen Wirkung hypertonischer Lösungen auf das Seeigeelei durch Sauerstoffmangel und Cyankalium. (*Pfl. Arch.*, t. CXIII).
- '06₆: Untersuchungen über künstliche Parthenogenese und das Wesen des Befruchtungsvorgangs. (Barth, Leipzig).
- '06₇: Versuche über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorgangs. (*Biochem. Zeitschr.*, t. I).
- '06₈: Weitere Beobachtungen über den Einfluss der Befruchtung und der Zahl der Zellkerne auf die Säurebildung im Ei. (*D^o*, t. II).
- '06₉: Ueber die Ursachen der Giftigkeit einer reinen Chlornatriumlösung und ihrer Entgiftung durch K und Ca. (*D^o, d^o*).
- '07₁: Weitere Versuche über die Notwendigkeit von freiem Sauerstoff für die entwicklungsregende Wirkung hypertonischer Lösungen. (*Pfl. Arch.*, t. CXVIII).
- '07₂: Ueber die Hervorrufung der Membranbildung beim Seeigeelei durch das Blut gewisser Würmer (Sipunculiden). (*D^o, d^o*).
- '07₃: Zur Analyse der osmotischen Entwicklungserregung unbefruchteter Seeigeeleier. (*D^o, d^o*).
- '07₄: Ueber die allgemeinen Methoden der künstlichen Parthenogenese. (*D^o, d^o*).
- '07₅: Ueber die Superposition von künstlicher Parthenogenese und Samenbefruchtung in demselben Ei. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXIII).
- '07₆: Ueber die anticytolytische Wirkung von Salzen mit zweiwertigen Metallen. (*Biochem. Zeitschr.*, t. V).
- '07₇: Sur la Parthénogénèse artificielle. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLV).

- LOEB (J.) '07₈: The chemical character of the process of fertilization and its bearing upon the theory of life phenomena. (*Univ. of Calif. Public., Physiol.*, t. III). — Le même, avec quelques additions :
- '08₁: Ueber den chemischen Character der Befruchtungsvorgangs und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen. (*Vorträge u. Aufsätze über Entw. mech.*, H. 2, Engelmann, Leipzig).
 - '08₂: A new proof of the permeability of cells for salts or ions. (*Un. of Calif. Pub., Physiol.*, t. III).
 - '08₃: Qu'est-ce qu'une solution de saccharose isotonique pour les œufs de *Strongylocentrotus*? (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXLVI).
 - '08₄: Ueber die Hervorrufung der Membranbildung und Entwicklung beim Seeigellei durch das Blutserum von Kaninchen und durch cytolytische Stoffe. (*Pfl. Arch.*, t. CXXII).
 - '08₅: Ueber die Entwicklungserregung unbefruchteter Annelideneier (Polynoe) mittelst Saponin und Solanin. (*D^o, d^o*).
 - '08₆: Weitere Versuche über die Entwicklungserregung des Seeigelleies durch das Blutserum von Säugethieren. (*D^o, t.* CXXIV).
 - '08₇: Ueber den Temperaturkoeffizienten für die Lebensdauer kaltblütiger Thiere und über die Ursache des natürlichen Todes. (*D^o, d^o*).
 - '08₈: Ueber die osmotischen Eigenschaften und die Entstehung der Befruchtungsmembran beim Seeigellei. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXVI).
 - '08₉: Ueber den Unterschied zwischen isosmotischen und isotonischen Lösungen bei der künstlichen Parthenogenese. (*Biochem. Zeitschr.*, t. XI).
 - '08₁₀: Ueber die Natur der Bastardlarve zwischen dem Echinodermei (*Strongylocentrotus franciscanus*) und Molluskensamen (*Chlorostoma funebrale*). (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXVI).
 - '09₁: Ueber die chemischen Bedingungen für die Entstehung eineiiger Zwillinge beim Seeigel. (*D^o, t.* XXVII).
 - '09₂: [Un mémoire sur l'action des différents acides] (*Biochem. Zeitschr.*, t. XV). [Reproduit en substance, ainsi que la plupart des précédents articles, dans le livre suivant:]
 - '09₃: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies. (Springer, Berlin, 1909).
- LOPIRORE (G.) '95: Ueber die Einwirkung der Kohlensäure auf das Protoplasma der lebenden Pflanzenzelle. (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. XXVIII).
- LYON (E. P.) '02: Effects of Potassium Cyanide and of lack of oxygen upon the fertilized Eggs and the Embryos of the sea-urchin. (*Amer. J. of Physiol.*, t. VI).
- '03: Experiments in artificial Parthenogenesis. (*D^o, t.* IX).
 - '04₁: Rhythms of CO₂ production during Cleavage. (*Science*, N. S., t. XIX).
 - '04₂: Rhythms of Susceptibility and of Carbon Dioxide Production in Cleavage. (*Amer. J. of Physiol.*, t. XI).
- MAC CLENDON (J. F.) '08: The segmentation of Eggs of *Asterias forbesii* deprived of Chromatin. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXVI).

- MATHEWS (A. P.) '00: Some ways of causing mitotic division in unfertilized *Arbacia*-eggs. (*Amer. J. of Physiol.*, t. IV).
- '01₁: Artificial parthenogenesis produced by mechanical agitation. (*D°*, t. VI).
 - '01₂: The so-called cross-fertilization of *Asterias* by *Arbacia*. (*D°*, d°).
 - '06₁: A note on the susceptibility of segmenting *Arbacia* and *Asterias* eggs to cyanids. (*Biol. Bull.*, t. XI).
 - '06₂: A note on the structure of the living protoplasm of Echinoderm eggs. (*D°*, d°).
 - '07: A contribution to the chemistry of Cell division, maturation, and fertilization. (*Amer. J. of Physiol.*, t. XVIII).
- MEAD (A. D.) '95: Some observations on Maturation and Fecondation in *Chaetopterus pergamentaceus*, Cuvier. (*J. of Morphol.*, t. X).
- '98₁: The Rate of Cell-division and the function of the Centrosome. (*Biol. Lectures Wood's Hole 1894-1897*, Ginn and C°, Boston).
 - '98₂: The origin and Behavior of the Centrosomes in the Annelid Egg. (*Journ. of Morphol.*, t. XIV).
- MELTZER (S. J.) '03: Some observations on the effects of agitation upon *Arbacia* eggs. (*Amer. J. of Physiol.*, t. IX).
- MORGAN (T. H.) '93: Experimental Studies on Echinoderm-Eggs. (*Anat. Anz.*, t. IX).
- '95: The fertilization of non nucleated Fragments of Echinoderm Eggs. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. II).
 - '96: The production of Artificial Astrospheres. (*D°*, t. III).
 - '99: The action of salt-solutions on the unfertilized and fertilized eggs of *Arbacia*, and of others Animals. (*D°*, t. VIII).
 - '00₁: Further Studies on the action of Salt-solutions and of others Agents on the Eggs of *Arbacia*. (*D°*, t. X).
 - '00₂: The effect of Strychnine on the unfertilized Eggs of the Sea-urchin. (*Science*, t. XI).
 - '03: The relation between Normal and Abnormal Development of the Embryo of the Frog, as determined by the effect of Lithium Chloride in solution. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XVI).
 - '07₁: Experimental Zoölogy. (New-York).
 - et STOCKARD '07₂: The effects of Salts and Sugar solutions on the development of the frog's Egg. (*Biolog. Bull.*, t. XIII).
- NORMAN (W. W.) '96: Segmentation of the nucleus without Segmentation of the Protoplasma. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. III).
- NUSSBAUM '99: Zur Parthenogenese bei den Schmetterlingen. (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, t. LIII).
- OSTWALD (Wo.) '07: Ueber das Vorkommen von oxydativen Fermenten in den reifen Geschlechtszellen von Amphibien und über die Rolle dieser Vorgänge bei der Entwicklungserregung. (*Biochem. Zietschr.*, t. VI).
- '08: Ueber die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. (*Vort. u. Aufs. über Entw. mech.*, H. V).

- OTTOLENGHI (BIANCA) '03: Esperienze di partenogenesi artificiale. (*Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr. Genova*, t. XIV).
- PETER '05: Der Grad der Beschleunigung thierischer Entwicklung durch erhöhte Temperatur. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XX).
- PETRUNKEWITSCH '03: Das Schicksal der Richtungskörper im Drohneiei: ein Beitrag zur Kenntniss der natürlichen Parthenogenese. (*Zool. Jahrbücher*, t. XVII, Abt. Morphol.).
- '04: Künstliche Parthenogenese. (*Zool. Jahrbücher*, Supp., t. VII).
- PFLÜGER '82: Ueber die parthenogenetische Furchung der Eier der Amphibien. (*Pfl. Arch.*, t. XXIX).
- PROWAZEK '00: Zell- und Kernstudien. (*Zoolog. Anz.*, t. XXIII).
- '08: Einfluss von Säurelösungen niedrigster Konzentration auf die Zell- und Kerntheilung. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXV).
- ROBERTSON (T. B.) '08₁: On the normal Rate of Growth of an Individual and its Biochemical significance. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XXV).
- '08₂: Further Remarks on the normal Rate of Growth of an Individual and its Biochemical significance. (*D^o*, t. XXVI).
- RONDEAU-LUZEAU (M^{me}) '01: Action des solutions isotoniques de chlorures et de sucre sur les œufs de *Rana fusca*. (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LIII).
- '02: Action des chlorures en dissolution sur le développement des œufs des Batraciens. (*Thèse sci. nat. Paris*, Danel, Lille).
- ROUX (W.) '88: Beiträge, etc., V. (*Virchow's Archiv*, t. CLV).
- '95: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. (Leipzig, 1895).
- SCHÜCKING (A.) '03: Zur Physiologie der Befruchtung, Parthenogenese und Entwicklung. (*Pfl. Arch.*, t. XCVII).
- SCOTT (J. W.) '03: Periods of susceptibility in the Differentiation of unfertilized Eggs of Amphitrite. (*Biolog. Bull.*).
- '06: Morphology of the Parthenogenetic Development of Amphitrite. (*J. of exp. Zoöl.*, t. III).
- SIEBOLD '56: Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. (Leipzig).
- SOLLMANN (T.) '04: Structural changes of ova in anisotonic solutions and saponin. (*Amer. J. of Physiol.*, t. XII).
- SOMMER '05: Beobachtungen am überlebenden Ovarialei der Ascidien. (*Anat. Anz.*, t. XXVI).
- STEVENS (N. M.) '02: Experimental Studies on Eggs of *Echinus microtuberculatus*. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XV).
- STOCKARD '06: The development of *Fundulus heteroclitus* in Solutions of Lithium Chlorid, with Appendix on its Development in Fresh Water. (*J. of exp. Zoöl.*, t. III).
- '07: The influence of external factors, chemical and physical, on the Development of *Fundulus heteroclitus*. (*D^o*, t. IV).
- TEICHMANN (E.) '02: Ueber Furchung befruchteter Seeigelleier ohne Bethheiligung des Spermakerns. (*Len. Zeitschr. f. Naturwiss.*, t. XXXVII).
- '03: Ueber die Beziehung zwischen Astrosphären und Furchen. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XVI).

- TENNENT (D. H.) et HOGUE (M. J.) '06: Studies on the development of the Starfish Eggs. (*J. of. exp. Zool.*, t. III).
- TICHOMIROFF '86: Die künstliche Parthenogenese bei Insekten. (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Physiol. Abt., Supp., 1886).
- '02: Eigentümlichkeiten der Entwicklung bei künstlicher Parthenogenese. (*Zool. Anz.*, t. XXV).
- TRAUBE (MORTZ) '96: Gesammelte Abhandlungen. (Berlin, 1896).
- TREADWELL (A. L.) '02: Notes on the nature of « Artificial Parthenogenesis » in the Eggs of *Podarke obscura*. (*Biolog. Bull.*, t. III).
- VIGUIER '00₁: L'hermaphroditisme et la parthénogénèse chez les Echinodermes. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXI).
- '00₂: La théorie de la fertilisation chimique des œufs de M. LOEB. (*D°*, d°).
- '01₁: Fécondation chimique ou parthénogénèse? (*Ann. Sci. nat., Zool.*, 8^e s., t. XII).
- '01₂: Nouvelles observations sur la parthénogénèse des Oursins. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXII).
- '01₃: Précautions à prendre dans l'étude de la parthénogénèse des Oursins. (*D°*, t. CXXXIII).
- '02₁: Influence de la température sur le développement parthénogénétique. (*D°*, t. CXXXV).
- '02₂: Sur la parthénogénèse artificielle. (*D°*, d°).
- '03₁: Contribution à l'étude des variations naturelles ou artificielles de la Parthénogénèse. (*Ann. Sci. nat., Zool.*, 8^e s., t. XVII).
- '03₂: Action de l'acide carbonique sur les œufs d'Echinodermes. (*C.-R. Acad. Sci.*, t. CXXXVI).
- '04₁: Hybridations anormales. (*D°*, t. CXXXVIII).
- '04₂: Développements anormaux indépendants du milieu. (*D°*, d°).
- '05₁: Y a-t-il des œufs alternativement parthénogénétiques et fécondables? (*Arch. Zool. exp.*, 4^e s., t. III).
- '05₂: Observation relative à la note de M. BOHN, etc... (*C.-R. Soc. Biol.*, t. LVIII).
- '05₃: Les « faits biologiques isolés », etc... de M. BOHN. (*D°*, d°).
- '07: Note rectificative au sujet de la parthénogénèse artificielle. (*D°*, t. LXII).
- WASMANN '00: Parthenogenesis bei Ameisen durch künstliche Temperaturverhältnisse. (*Biolog. Centralb.*, t. XX).
- WASSILIEFF '02: Ueber künstliche Parthenogenese des Seeigeleies. (*Biolog. Centralb.*, t. XXII).
- WEDERIND '03: Eine rudimentäre Function. (*Zoolog. Anz.*, t. XXVI).
- WILSON (E. B.) '00: The Cell in Development and Inheritance. (2^e éd., Macmillan, New-York, 1900).
- '01₁: Experimental Studies in Cytology. — I. A cytological Study of Artificial Parthenogenesis in Sea-Urchin Eggs. (*Arch. f. Entw. mech.*, t. XII).

- WILSON (E. B.), '01₂: D°. — II. Some phenomena of Fertilization and Cell-division in Etherized Eggs.
 III. The effect on Cleavage of Artificial obliteration of the First Cleavage Furrow. (*D°*, t. XIII).
- '05: Cytasters and Centrosomes in Artificial Parthenogenesis. (*Zoology. Anz.*, t. XXVIII).
- WINKLER (H.) '00: Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus Sperma. (*Nachr. der k. Gesellsch. der Wiss. zu Göttingen*, t. XVII).
- YATSU (N.) '04₁: Experiments on the Development of Egg-Fragments in *Cerebratulus*. (*Biolog. Bull.*, t. VI).
- '04₂: Aster formation in Enucleated Egg-Fragments of *Cerebratulus*. (*Science*, N. S., t. XX).
- '05: The formation of Centrosomes in Enucleated Egg-Fragments. (*J. of exp. Zool.*, t. II).
- ZIEGLER '98₁: Experimentelle Studien über die Zelltheilung. — I. Die Zerschneürung der Seeigeleier. II. Furchung ohne Chromosomen. (*Arch. f. Ento. mech.*, t. VI).
- '98₂: D°. — III. Die Furchungszellen von *Beroe ovata*. (*D°*, t. VII).
- '03₁: D°. — IV. Die Zelltheilung der Furchungszellen bei *Beroe* und *Echinus*. (*D°*, t. XVI).
- '03₂: Ueber die Einwirkung des Alkohols auf die Entwicklung der Seeigel. (*Biolog. Centralb.*, t. XXIII).
- '04: Die ersten Entwicklungsvorgänge des Echinodermeneies, insbesondere die Vorgänge am Zellkörper. (*Denkschr. med.-nat. Ges. Jena*, t. XI, Festschrift Haeckel).

A. DELCOURT.

RECHERCHES SUR LA VARIABILITE DU GENRE
« NOTONECTA ».

Contribution à l'étude de la notion d'espèce (1).

Aussi, comme je l'ai dit ailleurs, on peut assurer que cette apparence de stabilité des choses dans la nature, sera toujours prise, par le vulgaire des hommes, pour la réalité; parce qu'en général on ne juge de tout que relativement à soi.

Ainsi, parmi les corps vivans, la nature, comme je l'ai déjà dit, ne m'offre d'une manière absolue que des individus qui se succèdent les uns aux autres par la génération, et qui proviennent les uns des autres. Ainsi les espèces parmi eux ne sont que relatives, et ne le sont que temporairement. . . .

Néanmoins pour faciliter l'étude et la connoissance de tant de corps différens, il est utile de donner le nom d'espèce à toute collection d'individus semblables, que la génération perpétue dans le même état tant que les circonstances de leur situation ne changent pas assez pour faire varier leurs habitudes, leur caractère et leur forme.
(J.-B. LAMARCK. Discours d'ouverture de l'an XI.)

Ayant constaté, en 1906, au cours d'observations sur *Notonecta*, que la systématique établie pour ce genre ne permettait pas d'opérer un classement satisfaisant des formes rencontrées dans notre région, je fus amené à rechercher à quoi correspondait cette variabilité : était-elle apparente ou réelle et, dans ce cas, quelles pouvaient en être les causes ?

Cette question nécessitait, afin que le problème fût bien posé, une détermination exacte, relativement à la systématique actuelle, de la variabilité observée. Elle entraînait en même temps toute une série de recherches en différentes directions, le cours même de celles-ci devant montrer auxquelles il convenait de s'attacher principalement.

Je pus constater avec certitude qu'une taxinomie défectueuse était en partie la cause de la confusion existant dans les collections et dans les observations biologiques (*lato sensu*). Mais il restait à rechercher la signification de toute une série de formes de passage,

(1) Avec les planches IV et V.

dont les unes paraissaient plus ou moins fixes, tandis que les autres semblaient être en cours d'évolution. La seule véritable difficulté de cette étude tenait au déchet considérable qui se produisait dans les élevages, d'une génération à l'autre.

Après trois ans passés à ces recherches, et quoique les résultats allassent en s'améliorant, je dus reconnaître que les moyens, dont je disposais, ne me permettaient pas d'obtenir, en vue de la reproduction, des adultes, provenant de parents connus, en nombre suffisant pour en tirer des conclusions valables.

Mon attention ayant été attirée sur un Diptère, *Drosophila*, qui, par le grand nombre de ses générations annuelles et par la facilité de son élevage, paraissait constituer un matériel de choix pour le genre d'études que je poursuivais, je me mis à observer cet autre insecte, espérant y trouver une variabilité analogue à celle que j'avais rencontrée chez le premier.

Les observations que je viens de faire en quelques mois, avec ce nouveau matériel, me font abandonner l'ancien sans regrets. Cependant, avant de le faire complètement, je crois devoir exposer les résultats que j'ai obtenus. On comprendra, d'après ce qui précède, que ceux-ci soient fort modestes, et je n'aurais pas songé à les publier si je n'y avais été engagé par des personnes compétentes, lesquelles ont estimé que des observations ne valaient pas seulement par les conclusions, plus ou moins définitives, qu'il était permis d'en tirer, mais aussi par leur idée directrice, par leur méthode, et par la conscience avec laquelle elles avaient été faites.

Le lecteur voudra bien m'excuser si, après l'avoir entraîné dans des directions très diverses, partant toutes, il est vrai, d'un carrefour commun « l'idée générale d'évolution », je le laisse en suspens avec moi, après nous être avancés plus ou moins loin, suivant les obstacles rencontrés.

En terminant cet exposé préalable, je tiens à remercier tous ceux, dont l'énumération serait trop longue, qui ont bien voulu m'aider, soit indirectement de leurs conseils, soit directement en me facilitant les recherches dans les collections, en me guidant dans mes pêches, ou en m'adressant des Notonectes.

Je veux, malgré son imperfection, faire hommage de ce travail à la mémoire de mon vénéré et regretté maître, Alfred GIARD, dont la perte se fait si cruellement sentir à tous ceux qui, de près ou de loin, ont été vivifiés par son enseignement.

INTRODUCTION.

Lorsque l'on étudie, au point de vue de l'évolution, un être organisé quelconque, la première difficulté à laquelle on se heurte est celle de la systématique.

Qu'il soit indispensable de s'entendre lorsque l'on parle de la forme A ou de la forme B, c'est ce que personne ne contestera et la taxinomie n'a pas d'autre origine. Mais, d'une part, cette science, comme beaucoup d'autres, crut autrefois atteindre à la réalité objective et, d'autre part, le langage dont elle se servit (il ne pouvait en être autrement) fut celui de la fixité. Pour cette double cause, la taxinomie, telle qu'elle a été comprise jusqu'ici, est absolument inadéquate à l'expression de ce que nous pouvons constater, dans le temps et dans l'espace, relativement à l'évolution des êtres organisés. En fait, de nos jours encore, la plupart des taxinomistes, qu'ils adhèrent ou non à l'idée générale d'évolution, emploient le langage de la fixité, et les transformistes s'en servent après eux, sans prendre garde que, non seulement il est impuissant à exprimer leurs idées, mais encore qu'il dénature et fausse les déductions les plus légitimes de leurs observations; n'est-ce pas à cela et peut-être aussi à la prétention de certains de tout expliquer par des mots, pourvu que ces mots aient été forgés par eux, que nous devons attribuer ce que l'on a appelé la « crise du transformisme » ?

Si, prenant la systématique telle qu'elle est, nous voulons pousser, aussi loin qu'il est possible, l'analyse d'une catégorie des êtres organisés, une difficulté se présente, d'ordre secondaire, qui tient à ce que les spécialistes ne s'entendent généralement pas sur la classification et que souvent la même appellation (j'entends détermination du même auteur et non synonymie) est appliquée différemment suivant les époques et suivant les milieux. D'aucuns estimeront qu'il est loisible de faire table rase des classifications défectueuses et de donner aux formes dont on parle de simples numéros, ce qui n'engage à rien. Cependant, comme on ne peut laisser complètement de côté les observations antérieures, même mauvaises, comme il faut surtout tenir compte de celles qui peuvent être faites actuellement par

d'autres, il faut bien en arriver à mettre d'accord tout ou partie de ces numéros avec les dénominations préexistantes ou prouver la non validité de celles-ci.

Dans l'étude que j'avais entreprise des Notonectes, je m'étais limité à l'Europe et ne parlerai que des formes que l'on y rencontre, sauf lorsqu'un aperçu sur les formes exotiques ou sur l'habitat exotique des formes européennes sera susceptible de jeter quelque lumière sur notre sujet.

I.

SYSTÉMATIQUE.

Mon intention n'est pas de faire ici une revision des Notonectes d'Europe, qui trouvera sa place ailleurs, mais de donner, relativement à la systématique, les indications nécessaires à la compréhension de ce mémoire.

Le genre *Notonecta* fut établi par LINNÉ, en 1758, et comprenait trois espèces : *N. glauca*, *N. striata*, et *N. minutissima*. Ces deux dernières ayant été placées dans d'autres genres, nous n'avons à poursuivre l'historique que de *N. glauca*.

En 1776, MÜLLER distingua deux nouvelles formes : *N. marginata* et *N. lutea*.

En 1794, FABRICIUS distingua : *N. glauca* L., *N. furcata*, *N. maculata*, (plus *N. americana*, *N. nivea*, et *N. minutissima* L.).

En 1803, le même FABRICIUS donna : *N. glauca* L., *N. furcata*, *N. marmorea*, *N. maculata*, (plus *N. ciliata*, *N. americana*, *N. indica*, *N. nivea*, *N. pallipes* et *N. minutissima* L.). Il paraît avoir ignoré MÜLLER.

Les auteurs suivants employèrent les mêmes appellations ou des synonymies, dont on trouvera l'exposé assez complet dans la revision que fit KIRKALDY, en 1897 ⁽¹⁾. Si nous nous en tenons aux Notonectes européennes, les appellations usitées actuellement sont :

- 1^o *N. glauca* L. Pl. IV, l. 1, n^o 3; Pl. V, l. 5, c. 1 et 2.
 2^o *N. marmorea* FABR. Pl. IV, l. 4, n^o 2; Pl. V, l. 1, c. 2.

(1) Voir aussi : Deutschlands Wasserwanzen von Dr. Theodor HÜBER, Stuttgart, 1905.

- 3° *N. furcata* FABR. (= *marginata* MÜLL)... Pl. IV, l. 1, n° 1 ; Pl. V, l. 1, c. 1.
 4° *N. maculata* FABR. (= *umbrina*. GERM.). Pl. IV, l. 1, n° 4 ; Pl. V, l. 20, 21, 24.
 5° *N. lutea* MÜLL..... Pl. IV, l. 6, n° 1 ; Pl. V, l. 25, c. 8.

auxquelles il convient d'ajouter :

- 6° *N. viridis* n. sp..... Pl. IV, l. 2, n° 1 à 4, Pl. V, l. 18, c. 1 à 8.

Passons-les successivement en revue.

1° *N. glauca* L. — La description de LINNÉ est assez vague ; elle s'appliquerait à l'une quelconque de nos formes de France, n'était le passage : « elytris griseis, margine fusco punctatis ». Comme LINNÉ, dans son *Systema Naturæ*, renvoie à sa *Fauna Suecica*, nous devons en conclure que les Notonectes qu'il a décrites étaient originaires de Suède. Elles sont conservées, en très bon état, à Londres, à la Linnean Society, où j'ai pu les examiner. Elles sont toutes très voisines de l'individu représenté Pl. IV, ligne 1, n° 3, et comprises entre celles dont les élytres figurent Pl. V, lignes 3 à 5. On peut, à notre époque, en trouver communément au nord d'une ligne passant par Bordeaux, Lyon, les Alpes suisses et la frontière de Bohême.

2° *N. marmorea* FABR. — Les Notonectes décrites sous ce nom par FABRICIUS sont à Copenhague, où j'ai pu les examiner, grâce à l'obligeance du Dr MEINERT. Elles sont au nombre de deux et ne sont autres que la *maculata* du même. FABRICIUS a en effet, en 1794, décrit, sous le nom de *maculata*, des individus de la collection Bosc, provenant des environs de Paris, qui sont d'ailleurs au Muséum, à Paris, et, en 1803, décrit de nouveau, sous le nom de *marmorea*, des individus de la même forme, de la collection de SESTESTEDT, provenant des environs d'Alger. Les caractères tout à fait particuliers de coloration jaune d'une partie des tergites et tout l'ensemble ne permettent pas d'en douter.

Mais, ces caractères, FABRICIUS ne les avait pas signalés, et les auteurs suivants, ne soupçonnant pas cette erreur, donnèrent de *N. marmorea* FABR. des diagnoses plus précises s'appliquant, non aux types de FABRICIUS, mais à des Notonectes, plus ou moins tachées, tenant le milieu entre *N. glauca* et *N. furcata* (Pl. IV, l. 1, n° 2 et l. 4, n° 1, 2 et 3 ; Pl. V, l. 1, c. 2 et l. 10, c. 1 à 6). KIRKALDY, que j'ai déjà cité, fit même paraître une étude, dans laquelle il s'étend longuement sur ce que doit être *N. marmorea*

FABR. Il ignorait que le type était à Copenhague, et ses conclusions, toutes hypothétiques, sont absolument fausses. Il y avait été amené par la constatation que, dans les collections, les *N. marmorea* sont souvent confondues avec les *N. maculata*. Cela tient, d'une part, à l'incertitude de la diagnose et, d'autre part, à un défaut d'examen, les *glauca* plus ou moins tachées pouvant être prises pour des *maculata*, quand les insectes sont morts et en mauvais état, que les élytres ne sont pas ouvertes et que l'on néglige de regarder les derniers sternites.

En résumé, *marmorea* FABR. n'étant autre que *maculata* du même auteur, il y a lieu de la supprimer et, comme nous le verrons plus tard (p. 436), il n'y a pas lieu de la remplacer, les *N. glauca*, plus ou moins tachées, auxquelles on a appliqué cette dénomination, constituant une série ininterrompue, de telle sorte qu'il ne saurait y avoir de raison valable pour donner un nom particulier à l'une quelconque des formes qui la constituent. (Pl. IV, l. 3 et 4; Pl. V, l. 1, c. 2 à 8 et l. 9, 10, 14 et 15).

3° *N. furcata* FABR. (= *N. marginata* MÜLL.). — Les types de MÜLLER ont disparu dans un incendie, à ce que l'on m'a dit à Copenhague. Il est probable cependant que *N. marginata* MÜLL. n'était autre que celle décrite plus tard par FABRICIUS sous le nom de *N. furcata*. KIRKALDY, dans sa revision, a donc raison de réserver à cette forme le nom de *N. marginata*, qui a la priorité, mais, comme tous les hémiptéristes, depuis FABRICIUS, ont employé de préférence celui de *N. furcata*, et que, dans toutes les collections et tous les catalogues que j'ai pu consulter, celui de *N. marginata* est presque inusité, je continuerai en pratique à me servir de l'appellation *N. furcata* FABR., dont le type est au Muséum à Paris. (Pl. IV, l. 1, c. 1 et Pl. V, l. 1, c. 1).

4° *N. maculata* FABR. (= *N. umbrina* GERM.). — Comme nous l'avons vu précédemment, le type de *N. maculata* FABR. est également à Paris, au Muséum. Cette appellation est employée partout, concurremment avec celle de *N. umbrina* GERM. Celle-ci a été usitée sans doute parce que dans la description de FABRICIUS on lit « scutellum album », ce qui est inexact. Aucune Notonecte palæarctique, ayant les élytres ferrugineuses, n'a le scutellum blanc, et l'exemplaire qui porte l'étiquette de FABRICIUS a le scutellum noir. Il me paraît indifférent que l'on emploie l'une ou l'autre de ces appellations, pourvu qu'on ne les emploie pas toutes les deux,

comme cela a été fait souvent, à tort et à travers (1). Dans ce mémoire j'emploierai le nom de *N. maculata* FABR., puisque le type existe, que ce nom est usité et qu'il a la priorité.

5° *N. lutea* MÜLLER. — Quant à *N. lutea* MÜLL., il ne peut y avoir d'hésitation (Pl. IV, l. 6, n° 1 et Pl. V, l. 25, c. 8) : non seulement la couleur des élytres mais leur forme et l'ensemble de l'insecte la différencient nettement des autres. KIRKALDY mentionne une variété *scutellaris* J. SHALBERG, dont certaines parties de l'élytre seraient colorées. Il m'a paru, d'après les exemplaires que j'ai pu capturer ou que j'ai vus dans les collections, qu'il y avait tous les passages entre l'albinisme complet et un certain degré de coloration. L'idée, que j'avais eu tout d'abord, que cela pouvait être un passage entre *N. lutea* et *N. glauca* n'a pas résisté à un examen plus approfondi, tous les autres caractères, y compris la forme des élytres, restant les mêmes. Si cette variation est d'un ordre supérieur à celui des variations individuelles, telles qu'on les remarque, par exemple, chez *N. maculata*, elle n'est pas une forme intermédiaire entre *N. glauca* et *N. lutea* ou inversement. Il ne semble pas, d'autre part, qu'elle soit en rapport avec le climat.

6° *N. viridis* n. sp. — J'ai précédemment exposé mes idées du moment sur « La nécessité d'une revision des Notonectes de France ». (2) Dans les captures faites à Chaville, près de Paris, j'avais été amené à distinguer une *N. glauca* pâle que j'avais, désireux de ne pas créer légèrement une appellation nouvelle, désignée provisoirement sous le nom de *N. pallida* AMYOT, tout en indiquant cependant que la diagnose de cet auteur ne paraissait pas s'y appliquer exactement.

J'ai retrouvé cette forme pâle un peu partout dans les collections, de provenances diverses, confondue toujours avec

(1) PUTON emploie dans son Synopsis le terme de *N. umbrina* GERM. et mentionne que cette forme n'existe pas au nord de la France ni en Angleterre. Or, dans sa propre collection, au Muséum, il se trouve des insectes de cette forme en provenance du pays de Galles, étiquetés, il est vrai, *N. maculata* FABR.. Dans la même boîte de PUTON, d'autres, également de même forme, provenant de Meudon, sont étiquetés comme *N. marmorea*. Cette constatation ne diminue en rien la compétence générale de cet hémiptériste, mais elle montre combien il est de toute impossibilité de se baser, pour l'étude de l'évolution, sur des déterminations et des observations faites de cette façon.

(2) Feuille des jeunes Naturalistes, août 1907.

N. glauca. Je l'ai capturée moi-même en divers endroits, notamment à Moudon, près de Paris, à Toulouse et à Wimereux (P.-de-C.); j'en ai élevé de ces trois localités, qui se sont comporté pareillement. Il y a lieu de la distinguer de *N. glauca*, dont elle diffère, non seulement par la coloration générale (Pl. IV, l. 2 et Pl. V, l. 18), par l'armature génitale et par une moyenne de taille inférieure, mais encore parce que, dans notre région, elle n'est apte à la reproduction qu'en mars, tandis que *N. glauca* l'est fin décembre ou janvier, suivant la température; de plus, lorsqu'elles sont toutes deux en état d'activité sexuelle, il n'y a pas, comme nous le verrons au cours de ce mémoire, d'amphimixie entre elles.

La presque totalité des Notonectes de cette forme ayant, comme *N. glauca*, la bordure de taches noires des élytres, la diagnose de *N. pallida* AMYOT: *D'un blanc verdâtre pâle, sans les taches noires des hémélytres*, ne peut lui être appliquée malgré son peu de précision. J'en donnerai ultérieurement une diagnose complète, sous le nom de *N. viridis nov. sp.*, lorsque j'aurai achevé de déterminer ce qui est caractéristique de cette forme, notamment dans l'armature génitale.

Cette diagnose ne sera valable, bien entendu, que pour notre région. Si, d'après les collections, il semble bien que cette forme se rencontre jusqu'en Asie-Mineure, en Afrique du nord ou ailleurs, il reste à constater que c'est bien la même. J'attache, comme cette étude le fera comprendre, une grande importance à cette restriction. Il se présente fréquemment en effet que la diagnose d'un auteur, si elle est suffisante (et elle ne l'est pas toujours) pour distinguer la forme considérée de celles connues à cette époque, devient souvent ultérieurement insuffisante, lorsque de nouvelles formes sont découvertes. Indépendamment des erreurs grossières, telles que celles relatées plus haut, ayant entraîné la confusion de *N. maculata* et de *N. marmorea*, nous constatons, par exemple, que PUTON, donne de *N. glauca* L. une description, non pas reproduisant celle de LINNÉ, mais basée sur les individus de provenance française qu'il a sous les yeux et qu'il appelle *N. glauca* L., tandis que FIEBER donne de la même *N. glauca* L. une description basée sur les exemplaires autrichiens qu'il possède et qu'il appelle aussi *N. glauca* L.

PUTON écrit :

Elytres jaunâtres, quelques petites taches brunes le long de la marge et une à l'angle interne. Metanotum et dos de l'abdomen noirs. Nervures des ailes inférieures brunes à la base.

FIEBER écrit :

Elytres blanchâtres, marge avec de petites stries brunes le long du bord. Taches noires à l'extrémité du corium, à la suture de la membrane et à l'angle interne. Clavus blanc jaunâtre. Membrane sale avec une tache brune à la base, bordure brunâtre.

Je faisais remarquer en 1907 (*Feuille des jeunes naturalistes*, n° 442, 1^{er} août 1907) que cette description de FIEBER s'appliquait plutôt à *N. glauca* pâle, celle que j'ai appelée *N. viridis* et qui jusqu'ici a été partout confondue avec *N. glauca* L.

En réalité (Pl. V, l. 13 à 17) les Notonectes autrichiennes ne sont pas des *N. viridis*, mais elles diffèrent des *N. glauca* L. et FIEBER n'était pas en droit de les décrire sous ce nom. Il s'est trouvé que les Notonectes françaises, d'après lesquelles PUTON a fait sa description, étaient conformes aux Notonectes suédoises décrites par LINNÉ : le contraire aurait pu avoir lieu et, si les types de LINNÉ n'existaient plus, je n'aurais pas pu savoir si sa description s'appliquait, soit aux formes autrichiennes de FIEBER, soit à d'autres. Les Notonectes décrites par LINNÉ, sous le nom de *N. glauca*, auraient pu d'ailleurs appartenir à plusieurs de ces formes ou à toutes, auxquels cas il eût été nécessaire de convenir à laquelle serait laissée l'appellation de *N. glauca* L.

Je reprendrai plus loin la question de savoir ce qu'il convient de faire des formes autrichiennes et de quelques autres qui sont dans le même cas, mais je tiens à attirer dès maintenant l'attention du lecteur sur la nécessité, que l'on ne peut méconnaître, de se demander toujours, lorsqu'on se trouve en présence d'un être organisé quelconque, et que l'on veut en opérer la classification, si les différences que l'on peut remarquer entre cet être et ceux, précédemment décrits, auxquels on croit pouvoir le rapporter, sont d'ordre actuel ou héréditaire, et si il n'y a pas lieu d'en faire une catégorie dont la signification sera à étudier de plus près. Il est en tout cas certain, si l'on croit pouvoir appliquer à cette forme la diagnose d'un auteur, que l'on n'a pas le droit de substituer à la description de cet auteur sa propre description, sous prétexte de la compléter, si l'on ne peut

s'assurer que les exemplaires considérés sont absolument conformes à celui ou à ceux qui ont servi à l'auteur en question. Encore devrait-on toujours indiquer que la description donnée ne l'est pas d'après le ou les types, mais d'après ce que l'on croit *conforme* et en donner les raisons, avec toutes les indications qui auront pu être recueillies à tous les points de vue sur les exemplaires que l'on décrit.

Observations relatives à la systématique. — Ce rapide exposé de la systématique rendra compréhensible l'exposé des diverses observations que j'ai pu faire sur les Notonectes. Il sera bien entendu que nous n'attribuerons à la taxinomie ancienne, que nous adoptons provisoirement, aucune autre valeur que celle de permettre de classer les exemplaires recueillis, considérés en tant qu'objets de collection. La seule morphologie externe, surtout lorsqu'il s'agit des dernières ramifications, des dernières coupures à faire, celles auxquelles on a appliqué les appellations d'espèces, sous-espèces, variétés, races, etc., est absolument inapte à servir à autre chose.

De ce que les Notonectes décrites par LINNÉ ont été *Notonecta glauca*, certains auteurs ont appelé « variétés de *N. glauca*, » les formes décrites ultérieurement, telles que *maculata*, *furcata*, etc.. Ou bien le mot « variété » signifie quelque chose et alors il faudrait le définir et l'employer à bon escient (ce qui n'a peut-être jamais été fait et en tout cas pas pour les Notonectes) ou bien il ne signifie pas autre chose qu'une coupure, une catégorie nouvelle de collection, sans rapport nécessaire avec ce qui se passe ou s'est passé dans la nature. Cela est tellement évident que les collectionneurs eux-mêmes en conviennent, lorsque la question leur est bien posée, et que la distinction est nettement établie entre ce qu'est une collection et le parti que l'on peut en tirer pour des recherches phylogéniques ou autres. On m'accusera peut-être de vouloir démontrer l'évidence, mais ce mot de variété est tellement dangereux qu'il est utile d'en finir une bonne fois avec lui. Quoi que l'on fasse, en effet, et chez ceux-là même qui s'en défendent, l'expression « variété d'une espèce donnée » ne peut pas ne pas éveiller dans l'esprit l'idée que la forme appelée « variété » procède, d'une façon ou d'une autre, de celle dénommée « espèce ».

Lorsque l'on dit que *Vanessa prorsa* et *Vanessa levana* sont des « variétés saisonnières » de la même espèce, cela est net et parfaitement compréhensible ; cela veut dire que non seulement morpho-

logiquement, mais en fait, *levana* et *prorsa* ne sont que les états différents d'une même espèce, en rapport avec des conditions déterminées du milieu. Si l'on avance que tel Lépidoptère d'Afrique est une « variété géographique » d'une espèce européenne, cela paraît encore très précis, mais cette assertion, si elle est basée sur la morphologie pure, est déjà très incertaine, et l'on ne serait en droit de l'affirmer que si, ayant transporté la forme européenne en Afrique on l'y avait vu donner la forme africaine, comme MARCHAL a vu *Lecanium corni* donner *Lecanium robiniarum* quand on la transporte sur le Robinia. Mais avancer que *N. maculata* ou *furcata* est une « variété » (sans épithète) de *N. glauca*, uniquement parce que celle-ci a été décrite la première et que les différences morphologiques n'ont pas paru bien grandes, cela me semble un défaut fondamental de méthode, qui ne peut produire que la confusion et l'obscurité là où l'on prétend apporter l'ordre et la clarté.

Il faut évidemment ne laisser sans la décrire aucune forme rencontrée, mais tant que l'observation de la descendance, tant que les recherches biologiques, embryologiques ou autres, ne permettent pas d'établir une dépendance entre ces formes, il faut se contenter de les décrire le plus complètement possible, en indiquant leur origine, et se garder même d'identifier, malgré leur similitude, des formes d'origine différente, si l'on n'est pas tout à fait certain qu'elles sont tout à fait identiques.

Des 6 formes de Notonectes européennes que j'ai citées plus haut, ni la morphologie externe, ni les autres observations faites jusqu'ici, ne permettent d'établir, même approximativement, la parenté réelle. Nous verrons, à la suite de ce travail, si nous pouvons le faire et dans quelle mesure; mais, en attendant, nous les considérerons seulement comme des coupures, des catégories de collection. Il ne s'agira donc pas d'une espèce *Notonecta glauca* avec des variétés, mais d'une catégorie *N. glauca*, établie par LINNÉ, et d'autres catégories *N. x. y. z.....* établies ultérieurement. Tout ce que nous pouvons dire d'après la morphologie externe, c'est que ces formes se ressemblent entre elles plus qu'elles ne ressemblent aux formes voisines, ce qui justifie l'appellation générique *Notonecta*. Encore ne faut-il pas oublier que cette coupure elle-même n'existe pas dans la nature; certaines formes exotiques par exemple appartiennent, morphologiquement du moins, autant à *Enitares* qu'à *Notonecta*.

Des considérations du même ordre s'appliqueraient à la coupure supérieure, la famille: si, ne se limitant pas à une région, on examine les Hydrocorises du monde entier, depuis les Belostomes, plats et trapus, jusqu'au Ranâtres, étroites et effilées, en passant par les Nêpes, de celles-ci à *Naucoris*, à *Corixa*, à *Sigara*, à *Ploa*, à *Anisops*, à *Enitares*, à *Notonecta*, on constate l'existence de toute une série de formes *morphologiquement* intermédiaires. Dans ce cas, comme dans les autres, quels que soient les caractères choisis comme base de la classification, il y a presque toujours des formes à cheval sur deux et même plusieurs coupures. Ce défaut de la systématique est inévitable et si une classification basée non seulement sur la morphologie externe, mais encore sur tous les autres caractères, biologiques, physiologiques, anatomiques, cytologiques, etc. pourrait être plus voisine de la réalité phylogénique, elle ne l'atteindra jamais complètement, même avec l'étude, toujours insuffisante, des formes disparues. La phylogénie ne peut prétendre à être une science « exacte » relativement aux formes passées; elle pourra l'être au moins pour certaines formes présentes et à venir: c'est ce que j'espère prouver au cours de ce travail.

Cette conclusion étant d'ailleurs la seule conclusion d'ordre général qu'il me soit permis de tirer de mes observations, j'ai adopté, pour les exposer, le plan naturel qui les groupe dans cet ordre d'idées. La répartition géographique des diverses formes, leur éthologie, les différences biologiques, physiologiques, anatomiques et morphologiques que j'ai pu constater, leurs variations, ne seront donc pas présentées séparément. Nous nous mettrons, ce qui est le cas, dans la situation d'un observateur qui commence ses observations dans la région de Paris et je m'étendrai davantage sur l'éthologie des diverses formes dans cette région, de telle façon que nous pourrions intituler ce chapitre: *Ethologie générale*. Puis, nous étendrons nos observations en nous écartant de plus en plus de Paris dans toutes les directions; nous appellerons ce chapitre: *Ethologie et Morphologie comparées dans les divers habitats*. Nous résumerons alors la répartition géographique des diverses formes rencontrées et nous efforcerons de la comprendre à la lumière des observations précédentes. Il nous sera permis ensuite d'essayer de préciser nos idées sur la valeur comparée des formes reconnues, sur le passé et sur l'avenir de leur évolution.

Enfin, de ce cas particulier des Notonectes, éclairés par les travaux analogues faits dans le même ordre d'idées, depuis quelques années, nous pourrons passer à une conception générale de l'espèce et surtout des moyens propres à en aborder efficacement l'étude, qui se confond avec celle de l'évolution.

II

ETHOLOGIE GÉNÉRALE (1)

Lorsque j'ai commencé à recueillir des Notonectes dans les environs de Paris et que j'ai cherché des indications sur leur éthologie, je n'ai trouvé que peu de documents; encore étaient-ils plus ou moins contradictoires. Par exemple le printemps, l'automne, l'année entière étaient donnés respectivement par les divers auteurs comme époque de la reproduction. Il ne me fut pas difficile de me rendre compte que si cela était dû, dans certains cas, à ce que les observations avaient été trop superficielles, la véritable cause de cette incohérence tenait à ce que chaque auteur avait parlé des Notonectes, comme s'il n'y avait eu qu'une seule forme et comme si celle-ci avait réagi de la même façon, du sud au nord, aux diverses conditions du milieu. En réalité, il y a un certain nombre de formes, ayant leur éthologie propre, et la même forme se comporte différemment, suivant les habitats.

La moyenne des captures faites à Chaville, près de Paris, dans l'étang de l'Ecrevisse, n'a guère varié depuis trois ans, *sauf que la forme N. viridis a complètement disparu*. L'une des pêches, en date du 18 février 1907, figure en partie à la Pl. V, l. 1 à 7 et l. 18. La ligne 1 comprend *tous* les exemplaires les plus tachés et la

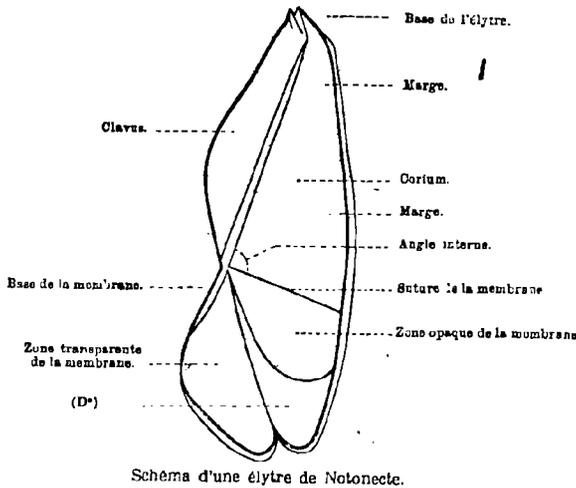
(1) On pourrait se demander pourquoi, passant en revue les Notonectes dont j'ai pu opérer la capture et celles que j'ai trouvées dans les collections, je laisse les catalogues complètement sous silence. Ce qui précède permet déjà de se rendre compte qu'il est impossible de faire fond sur aucun d'eux. Tout au plus ont-ils l'utilité de signaler, quand les exemplaires ont été conservés, leur présence dans telle ou telle collection, où l'on peut les rechercher.

Il convient en effet de ne pas oublier que les catalogues sont généralement établis par des personnes qui, si elles connaissent un grand nombre de formes, ne connaissent bien que quelques-unes d'entre elles. Il ne peut en être autrement et le seul tort de leurs auteurs est d'avoir voulu préciser, alors qu'ils n'avaient pas les éléments pour le faire.

ligne 7 tous les exemplaires les plus clairs, mais 25 exemplaires seraient à intercaler dans les lignes 2 à 6 et 3 dans la ligne 18, le total étant :

- 1 *furcata*,
- 1 *marmorea*,
- 14 passages entre *marmorea* et *glauca*,
- 65 *glauca*, plus ou moins tachés à la marge,
- 11 *glauca* pâle ou *viridis*.

Les Notonectes de la ligne 18 étaient confondues dans l'ensemble et rien, à ce moment, ne me permettait de les distinguer. L'élytre l. 18, c. 1 paraît bien, en effet, plus voisine de l'élytre l. 7, c. 5 ou de l'élytre l. 7, c. 7 que de l'élytre l. 18, c. 8. Les trois premières ont peu ou pas de taches à la marge (voir schéma ci-dessous) tandis que la quatrième est franchement tachée à cette place, etc., etc...



Le tableau de la Pl. V a été fait en suivant autant que possible l'ordre décroissant des taches, du clavus, du corium et de la marge.

Il est évident que l'on pourrait faire le classement de toute autre façon, soit d'après les taches de la marge seule, soit d'après celle de l'angle interne, ou autrement ; il y aurait toujours toute une série de passages entre les extrêmes. La coloration flave générale du

clavus, du corium et de la zone opaque de la membrane est aussi variable chez les exemplaires des lignes 1 à 7. Les uns, par ex. l. 4, c. 8 et l. 7 c. 6 et 8, ont une coloration chaude, se rapprochant de celle des exemplaires de Banyuls, l. 12. Les autres, par ex. l. 5, c. 4 et 5 et l. 2, c. 3 et 4, ont une coloration plus froide, voisine du clavus et du corium des élytres de la ligne 18 et se rapprochant de celle des exemplaires autrichiens, l. 13, c. 1 à 5. Nous reviendrons sur ces caractères et ce qu'il convient d'en penser (4).

Lorsque, en 1907, je m'étais trouvé en présence de la pêche dont il vient d'être question, j'avais employé, pour la déterminer, les diagnoses de PUTON, notre plus récent hémiptériste, et avais été amené à les classer comme suit :

l. 1, c. 1 = *N. furcata*.

l. 1, c. 2 = *N. marmorea*.

l. 1 (le reste) à l. 7 et l. 18 = *N. glauca*.

Des exemplaires plus ou moins tachés, PUTON ne faisait pas mention. L'examen des collections me montra qu'en général, ou bien on les ignorait, ou bien on les répartissait, les uns comme *marmorea*, les autres comme *glauca*. On pouvait supposer que ces exemplaires étaient le produit de croisements entre *marmorea* et *glauca*, mais le petit nombre de *marmorea* que je trouvais dans cette station m'embarrassait. Il est vrai que *furcata* ne s'y rencontrait pas en plus grand nombre, mais, dans d'autres localités de la région, il y avait prédominance de *furcata*, tandis que, nulle part, le pourcentage de *marmorea* ne dépassait celui de l'étang de l'Ecrevisse. Je réservai mon opinion et mis les diverses formes en élevage, afin de suivre leur descendance.

L'étang de l'Ecrevisse, où ces captures furent faites, et continuées depuis trois ans, est situé à Chaville, en bordure de la forêt de Meudon. Il n'a pas été curé une seule fois depuis que j'y pêche. La superficie en est d'un hectare environ. Il est artificiel, un barrage maintenant les eaux du côté nord, opposé à la forêt, et, de ce côté, la profondeur peut atteindre 1^m,50 à 2 mètres, suivant le régime des

(4) Remarquons en passant que, dans l'ensemble, les élytres des mâles sont plus petites que celles des femelles, (c. 8, l. 3 = ♂, l. 4 = ♀), mais il faut ajouter que les élytres des plus grands mâles sont de même taille que celles des plus petites femelles. Les *N. furcata* de notre région sont, sans exception, plus grandes que les autres (l. 1, c. 1 = *furcata* ♂; l. 1, ♀ 2 = *marmorea* ♀; l. 22, c. 1 et l. 25, c. 5 = *furcata* ♀).

pluies. C'est toujours de ce côté et sur les côtés contigus que les Notonectes ont été rencontrées (1).

Le côté sud est moins profond, il est dominé par la forêt qui recouvre les bords de la demi-cuvette formée par l'étang. Mes recherches ultérieures m'ont montré que la répartition des Notonectes y était commandée par celle des plantes aquatiques où ces insectes peuvent déposer leurs œufs. La seule condition paraît être que ces plantes soient assez molles pour que la tarière de la femelle puisse y pénétrer et d'autre part qu'elles ne constituent pas un réseau trop serré qui s'opposerait aux évolutions des Notonectes.

Les pêches que j'ai faites pendant trois ans dans cet étang m'ont donné, comme pourcentage des diverses formes, des résultats sensiblement approchants, mais, depuis l'hiver 1907-08, je n'ai plus rencontré du tout la forme de la ligne 18, que j'ai appelée *viridis*. Nous verrons plus loin quel en est le motif très probable, mais, avant de poursuivre l'examen de ce que j'ai trouvé à Chaville, quelques indications générales ne seront pas inutiles.

C'est à la fin de l'été et en automne que les Notonectes sont capturées le plus abondamment. A cette époque, en effet, sont arrivées à l'état adulte toutes les larves de l'année et, comme les adultes de la génération précédente ont tous disparu avant le mois de juin, il ne peut plus y avoir que du déchet et pas d'apport nouveau.

Dans un étang donné, la quantité de Notonectes, qui s'y trouvent, peut varier par suite des départs et des arrivées, ces insectes volant fréquemment, lorsqu'il fait chaud. L'étang de Chaville est trop grand pour une telle observation, mais on verra plus loin celles que j'ai pu faire à Berck, sur ce sujet.

Pendant l'hiver, il est assez difficile de capturer les Notonectes. Ce n'est pas que le nombre en soit moindre car, aucun apport n'ayant lieu d'octobre à mai, il est forcément au moins aussi grand qu'il le sera au printemps; mais les insectes sont engourdis et se tiennent surtout dans les parties profondes. Lorsque l'on s'en donne la peine, les pêches sont aussi fructueuses en janvier qu'en mai.

Les élevages, que j'ai faits en glacière, m'ont montré que les Notonectes de l'une quelconque des formes de notre région

(1) Les captures ont été opérées avec des troubleaux à manche très long, dont la poche était constituée par un filet fin; des bas de pêche permettaient de s'avancer assez loin dans les parties les moins profondes de l'étang et de les explorer à fond.

supportaient, pendant des mois, une température voisine de zéro, sans en paraître incommodées. La vie est seulement très ralentie (1). La maturité des premiers ovules, dans notre région, débute généralement en janvier, chez *furcata* et chez *glauca*, dont les accouplements et la ponte commencent à cette époque, à la première hausse de la température. Si le froid survient de nouveau, les ovules cessent de se développer et certains même paraissent dégénérer. Une vingtaine de dissections d'ovaires que j'ai faites chez des femelles, provenant de Chaville, en décembre 1907 et janvier 1908, me l'ont montré nettement.

Furcata, *marmorea* et *glauca*, et les formes intermédiaires entre *marmorea* et *glauca*, paraissent bien avoir, dans notre région, le même cycle évolutif; nous verrons un peu plus loin ce qu'il en est des autres.

À l'exception de ceux de *maculata*, les œufs sont insérés aux trois quarts dans les tiges des plantes aquatiques, que la femelle incise avec sa tarière.

Celle-ci est constituée par les deux lèvres de la vulve, dont chacune, en forme de couperet et garnie de pointes rigides, constitue une véritable scie.

Il semble bien que la disposition en est différente suivant les formes et peut être spéciale à chacune d'elle, mais les variations individuelles font qu'il est très difficile de s'en assurer. L'armature chitineuse du pénis des mâles, également différente chez les diverses formes, est d'une morphologie plus nette; nous reviendrons sur ce sujet à propos des questions d'amphimixie et d'amixie entre les différentes formes de Notonectes, existant ou non dans la même région.

Autant que j'ai pu l'observer, à Chaville, dans plusieurs autres stations et, surtout, au cours des élevages, les Notonectes ne pondent pas leurs œufs dans des plantes déterminées, mais dans toutes celles qui sont assez molles pour que leur tarière puisse y pénétrer. Elles tentaient, sans y parvenir, d'insérer leur œufs dans des allumettes et les inséraient constamment dans la moelle de sureau, qui était mise à leur disposition.

(1) À titre d'exemples des œufs de *maculata*, pondus en octobre et maintenus à une température de 0 à 8°, ont éclos en septembre, soit après 11 mois, tandis qu'ils mettent 20 jours à éclore à 18°. Des ♀ adultes qui pondaient 3 œufs et suçaient deux larves de *chironomus* par jour n'ont plus pondu qu'un œuf et sucé qu'une ou deux larves en 15 jours à 8°. Un ♂ et une ♀ vierges mis ensemble à 8° s'accouplent quand la température atteint 12°, etc.

Vers 16° à 18°, les œufs éclosent en une vingtaine de jours. Une première mue se produit à la sortie de l'œuf, elle est suivie de cinq autres mues, dont la dernière est la métamorphose finale de la nymphe en imago. Les larves, après la première mue, ressemblent beaucoup à l'adulte, mais elles restent transparentes, l'ébauche des ailes ne se montre, d'une façon apparente, qu'entre la cinquième et la dernière mue. Malgré les différences considérables entre les époques auxquelles apparaissent les premières pontes des différentes formes, la grande lenteur relative du développement pendant la saison froide fait que l'apparition des adultes, dans notre région, ne s'étend que de juin à août, aux conditions moyennes de l'étang de l'Ecrevisse. Si, dans la même région, l'apparition des adultes varie peu suivant les formes, par contre, elle varie beaucoup suivant la température et, entre deux mares, situées à quelques kilomètres l'une de l'autre, mais dont l'altitude diffère de 30 à 40 mètres, par exemple Ablon, près de la Seine, et la forêt de Sénart, il y a une notable différence à cet égard.

Une des remarques les plus intéressantes, que j'ai pu faire à Chaville est que pas une fois, en trois ans, dans aucun des trois étangs qui s'y trouvent, sur plusieurs milliers de Notonectes capturées, je n'ai trouvé la forme *N. maculata* (Pl. IV, l. 1, n° 4; Pl. V, l. 20, 21 et 24), qui se trouve cependant en abondance dans des localités voisines.

Les 3 étangs de Chaville, c'est-à-dire l'étang de l'Ecrevisse, l'étang de Brisemiche et l'étang d'Ursine, sont situés à moins d'un kilomètre l'un de l'autre. Les deux derniers sont infiniment moins riches en Notonectes. Cela tient très probablement à ce qu'ils sont souvent curés, que les plantes aquatiques y sont, par suite, peu abondantes et que les œufs qui peuvent y être déposés sont perdus au moment du curage, lequel a lieu au printemps.

L'étang d'Ursine présente une disposition analogue à celle de l'Ecrevisse, quoique moins ombragée, mais ici c'est dans la partie la moins profonde, opposée au barrage, du côté de la forêt, que se localisent les Notonectes; c'est la seule où il y ait des plantes aquatiques répondant aux conditions énumérées plus haut. L'étang de Brisemiche est à découvert au milieu du vallon, près de la voie ferrée, à 7 ou 800 mètres du précédent. Il est assez fréquenté par les pêcheurs à la ligne et, dit-on, relativement plus poissonneux que les deux autres. Il y a un peu de plantes aquatiques sur tout son

pourtour, et, quand on y trouve des Notonectes, c'est en un point quelconque de ce pourtour. Je n'en ai jamais trouvé plus de deux ou trois, au printemps et en automne.

Comme les Notonectes volent à certaines époques de l'année, surtout lorsqu'il fait chaud, et qu'elles se rencontrent jusque dans les villes, en vols abondants, autour des lampadaires, on peut être étonné de ne pas les trouver, en quantité presque égale, dans des étangs aussi voisins l'un de l'autre que le sont ceux dont il est question.

Peut-être pourrions-nous comprendre la raison de ce fait si nous nous reportons aux observations qu'il m'a été donné de faire dans une autre région, entre la Canche et la Somme. Il existe là de nombreux ruisseaux de drainage, à cours très lent, qui abondent en Notonectes. Certaines portions de ces ruisseaux, notamment entre Verton et Grofliers, dans des pâturages, sont isolées en temps de sécheresse : j'y faisais le matin d'abondantes captures des mêmes formes qu'à Chaville et n'y trouvais plus rien en rentrant le soir. La profondeur étant de 30 à 40 centimètres et la largeur de 50 à 60, sur 6 à 7 mètres de longueur, je pouvais être assuré d'avoir fait une exploration complète. A diverses reprises je fis la même constatation, dans les mêmes conditions ou dans des conditions analogues, sauf que je restais parfois quelques jours avant de retourner à la station en observation.

Je reviendrai, lorsque je relaterai les expériences faites au laboratoire, sur le déterminisme du vol des Notonectes ; disons dès maintenant qu'il semble bien que, si la chaleur est nécessaire, elle n'est pas suffisante. J'ai observé en juin, rarement il est vrai, des vols d'adultes qui étaient, comme nous l'avons vu, à la fin de leur carrière. J'ai constaté plus souvent, directement ou indirectement, en août et septembre, des vols de jeunes adultes. Cela ne se produisait que lorsque la chaleur était forte, généralement lorsque le temps était orageux ; mais cela ne se produisait pas toujours dans ces conditions, alors même qu'elles paraissaient être réalisées au plus haut degré. Ajoutons que, si le phénomène était très net dans les mares petites et peu profondes, il l'était moins dans les autres et à peine sensible dans les cours d'eau, où le courant, joint à une certaine profondeur, entretenait une fraîcheur relative.

Quoiqu'il en soit, il semble bien que dans une région riche en cours d'eau et en mares, comme celle dont il s'agit, les Notonectes

qui s'envolent vers le soir ne reviennent pas là d'où elles sont parties. Il est plus rationnel d'admettre qu'elles retombent la nuit, vers le matin, dans les mares ou cours d'eau, au voisinage desquels elles se trouvent, à ce moment.

Il paraît vraisemblable que, à Chaville, lorsque les Notonectes s'envolent de l'étang de l'Ecrevisse, elles retombent en partie dans les étangs d'Ursine et de Brisemiche. Mais, d'une part, comme j'ai pu le vérifier, la température de ces deux étangs, surtout celle de l'étang de Brisemiche, est, à cause de leur situation, après de chaudes journées ensoleillées, plus élevée que celle de l'étang de l'Ecrevisse, ce qui fait que les Notonectes s'en envoleront de nouveau plus facilement que de ce dernier, d'autre part, celles qui y restent sont, par suite de l'absence ou de la petite quantité de plantes aquatiques, une proie plus facile pour leurs ennemis naturels.

L'éthologie particulière de *maculata*, que nous trouverons relativement constante dans ses divers habitats, nous aidera à comprendre le fait que certains cours d'eau de la région côtière dont il vient d'être question, par exemple entre l'Écluse, sur l'Authie, et Quend, *vers le sud*, contenant cette forme en abondance, je ne l'ai jamais rencontrée entre l'Écluse et Etaples, *vers le nord*. L'Authie semble être la limite de *maculata* vers le nord, alors que je l'ai pourtant retrouvée, et dans le sud de l'Angleterre, et en Belgique.

Je ne dois pas omettre de signaler que, si j'ai pu faire dans la région qui s'étend d'Abbeville au cap Gris-Nez, pendant 3 ans, dans 47 localités différentes, plusieurs centaines de pêches comprenant plus de 3.000 individus, ces captures ont presque toutes été faites de juillet à octobre. Les Notonectes de nos régions ayant toutes disparu à la fin de juin, je me trouvais donc seulement en présence des adultes jeunes qui apparaissent en août et septembre. Mais si les adultes de la génération précédente, qui pondent encore en juin et volent à cette époque, sont venus au delà de l'Écluse (et pourquoi n'y viendraient-ils pas ?) je ne comprends pas pourquoi je ne trouve plus trace de leur descendance. Les larves de *maculata*, dans les élevages, se sont montrées plus résistantes que les autres, dans toutes les conditions, aux plus hautes comme aux plus basses températures ; si je laissais en vrac, sans nourriture, des larves des diverses formes, cas auquel elles s'attaquent les unes les autres, il ne restait finalement que des *maculata*. Je ne comprends pas

non plus pourquoi les jeunes adultes, qui volent en septembre, seraient arrêtés par l'Authie. J'admets que la fraîcheur relative d'un cours d'eau peut arrêter des Notonectes dans leur vol, mais il semble difficile d'admettre que cela constitue une barrière infranchissable.

Le fait que *maculata* n'insère pas ses œufs dans les tiges des plantes aquatiques, mais les colle à la face inférieure d'un support quelconque, celui qu'elle s'accouple et pond dès octobre, ne paraissent pas pouvoir donner une explication plausible. Si la spécialisation d'habitat de *maculata*, que j'ai observée à Ablon, au bois de Boulogne, à Blonay près Vevey (en Suisse), à Banyuls-sur-Mer, et à Rosas (en Espagne), et dont nous parlerons plus loin, paraît bien être sous la dépendance du mode de ponte, il ne semble pas en être de même dans ce cas, où les cours d'eau des deux régions contiguës considérées sont aussi semblables que possible, à tous égards.

Je croirais volontiers, *maculata* n'ayant pas été, jusqu'à ces derniers temps, signalée au nord de Paris (où je l'ai trouvée, comme on vient de le voir), ni en Belgique (où elle a été capturée pour la première fois en 1898), ni dans la province rhénane (où je l'ai capturée dans le jardin même de l'Université de Bonn à Poppelsdorf, en 1907) que cette forme est actuellement en voie d'extension septentrionale, et je ne désespère pas de la trouver au nord de l'Authie. A l'appui de cette opinion, je citerai le fait que, dans les collections, je n'ai trouvé aucun exemplaire de *maculata* provenant de ces régions, exception faite des exemplaires belges dont je viens de parler, tandis que j'en ai trouvé, en grand nombre, de provenance méridionale. Je reprendrai cette question à propos de l'influence du mode de ponte de *maculata*, sur son éthologie et sa dissémination, lorsque nous l'aurons suivie dans ses divers habitats.

Nous avons vu plus haut que, si *maculata* ne se rencontrait pas à Chaville, elle se trouvait au contraire en abondance, concurremment avec les autres formes, à 4 ou 5 kilomètres de là, à Meudon, de l'autre côté de la forêt, dans des mares situées au fond de carrières abandonnées. A Levallois-Perret, au bord de la Seine, le 14 octobre 1904, M. Maurice Royer a capturé, dans une petite pièce d'eau, disparue depuis, 312 *maculata*, 5 *glauca* typiques et 13 plus ou moins tachées. Il est à remarquer que, dans la région de Paris, *maculata* ne se rencontre, à ma connaissance, qu'à proximité de la Seine ; ce

fait également est à retenir relativement à l'influence du mode de ponte sur la dissémination.

A Ablon, près de la Seine, un exemple remarquable de la localisation des Notonectes en général et de certaines formes, en particulier, a été observé de 1906 à 1909. Il s'y trouve, dans un bas fond, cinq mares, de quelques mètres carrés chacune, qui, au moment des pluies, n'en font qu'une. J'y ai pêché treize fois, à toutes les époques de l'année, parfois en cassant la glace.

Dans une de ces mares, où il n'y a que *juncus* ou *carex*, je n'ai jamais trouvé une seule Notonecte.

Je n'ai trouvé *maculata* que dans une seule d'entre elles, concurrentement avec les autres ; j'en ai trouvé chaque fois et *toujours vers la partie la plus dégagée et la plus ensoleillée*.

Toutes les formes de Notonectes de la région se rencontrent d'ailleurs dans ces mares d'Ablon. Elles sont situées près de la Seine, à proximité d'étangs considérables produits par l'extraction des sables. Il n'y a pas de plantes aquatiques dans ces étangs, qui ont 2 à 3 mètres de profondeur et où les bélandres viennent charger le sable ; autant que j'ai pu les explorer, je n'y ai pas trouvé de Notonectes.

Je n'ai pas rencontré dans la région de Paris un endroit où il me fût possible de me rendre compte s'il y avait des Notonectes dans la Seine et lesquelles. Mais de ce que j'en ai trouvé sur les bords du Rhin, entre Bonn et Cologne et à son embouchure (celle du vieux Rhin), de ce que j'en ai trouvé aussi dans la Garonne, près de Toulouse, là où, pour une cause ou pour une autre, le courant est, ou considérablement ralenti, ou interrompu, et où il y a des plantes aquatiques, il est à croire que l'on en trouverait également dans la Seine, dans des conditions analogues. C'est un des points que je n'ai pas élucidés, pour les motifs que j'ai donnés au début de ce travail. Au bois de Boulogne, si toutes les formes, y compris *maculata*, se rencontrent dans les étangs, qui sont en bordure de la Seine, je n'ai rencontré que des *glauca*, plus ou moins tachées, dans l'étang du château de Longchamps ; par contre, je n'ai trouvé que *maculata* dans un ruisseau qui va de Bagatelle vers le pont de Suresnes. Ces étangs sont peu profonds et plus ou moins garnis de plantes propices, les captures étaient ou n'étaient pas nombreuses, suivant qu'il y avait ou non de ces plantes ; quant au ruisseau, il présente un certain courant

et peu ou pas de plantes, les captures de *maculata* s'y opéraient le long des pierres qui s'y trouvent.

Retenons ces faits, qui concordent avec ceux que nous constaterons dans les divers habitats de *maculata* et dont nous pourrions établir une explication plausible, lorsque nous aurons comparé l'éthologie des diverses formes, dans les différentes régions où j'ai pu les observer. Nous examinerons aussi plus à fond, à ce moment, le cycle évolutif et le mode de ponte de *maculata*, qui, comme je l'ai seulement indiqué, sont nettement différents de ceux des autres formes.

III

ÉTHOLOGIE ET MORPHOLOGIE COMPARÉES DANS LES DIVERS HABITATS

Nous allons maintenant continuer cette étude en nous écartant progressivement de la région parisienne ; les indications générales d'éthologie qui ont été données à propos de celle-ci nous permettront de comprendre plus rapidement ce que nous allons rencontrer.

Environs
de
Paris.

A Bondoufle, près de Corbeil, deux ou trois pêches ont été faites, chaque année, dans une mare en pleine campagne, à 4 kilomètres de la Seine. Elle a environ trente mètres carrés et est peu profonde, Il n'y a été trouvé que des *glauca* plus ou moins tachées et le nombre en a diminué sensiblement d'année en année. Il semble qu'elle ait été peu à peu épuisée et qu'il n'y ait pas eu d'apport nouveau.

Dans la forêt de Sénart, il y a de nombreuses mares, dont quelques-unes ont été explorées deux ou trois fois. Il n'y a aussi été capturé que des *glauca* plus ou moins tachées, et des larves, en retard d'un mois sur celles d'Ablon. Ce fait paraît dépendre de la différence d'altitude, qui ne dépasse cependant pas 35 mètres.

Dans le bois des Metz, dans la vallée de Chevreuse, dans la forêt de Bondy, dans celle de Montmorency, ont été faites un certain nombre de pêches, qui n'ont pas été systématiquement poursuivies comme les précédentes. Toutes, sans exception, ont confirmé, ou au moins n'ont pas infirmé, les constatations générales que je viens d'exposer, et je craindrais d'allonger inutilement ce mémoire en les relatant. Quant à donner seulement les chiffres et les pourcentages

des différentes formes, j'estime que ce serait une apparence de précision illusoire, ce qui vient d'être dit des localisations montrant que l'on ne peut prétendre avoir fait une observation de quelque valeur qu'après une exploration méthodique, complète et répétée, d'une station (1).

Côtes de la
Manche.

Relativement à la région côtière de la Manche, disons d'abord que, d'après François PICARD, la *furcata* est abondante à Cherbourg et que, dans le Calvados, elle domine, au moins dans la région de Villers-Bocage, où la proportion, moyenne de 30 provenances différentes, à raison de 50 à 100 exemplaires par station, est de 100 *furcata* pour 10 *glauca* avec quelques *viridis* et quelques *maculata*. Je dois ces captures, commencées en septembre 1907, à la grande obligeance de M. MARTIN, vétérinaire à Villers-Bocage, qui voulut bien, en les opérant, prendre et me communiquer sur

(1) La tendance, qui s'accroît depuis quelques années, d'étendre les procédés de la biométrie et le calcul des probabilités à de nombreux cas, où ils ne sont pas applicables, paraît à la réflexion extrêmement dangereuse. Fréquemment les « pourcentages » sont établis sur moins de 10, les moyennes sur 4, 3, 2, et même 1 (1), et les polygones de variation sur un nombre absolument insuffisant d'exemplaires. Tout à fait suggestifs à cet égard sont un mémoire de W. CASTLE, F. M. CARPENTER, etc. (*The effects of inbreeding, cross-breeding, and selection upon the fertility and variability of Drosophila*, 1906) et un article très documenté de L. CUÉNOT : (*Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation*, Revue générale des Sciences, 15 novembre 1908). CUÉNOT donne comme exemple un polygone de fréquence du nombre de bras d'une étoile de mer (*Solaster papposus*) établi sur 270 individus provenant de localités variées.

Les recherches que je poursuis depuis un an sur *Drosophila*, qui fournit du matériel en abondance, m'ont démontré ce fait, que le raisonnement faisait prévoir, à savoir que des êtres vivants ne peuvent être considérés comme un mélange de billes dans un sac, exemple classique des traités de calcul des probabilités. Je citerai, à cet égard, deux observations qui me paraissent tout à fait caractéristiques :

1^o Ayant réparti en trois tubes différents 242 descendants d'un couple de *Drosophiles*, afin d'essayer divers liquides conservateurs et par conséquent au hasard, j'ai ultérieurement dénombré les mâles et les femelles et trouvé les résultats suivants :

1 ^{er} tube	37	18	total	55	proportion :	2/1
2 ^e —	42	40	—	82	—	1/1
3 ^e —	42	63	—	105	—	2/3
totaux :	121	121	—	242	—	1/1.

Ces chiffres se passent de commentaires.

2^o Des anomalies se produisant dans la nervation des ailes, (nervure supplémentaire en un point déterminé) je fus amené à faire diverses observations et, en particulier, à examiner, un jour, toutes les mouches existant dans le récipient où se reproduisait la lignée dans laquelle avait apparu l'anomalie. J'examinais les *Drosophiles* une à une, à l'état vivant, les capturant à l'aide d'un tube de verre et d'une soufflerie

chaque station des renseignements précieux. Ses observations paraissent concorder entièrement avec les miennes, mais il ne semble pas qu'il ait constaté des localisations aussi nettes que celles signalées plus haut. Il est à remarquer que la proportion des *glauca* aux *furcata* est inverse de celle de Chaville. Les *furcata* γ présentent, plus fréquemment que dans la région de Paris et dans le Nord, une large tache flave dans le prolongement de la bande flave du corium ; cette tache γ prend parfois une importance assez grande, tandis que partout ailleurs elle est à peine visible. C'est de Villers-Bocage que proviennent les exemplaires aberrants de la Pl. V, l. 19, c. 1 à 7 ; nous en reparlerons plus loin (p. 445).

Dans la région de Berck, les *furcata* et les *viridis* sont rares : 1 % environ. A Wimereux et dans les environs, j'ai trouvé ces deux formes en abondance, soit avec *glauca*, soit localisées. C'est à

aspirante. Je comptais les mouches capturées et en inscrivais le nombre, lorsque je trouvais une anomalie. J'obtins ainsi un certain nombre de lots de normales séparés par des anormales ; en voici le tableau :

N ^{os} DES LOTS...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAUX
Normales:.....	23	4	39	3	29	3	6	2	3	76	9	15	16	19	247
Anormales:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13

On voit que la proportion des anormales aux normales étant dans l'ensemble 13 p. 247 ou 5,28 %, le lot n° 10 donne 1 p. 76 soit 1,31 % et les lots 6, 7, 8 et 9 ensemble 4 p. 14 soit 28,57 %. Remarquons aussi que le n° 3 comprend 12 mâles pour 27 femelles, tandis que le n° 10 comprend 50 mâles pour 26 femelles.

Si, au lieu d'avoir examiné la totalité des *Drosophiles* existant dans le récipient, je n'en avais vu qu'une partie, le résultat eût été tout à fait différent, suivant que mon examen aurait porté sur l'un ou l'autre des lots.

Je crains fort que si, dans l'exemple cité par M. CUÉNOT, un autre polygone avait été établi avec 270 autres individus *provenant des mêmes localités variées*, ce polygone eût été tout différent du premier. En tout cas celui-ci ne pourrait avoir de valeur qu'autant que le second lui serait semblable, et un troisième ne nuirait pas.

L'inconvénient majeur d'appliquer les formules du calcul des probabilités à des cas où elles ne peuvent l'être valablement, n'est pas tant d'encombrer la littérature scientifique d'œuvres inutiles et de conclusions, à tout le moins hasardées, que de jeter le discrédit sur une méthode qui, dans les cas où elle est applicable, est parfois la seule efficace. Les résultats obtenus à Swalof, en Suède, et ceux que BLARINGHEM a obtenus chez nous, sont une preuve éclatante de ce qu'elle peut donner.

Je ne doute pas que ces erreurs manifestes d'auteurs, dont la compétence et la grande valeur scientifique sont hors de question, ne soient dues uniquement à ce que leur attention n'a pas été attirée sur la nécessité de se rendre compte, avant d'appliquer une méthode dont la nouveauté et la faculté de rendement les séduisaient, si elle pouvait l'être valablement dans les cas particuliers considérés.

Audresselles, près de Wimereux, que j'ai trouvé l'unique localisation de *viridis*, qu'il m'ait été donné de rencontrer; partout ailleurs, en France et à l'étranger, je n'ai trouvé cette forme qu'en petite quantité et toujours avec *glauca*. La station d'Audresselles est plutôt froide; c'est une mare peu profonde, située au milieu du pâturage communal, alimentée par un cours d'eau provenant d'un puits artésien, et garnie de diverses espèces de plantes aquatiques de petite taille, tout à fait propres à la reproduction des Notonectes. En septembre 1907, j'y ai capturé *viridis* en grande quantité, à l'exclusion de toute autre, alors que les autres formes, *maculata* exceptée, se rencontrent en abondance dans toutes les stations voisines. Un certain nombre de ces exemplaires ont servi aux élevages et se sont comporté comme ceux de Chaville.

Je n'ai pu suivre l'évolution de *viridis* dans cette station, une bande de canards les ayant totalement fait disparaître. Il est à remarquer que, dans cette mare, se trouvaient encore en septembre des larves de 4^e et même de 3^e mue, dont celles que j'ai élevées ne m'ont donné que des *viridis*. A la même époque, il m'était difficile, dans cette région, de trouver encore les larves de 5^e mue de *glauca* ou *furcata*, que je recherchais pour l'étude de la spermatogénèse. D'une façon générale, chaque fois que j'ai trouvé des larves à une époque tardive pour la région considérée, c'étaient des larves de *viridis*.

Hérédité
des diverses
formes.

J'ai déjà brièvement indiqué, dans mon résumé systématique, les motifs qui n'avaient amené à distinguer cette forme *viridis* et, en relatant les captures de Chaville, j'ai exposé mon incertitude. A un moment où je croyais encore à la valeur des expressions *espèces* et *variétés* en systématique, j'ai appelé types aberrants (1) un certain nombre de formes de l'observation desquelles est sortie la forme *viridis*.

Je me trouvais en présence des formes très variées revêtues par *N. glauca* et dont la Pl. V, l. 1 à 7 et l. 18, donne une idée. Il faut remarquer que si les exemplaires de cette dernière ligne, qui sont tous des *viridis*, étaient répartis parmi les autres, ils perdraient cet air de famille, qu'ils présentent incontestablement. L. 18, c. 1, par exemple, se rapproche davantage de l. 7, c. 5, que de l. 18, c. 8, qui, elle, paraît plutôt voisine, de l. 1, c. 6; l. 18, c. 5, paraîtrait à sa place l. 2, c. 3 à 4, etc..

(1) Soc. de Biol., 12 janv. 1907.

Si j'avais fait une coupure en 1907, uniquement d'après la coloration et la répartition de la pigmentation, elle eût été toute autre que celle à laquelle j'ai été amené par l'étude de l'éthologie, de la descendance et de l'amphimixie.

Qu'y avait-il d'héréditaire dans toutes ces formes? Était-ce la même descendance avec des différences individuelles dépendant seulement des facteurs actuels? Était-il possible au contraire de faire des coupures correspondant à une réalité et, dans ce cas, ces coupures seraient-elles en rapport avec la coloration des élytres? Quelles seraient-elles et quelle serait leur valeur? Voilà comment je comprendrais aujourd'hui que le problème fût posé. En 1907, je cherchais encore à distinguer des espèces et des variétés.

Quoiqu'il en soit, afin de me rendre compte de ce que signifiaient les aspects variés présentés par les élytres de *N. glauca*, j'avais mis en reproduction un certain nombre de femelles capturées accouplées. Je constatai que les *furcata* étaient toujours accouplées avec des *furcata*, tandis que les *glauca*, plus ou moins tachées, l'étaient ou paraissaient l'être entre elles d'une façon quelconque. Je récoltai également des larves, les élevai jusqu'à l'adulte et m'en servis alors pour essayer des accouplements. Ils ne réussirent pas la première année, soit que, ignorant le moment exact de la maturité sexuelle des diverses formes, je ne les eusse pas essayés au moment convenable, soit que les conditions des élevages fussent encore trop défectueuses, ou pour toute autre cause. Lorsque je dis que les accouplements ne réussissaient pas, cela signifie que je n'étais pas parvenu à accoupler à volonté une femelle et un mâle choisis, même quand ils me paraissaient identiques, mais, en mettant ensemble un certain nombre de mâles et de femelles, il y en avait qui s'accouplaient. Je pus ainsi constater que certaines des formes claires de *glauca*, reconnaissables pour moi, à ce moment, non à leurs élytres également plus ou moins tachées, mais à la teinte verdâtre et plus claire de la bordure des sternites, paraissaient ne s'accoupler qu'entre elles.

Ayant disséqué un grand nombre de Notonectes de Chaville, je remarquai, en décembre 1906, que les *glauca* foncées avaient les ovaires déjà garnis d'une série d'ovules, dont les derniers paraissaient presque mûrs. Une reprise du froid, en janvier, amena une sorte de régression, mais, à côté de loges vides, il restait des loges contenant des œufs à peu près formés. Les *glauca* claires, ou du moins un

certain nombre de celles qui me paraissaient telles, avaient, à cette époque, des ovaires peu formés, comparables à ceux des autres en novembre.

Cela n'était-il dû qu'à des différences individuelles ou était-ce caractéristique d'une forme héréditaire ?

Au laboratoire, j'obtins les pontes de *glauca* foncées, de capture récente, régulièrement à partir de janvier ; ce n'est que fin mars que les claires commencèrent à pondre à leur tour.

Les larves issues de ces claires étaient sensiblement plus petites que celles des foncées. Elles étaient également moins résistantes aux conditions d'élevage, peut-être, au premier stade du moins, parce que les larves de *Culex* que j'utilisais pour les nourrir, étaient un peu fortes pour leur taille.

En fait, alors que j'obtins un certain nombre d'adultes de *glauca* foncée, je ne pus obtenir qu'un seul adulte de *glauca* claire. Les observations, que je fis à cette époque sur la durée comparée des stades larvaires des diverses formes, furent faussées, parce que je n'avais pas attaché à la température l'influence considérable que je lui reconnus par la suite. Il n'y a pas en réalité, dans les mêmes conditions, de différence appréciable dans la durée de l'évolution des formes de notre région, depuis la ponte jusqu'à l'adulte.

Le descendant de la *glauca* claire, que j'obtins en 1907, fut bien semblable à la mère.

Les descendants des *glauca* foncées furent tous des *glauca* foncées, plus ou moins semblables à leurs parents.

Les descendants des *furcata* furent tous des *furcata*.

La constatation qu'à Audresselles, comme je l'ai signalé plus haut, la mare du communal ne contenait que des *glauca* claires et en abondance, dont toutes celles qui furent observées se comportèrent comme les précédentes, me fit penser que je me trouvais en présence d'une forme héréditaire distincte.

Néanmoins, les différences individuelles de coloration, tant des élytres que de l'ensemble du corps, coloration qui varie d'ailleurs dans une certaine mesure avec l'âge de l'insecte et les conditions du milieu, me laissaient un doute sur la valeur de cette coupure, alors surtout que je n'avais pu trouver, ni dans la morphologie externe, ni dans l'anatomie, aucun caractère distinctif, qui pût ne pas être confondu avec une variation individuelle. (Nous verrons plus tard que j'ai pu en reconnaître récemment dans l'armature génitale).

C'est alors que je cherchai à me rendre compte si, comme j'avais cru le remarquer, les différentes formes de notre région ne s'accouplaient réellement pas entre elles. On se souviendra que, si j'avais trouvé souvent des Notonectes accouplées, je n'avais pu encore obtenir, à volonté, l'accouplement d'un mâle et d'une femelle déterminés.

Amixie
de VIRIDIS.

J'avais un certain nombre d'adultes, provenant de mes élevages ; je recueillis en outre plusieurs centaines de larves, de 3^e ou de 4^e mue, et je les isolai, en juillet 1907. Les bocaux, où elles furent placées, restèrent tout l'été dans un courant d'eau de Seine, qui maintint la température entre 14 et 21 degrés. En octobre, les *maculata* commencèrent à pondre et j'obtins à volonté des accouplements. Pour que l'accouplement ait lieu, il me suffisait de mettre le mâle avec la femelle, à la condition que la température fût supérieure à 12°, et d'autant plus rapidement que la température était plus élevée. En décembre et janvier, suivant les individus, *glauca* et *furcata* se mirent à pondre à leur tour, et s'accouplèrent de même à volonté, mais j'essayai en vain des croisements entre ces deux formes. En mars, *glauca* claire commença également à pondre et à s'accoupler. A ce moment, les autres formes poussaient toujours et les couples, précédemment formés, que j'avais laissés ensemble, et qui, après le premier accouplement, étaient restés jusqu'ici sans s'accoupler, recommençaient à le faire ⁽¹⁾. J'essayai alors d'obtenir des accouplements entre *glauca* claire et *glauca* foncée : je pris dix des mâles de *glauca* foncée qui étaient restés jusqu'alors éloignés de toute femelle, et je les mis ensemble avec une femelle de *glauca* claire, également isolée depuis l'avant-dernier stade larvaire. Les mâles, très agités, tentèrent immédiatement de s'accoupler entre eux, s'accrochant dans la position habituelle. L'abdomen de celui qui était au-dessous, dans la position mâle, se distendait, l'extrémité se recourbait et l'armature génitale, qui sert de gaine au pénis, faisait effort pour pénétrer dans le cloaque de l'individu, qui occupait la position femelle. Celui-ci ne gardait cette position que quelques secondes et, se dégageant de l'étreinte de l'autre, cherchait à son tour à prendre la position mâle, soit avec celui-là soit avec un autre. Quant à la femelle, elle ne manifestait

(1) J'indiquerai, dans un prochain mémoire, les observations que j'ai faites sur ce sujet et sur la durée de vie des spermatozoïdes dans le réceptacle séminal.

aucune agitation apparente et je ne percevais aucun mouvement de l'abdomen ni de l'armature génitale. Les mâles, qui se poursuivaient l'un l'autre, la heurtant parfois au passage, ne paraissaient pas plus influencés par sa présence que par un débris végétal. Une seule fois l'un deux parut exécuter dans sa direction un mouvement qui l'en approcha à deux centimètres, une fois là il s'en écarta brusquement.

Après 15 minutes, je mis la femelle avec un mâle de sa forme : l'accouplement eut lieu en moins de 3 secondes. Trois des mâles s'accouplèrent également en quelques secondes, lorsqu'ils furent mis avec des femelles de leur forme ; les autres furent réservés. Je fis le même essai en sens inverse avec 10 mâles *glauca claire* et 1 femelle *glauca foncée* ; il donna le même résultat, sauf que l'un des mâles, sur les 4 essayés après la tentative d'accouplement, ne s'accoupla pas avec la femelle de sa forme. Comme il mourut le lendemain, il y a lieu de croire qu'il n'était déjà plus, au moment de l'expérience, dans un état normal.

Une seconde épreuve fut tentée, en mettant cette fois un mâle avec dix femelles. Elle ne réussit pas davantage, ni dans l'un, ni dans l'autre sens ; mais il est à remarquer que les femelles, mises ensemble, ne manifestèrent pas les symptômes d'excitation sexuelle, que les mâles avaient présentés. Cependant, toutes celles qui furent mises en présence de mâles de leur forme s'accouplèrent immédiatement. Les autres furent réservées pour des observations ultérieures et furent toutes accouplées finalement avec des mâles de leur forme, différents seulement par la quantité et la répartition des taches. Tous ces accouplements furent féconds.

Enfin, à diverses reprises, j'essayai de communiquer aux femelles de *glauca claire* l'odeur de *glauca foncée*, et réciproquement. Je le fis spécialement en laissant quelques heures dans un tube à sec une femelle avec un grand nombre d'autres, de façon à ce que les insectes soient les uns sur les autres, conditions auxquelles un objet quelconque s'imprègne fortement de leur odeur : ce fut sans résultat.

Si des résultats négatifs ne sont jamais d'une certitude absolue et s'il est prudent d'admettre encore que, dans certains cas, il puisse y avoir accouplement entre *glauca claire* et *glauca foncée*, on m'accordera cependant d'après ces essais que, dans la nature, dans notre région tout au moins, et pour les formes observées, l'amphimixie, si elle a lieu, n'est pas la règle.

Nécessité de
VIRIDIS.

Comme, d'autre part, je suis parvenu à constater, et dans l'armature génitale mâle, et dans l'armature génitale femelle, des différences, que j'exposerai plus tard et qui me paraissent pouvoir être nettement distinguées des différences individuelles, il me semble que : les différences de coloration (élytres et ensemble), — les différences de taille (adultes, larves et œufs), — les différences éthologiques (maturité, etc.), — l'amixie, — les différences dans l'armature sexuelle, — l'hérédité — non seulement justifient mais nécessitent dans *N. glauca* une coupure, laquelle, pour n'avoir pas été faite jusqu'ici et ne pas paraître évidente à un taxinomiste qui se contenterait d'exemplaires desséchés, n'en correspond pas moins à la réalité et, sans laquelle, l'évolution présente et à venir de *Notonecta* resterait incompréhensible.

Nous verrons plus tard (p. 436) comment, après avoir établi une nouvelle forme : *N. viridis*, j'ai été amené par contre à supprimer une forme ancienne : *N. marmorea*, qui n'a aucune raison d'être distinguée.

Comme je l'ai indiqué lors de l'exposé taxinomique, il convient de réserver notre opinion relativement aux exemplaires des collections. D'après celles-ci en effet, il semblerait que *N. viridis* se rencontre un peu partout, même en Amérique. Les exemplaires de l'Afrique du Nord, que j'ai vus, en particulier ceux du Muséum à Paris et ceux du musée de Gênes, ceux-ci originaires de Tunisie, paraissent bien semblables à ceux de Chaville, l. 18, c. 7 et 8. Je ne me permettrai cependant de considérer comme appartenant certainement à cette forme que les individus d'Audresselles dont il a été question plus haut, et ceux de Toulouse, de Banyuls et de Rosas, en Espagne, que j'ai pu observer à l'état vivant, et dont j'ai rapporté un certain nombre au laboratoire, où ils se sont comporté comme ceux de Chaville. Quant aux exemplaires de ces mêmes provenances que j'ai étudiés, conservés dans une solution appropriée, ils ont également correspondu à ceux-ci, sous tous les rapports où j'ai été amené à les examiner (1).

(1) Il n'est peut-être pas inutile d'exprimer à cette place, le regret que les errements anciens continuent à être encore à peu près partout suivis pour la conservation des Insectes. A sec ou en alcool, voilà les deux principaux, sinon les seuls moyens employés, et le premier souci du musée ou du collectionneur qui reçoit un envoi est d'épingler son contenu. Si on fait des conserves en alcool, c'est généralement quand on ne peut pas faire autrement et, trop souvent, la quantité de liquide est tout à fait

Après avoir ainsi bien établi la réalité de la forme *N. viridis* nous allons reprendre nos recherches dans les divers habitats et revenir tout d'abord à la région côtière où nous étions.

Nord de la
France et
Angleterre.

A Wimereux, non loin de la Station Zoologique, dans deux trous d'un mètre cube, à droite et à gauche de la route d'Ambleteuse, dans une série de mares de la propriété de M. BARY et dans celles que forme la Zoie, j'ai trouvé à diverses reprises, *glauca*, *viridis*, et *furcata*. Je les ai trouvées également au fond d'une briqueterie, à Audresselles, où dominait *furcata*; *glauca* se rencontre tout le long de la Selle. Par contre je n'ai jamais pu capturer de Notonectes dans les mares qui sont le long de la mer entre Ambleteuse et Audresselles; elles paraissent cependant constituer un habitat propice. J'y ai pris en quantité *Corixa*, *Plea* et *Naucoris* dont je n'ai pas déterminé les espèces (1) et, d'après mes observations au laboratoire, la présence de *Naucoris* en abondance suffit pour expliquer l'absence de *Notonecta*.

En Angleterre, si j'ai pu consulter avec fruit la collection de la Linnean Society et celle du British Museum, je n'ai pu opérer personnellement beaucoup de captures. Celles que j'ai faites dans le comté de Kent m'ont donné les mêmes résultats que celles des côtes de la Manche, de l'Authie au Gris-Nez. Je n'ai pas trouvé *maculata* et n'ai vu au British Museum que peu de Notonectes en provenance d'Angleterre, mais la collection de PURON qui se trouve au Muséum, à Paris, renferme un exemplaire de *maculata*, provenant de Cotkill

insuffisante pour le nombre des insectes. Les envois, d'ailleurs, sont généralement faits avec le plus d'insectes et le moins d'alcool possibles et, au déballage, c'est un mélange sans nom, où domine l'odeur de la pourriture.

Pour tirer des collections tout le parti qu'elles comportent, l'examen de la morphologie externe ne suffit pas et l'alcool ne permet pas l'étude anatomique d'organes délicats. On peut trouver, *variables suivant les différents groupes*, des solutions conservatrices appropriées, qui permettent, après des années, d'opérer encore une dissection fine.

En conservant les Notonectes dans la solution suivante :

eau.....	1 litre
formol du commerce.....	40 gr.
sel de cuisine.....	7 gr. 1/2.

j'ai pu, en 1909, reconnaître l'état des ovaires d'une femelle, capturée en 1906, et constater s'il y avait ou non des spermatozoïdes dans le réceptacle séminal.

(1) On peut être étonné que, ayant entrepris l'étude éthologique de *Notonecta*, je ne fasse pas plus souvent mention des autres Hydrocorises que j'ai pu observer en même temps. Si je ne l'ai pas fait c'est que, et on le comprendra sans que j'y insiste, il eût été généralement nécessaire, pour que ces observations aient quelque valeur, que je fisse pour les Hydrocorises le même travail que j'avais entrepris pour *Notonecta*.

(Bertshire), et DOUGLAS et SCOTT, qui l'ont nettement décrite, la donnent comme se rencontrant dans la région ouest de l'Angleterre.

Je n'ai aucuns renseignements sur les Notonectes d'Irlande ou d'Ecosse. Il serait en particulier intéressant de savoir si l'on n'y rencontre pas *N. lutea* MÜLLER, que nous allons trouver en Allemagne et vers le Nord.

Dans le nord de la France, vers la frontière belge, à Lille, M. SALMON a bien voulu capturer pour moi des Notonectes, qui se sont trouvés être des *glauca*, plus ou moins tachées, des *furcata* et des *maculata*, tout à fait semblables à celles de Paris. Les captures de *maculata* ont eu lieu dans le bassin du jardin botanique. Ce fait est à rapprocher de la capture que j'ai faite de la même forme dans le bassin du jardin botanique, à Bonn a/R, dans une région où elle n'avait pas encore été signalée jusqu'alors ; nous en reparlerons.

Dans la région de Valenciennes où j'ai souvent opéré des recherches depuis 3 ans, je n'ai trouvé que peu de stations de Notonectes, quoique le pays soit très marécageux.

Il serait un peu long d'exposer ces recherches en détail et il suffira de dire que les Notonectes se trouvèrent seulement là où il y avait des plantes aquatiques propices, et, dans ces stations mêmes, seulement dans les parties où ces plantes étaient disposées comme nous l'avons vu précédemment.

Les observations ont été confirmées d'année en année, et à diverses époques de l'année.

Viridis n'y a été rencontrée qu'en une seule station et en petite quantité. Partout ailleurs je n'ai trouvé que des *glauca*, très voisines de celles dont les élytres figurent à la Pl. V, lignes 2 à 7, mais de tonalité générale uniforme, telles que celles : l. 4, c. 3 et l. 5, c. 4 et 5 ; la plus tachée correspond à l'élytre l. 1, c. 4.

Ce dernier point est le plus important à retenir des observations faites dans cette région. Il nous servira lorsque nous chercherons à comprendre ce que signifient les formes *glauca*, *furcata* et leurs intermédiaires.

Centre de la
France.

Avant de franchir la frontière, disons que, vers l'est, le midi et l'ouest, jusqu'à Lyon, Limoges et la Charente, les captures que j'ai pu opérer ou que d'autres ont bien voulu faire pour moi, soit en tout deux mille et quelques exemplaires, de 21 localités différentes, m'ont montré que les Notonectes de ces régions ne différaient en rien de celles des environs immédiats de Paris. Les individus que j'ai

élevés en provenance de diverses stations, se sont comporté comme ceux de notre région, avec lesquels ils se sont accouplés. Lorsque les conditions étaient convenables, ces accouplements ont été féconds. Dans les collections, je n'ai constaté rien de particulier, sauf un seul individu de la collection NOUALHIER, au Muséum, dont NOUALHIER a fait une espèce : *N. inversa*. Cet exemplaire est unique et je n'ai rien trouvé, même dans les formes exotiques, qui puisse lui être assimilé. Les élytres sont bien voisines de celles de *glauca*, mais les deux bandes flaves du clavus et du corium, au lieu d'être pâles, sont d'un brun rouge intense. Si ce n'est pas une erreur de provenance et s'il est bien de la région de Limoges, c'est vraisemblablement ou un cas pathologique ou une anomalie. De la Charente, je possède quelques centaines de Notonectes de diverses provenances capturées pour moi, par M. GIRAudeau, à Lignières-Sonneville. Elles comprennent, avec les formes précitées, un certain nombre d'exemplaires des formes méridionales dont il sera question plus loin.

Continuons maintenant nos recherches vers le nord et l'est ; c'est l'ordre dans lequel je les ai faites et celui qui sera le plus clair. Nous ne trouverons plus en Hollande *N. maculata* FABR. mais nous rencontrerons en Schleswig-Holstein *N. lutea* MÜLLER. Nous suivrons à peu près les limites méridionales de l'habitat de celle-ci, c'est-à-dire la Prusse et la Bohême, nous constaterons en passant, en Autriche, le commencement d'une variation de *N. glauca*, qui va en s'accroissant vers l'est et que nous suivrons ultérieurement ; revenant par la Bavière et la Suisse, nous y rencontrerons *N. lutea*, pour la dernière fois. De là nous explorerons la France méridionale, où nous rencontrerons, avec une forme différente de *N. glauca* ou du moins supposée telle, une série complète de passages entre l'élytre claire et l'élytre noire ; nous les étudierons particulièrement.

Belgique.

En Belgique, comme je l'ai déjà dit, *maculata* a été capturée par Ed. DUBOIS et reconnue par SCHOUTEDEN, dans la collection duquel figurent, au Musée de Bruxelles, des exemplaires provenant de Fontaine-l'Évêque, de Watermael et de Woluwe-St-Pierre. Si je ne me trompe, DUBOIS l'ayant pêchée dans ces dernières années, elle fut déterminée par SCHOUTEDEN, qui la retrouva dans la collection où elle avait été classée comme *marmorea*. Mais les plus anciens exemplaires datent du 26 août 1898.

Le Musée de Bruxelles, qui est organisé de façon à présenter, aussi complète que possible, la série des formes qui se sont

succédé dans la région, au cours des âges, possède une collection relativement très riche de Notonectes de la Belgique. C'est, avec les Musées de Berlin et de Vienne, celui où j'ai trouvé les plus nombreux exemplaires *en provenance du pays même*.

Leur énumération, même avec l'indication de la date et du lieu de leur capture, serait sans utilité pour nous, étant donnée l'ignorance où nous resterions des conditions spéciales à chaque habitat. C'est donc dans son ensemble que nous considérerons la région, qui présente d'ailleurs une homogénéité suffisante et ne diffère pas sensiblement du nord de la France.

Les Notonectes qui s'y rencontrent paraissent identiques à celles de la région de Paris, vers le nord. Je n'en ai pas élevé; mais comme j'en ai élevé de Condé-sur-l'Escaut, de Hollande et du Schleswig, qui se sont comporté comme celles-ci, je ne mets pas en doute que celles de Belgique auraient fait de même. Un petit nombre de *furcata* présentent une légère tache flave en prolongement de la bande flave du corium. Nous avons trouvé la même particularité en France, rare également, sauf dans le Calvados, où, comme nous l'avons vu, elle présente plus de fréquence et parfois plus d'intensité.

Bonn a/R.

Avant de passer en Hollande où, comme je l'ai déjà dit, nous ne trouverons plus *N. maculata*, faisons un crochet jusqu'à Bonn a/R, où elle se rencontre encore. J'ai pu, en août 1907, y faire quelques pêches fructueuses, grâce à M. Walt. VOÏET, qui voulut bien m'accompagner à quelques bons endroits et opérer encore ultérieurement des captures pour mon compte. Il est à remarquer que je ne trouvai *maculata* que dans un petit bassin cimenté du jardin botanique : elle y était seule. A proximité, dans un étang en partie ombragé, se trouvaient en abondance des *glauca*, dont tous les caractères, internes et externes, sont semblables aux caractères des *glauca* de Chaville. Un certain nombre étaient plus ou moins tachées, mais aucune plus que celle de la Pl. V, l 1, c 3. Leur répartition dans l'étang donnait lieu aux mêmes observations que celles exposées plus haut.

Les 1 et 2 août, nous explorâmes, en dehors de Bonn, deux séries de stations, les unes constituées par diverses mares sur les hauteurs boisées qui se trouvent entre Bonn et Godesberg, les autres par de petits havres sur la rive droite du Rhin, en aval du confluent de la Sieg, à Mondorf. Ni dans les unes, ni dans les autres, nous ne trouvâmes de *maculata*, mais des *glauca* plus ou moins abondantes avec quelques *viridis* et quelques *furcata*. La répartition des

Notonectes suivant le faciès des mares fut partout conforme aux observations précédentes et nous ne trouvâmes en particulier aucune Notonecte dans un étang, en forêt, où ne se trouvaient que des *Lemna*, tandis que, quelques centaines de mètres plus loin, nous en trouvâmes en abondance dans un autre étang, où se trouvaient des plantes aquatiques appropriées. Il en fut de même dans la série des petits havres de Mondorf. Ils communiquent tous, soit entre eux soit avec le Rhin, leur largeur et leur profondeur sont très variables, mais la répartition des Notonectes paraît y être commandée uniquement par celle de la flore. Quoique les mares ou étangs des premières stations fussent dans des situations très différentes, les uns en rase campagne, les autres au milieu des bois, que leurs dimensions et leur profondeur fussent également très variables, nous avons trouvé des Notonectes partout où la flore était propice et n'avons remarqué aucune spécialisation d'habitat comme nous en avons constaté à Ablon et comme nous en trouverons à Plœn, dans des mares extrêmement voisines.

Aucune différence ne fut même constatée dans les formes des deux séries si différentes de stations, sauf que celles des hauteurs étaient dans l'ensemble à un stade moins avancé que celles des havres du Rhin, où les adultes étaient en majorité, tandis que les premières étaient pour la plupart à l'état larvaire. Le degré de l'évolution dans les différentes mares était nettement en rapport avec la température relative de celle-ci, déduite de la profondeur, des dimensions et de la situation.

Hollande. Remontons maintenant vers la Hollande et arrêtons-nous à Leyde où j'ai pu, comme à Bonn, faire quelques pêches intéressantes, grâce au concours de M. VAN DER WEELE.

Le Musée de Leyde contient quelques exemplaires exotiques intéressants mais, de Hollande, il ne possède qu'une *furcata*, de Nykerk, et quelques *glauca* de Breda, les unes typiques, les autres plus ou moins tachées, analogues à celles de Belgique.

J'ai capturé *glauca* en grande quantité près de la gare. (30 juillet 1907). Il n'y avait que des adultes et quelques larves au dernier stade. Elles étaient très voisines de celles de Condé et fort peu étaient tachées. Le lendemain, nous avons pêché dans le vieux Rhin, entre Katwyk et Nordwyk-sur-mer, et y avons trouvé beaucoup de Notonectes, mais presque toutes à l'état larvaire et même à des stades peu avancés, correspondant à un retard de un à deux mois sur la

station précédente. Les rares adultes étaient des *glauca* semblables aux autres et les larves, autant que j'ai pu les examiner, étaient aussi des *glauca*. Je ne les ai pas toutes déterminées et ne puis d'ailleurs le faire aux stades jeunes, mais le fait que *maculata*, par suite de sa ponte plus hâtive, est toujours, là où elle se rencontre, en avance sur *glauca*, donne lieu de croire que ces larves n'étaient pas des *maculata*; par contre il pouvait y avoir dans le nombre des *viridis* et des *furcata*.

Le vieux Rhin, qui se jette à la mer à cet endroit, n'a que vingt à trente mètres de largeur. Il est endigué et éclusé, et son cours est très ralenti. Les digues sont en pente de 45° et garnies, sur un mètre au bord de l'eau, d'une végétation tout à fait propice aux Notonectes; c'est au milieu de cette végétation que nous les avons capturées en abondance, avec de nombreuses petites Corises de diverses espèces, dont beaucoup également à l'état larvaire.

La différence présentée relativement au développement par les deux stations, dont il vient d'être question, doit être attribuée, sans nul doute, à la différence de température, surtout en juin et juillet. Les fossés des environs immédiats de Leyde, protégés des vents de mer, à eau stagnante et peu profonds, sont certainement, à cette époque, à une température moyenne de quelques degrés supérieure à celle du vieux Rhin, près de la digue de mer. On comprendra qu'il eût été illusoire de faire des observations précises de température au cours des explorations rapides que j'ai pu faire de toutes ces localités, mais j'ai entrepris à Berck-sur-mer, dans des stations différant uniquement par leur distance à la mer, une série d'observations auxquelles les précédentes pourront utilement être rattachées.

J'ai pu faire ultérieurement opérer quelques pêches à Zaandam, elles comprenaient des *glauca* et des *viridis*.

M. R. W. DAMMERMANN, à Arnhem, a eu l'obligeance de faire quelques pêches à mon intention. Il m'a adressé des *furcata*, des *viridis* et des larves à divers stades provenant de diverses stations. A Arnhem même, en juillet 1907, il ne prit que des larves, en août des larves et quelques adultes de *glauca* et de *furcata*, en septembre uniquement des adultes. Dans l'île de Texel, le 27 juillet, il captura des larves et deux adultes de *glauca*, le 18 août il prit encore quelques larves, mais en majorité des adultes qui étaient tous des *furcata* ou des *viridis*. A la Haye, les 22 et 29 septembre, il ne

captura que des *glauca* adultes ; de même à Utrecht le 19 octobre et à Groningue le 16 novembre.

Je n'ai rien trouvé au Musée d'Amsterdam.

Si nous quittons la Hollande et nous dirigeons vers le Danemark, en passant par Hambourg, nous y retrouverons *maculata*. Je n'ai personnellement pu capturer aucune Notonecte dans la région de Hambourg et le Musée n'en possède pas de la région même, mais M. GEBIEN voulut bien faire à mon intention, dans les environs, quelques pêches qui furent particulièrement fructueuses. J'ai reçu de lui trois lots de trois provenances différentes, en date des 18 et 22 septembre et du 15 octobre 1907. Ils contiennent encore 2 à 3 % de larves, et leur composition est, pour le principale lot, de 100 *glauca* pour 3 *furcata* et 4 ou 5 *maculata*.

Slesvig-Holstein.

A Plœn, près de Kiel, où nous irons ensuite, nous perdrons de nouveau *maculata* et cependant j'ai examiné de cette région plus de 3.000 Notonectes, de plus de quarante provenances différentes. Au musée de Kiel, les deux seuls exemplaires d'Allemagne qui s'y trouvent sont deux *maculata* étiquetés : Schleswig ; tous les autres exemplaires sont du sud de la France.

Nous nous arrêterons un peu à Plœn, où j'ai pu faire quelques observations intéressantes, grâce à l'obligeance du D^r ZACHARIAS, qui mit à ma disposition le pêcheur de la station biologique qu'il a fondée sur les bords du lac. D'autre part, M. Jurgen SCHROEDER, instituteur à Kossau, entomologiste, fit pour moi de nombreuses pêches dans les environs, avec des indications très complètes sur les différents habitats et leur nature.

L'aspect général de cette partie du Holstein est bien connu et je ne m'y attarderai pas. Des deux stations que j'ai explorées personnellement, la première, Vogelberg, où j'ai trouvé de nombreuses *glauca* adultes et des larves de 4^e et de 5^e mue, est un grand étang garnie d'une flore abondante et variée, au pied d'une colline, dans un bas fond marécageux. La répartition des Notonectes s'y est montrée telle que nous l'avons constatée jusqu'ici. J'ai fait parvenir au laboratoire, à Paris, une centaine d'adultes, que j'ai pu suivre et dont j'ai obtenu des accouplements féconds avec les *glauca* de notre région.

A Heits, à 5 ou 6 kilomètres de Plœn, dans la direction d'Eutin, se trouve l'autre station, constituée par un groupe de 7 mares, résultant de l'exploitation ancienne de la tourbe. La plus grande peut avoir 30 à 40 mètres sur 4 à 5, d'autres n'ont que 3 à 4 mètres carrés. La

profondeur est partout de 2 à 3 mètres. Elles sont au plus à quelques mètres, parfois à moins d'un mètre, les unes des autres, mais différent, soit par la végétation qui les borde, soit par leur propre flore.

J'y ai constaté les exemples les plus nets de localisation qu'il m'ait été donné de rencontrer, plus étonnants que ceux d'Ablon dont il a été question plus haut. A l'exception de la plus grande, dont je n'ai pu atteindre toute la partie centrale, mais que j'ai cependant explorée à peu près à fond, grâce à une jetée lavoir, je puis être certain d'avoir recueilli presque toutes les Notonectes, là où j'en ai trouvé.

Dans cette plus grande mare, bordée au sud de plantes aquatiques et protégée au nord par une haie d'arbustes, j'ai trouvé sur toute la rive sud et dans cette partie seulement, une centaine de *glauca* adultes et une cinquantaine de larves, de la 3^e à la 4^e mue, les plus avancées étant les plus nombreuses.

Dans la 2^e mare, large de 2 à 3 mètres, longeant la partie nord de la première et bordée au sud par la même haie d'arbustes, dégagée par contre dans sa propre partie nord et garnie d'une flore aquatique moins abondante mais répartie uniformément, j'ai trouvé dans toute son étendue, mais en quantité moindre, des *glauca* et des larves comme dans la précédente.

Au voisinage immédiat de cette mare, une autre de 4 mètres carrés, ne contenant qu'un pied d'une plante peu drue, ne m'a donné que des *lutea*, toutes adultes, exactement 34.

Dans une autre, j'ai trouvé, au sud, dans des plantes aquatiques, *glauca*, *furcata* et des larves, et, au nord, dans une partie presque dégarnie, des *lutea* adultes.

Dans deux mares, je n'ai rien trouvé, mais l'approche en était impossible sur une partie de leur pourtour.

Enfin, dans la dernière, de 3 à 4 mètres carrés, je n'ai trouvé que *furcata*, adultes et larves de 5^e mue. Cette mare était à une dizaine de mètres des autres, sans végétation à l'entour et avec une flore aquatique très peu fournie.

Retenons ces faits, que nous comparerons à ceux que nous avons déjà constatés et à ceux qu'il nous reste à relater sur la même question.

Ajoutons que les *lutea*, expédiées en partie à Paris, donnèrent en cours de route un déchet de 50 %, alors que les *glauca* parvinrent sans déchet appréciable; toutes les *lutea* moururent d'ailleurs 8 à 10

jours après leur arrivée, et j'en compris plus tard la cause en constatant qu'elles étaient, non des adultes de la nouvelle génération, mais bien de vieux adultes de la génération précédente.

Danemark. En Danemark, l'obligeance de M. MEINERT et celle de M. BÖVING, qui voulut bien me guider dans mes pêches, n'ont permis des constatations précieuses. J'ai déjà relaté, à propos de la systématique, celles que j'avais faites sur les types de *marmorea* FABRICIUS, qui ne sont autres que des *maculata* du même.

La collection du Musée contient des exemplaires d'Hydrocorises du Brésil, qui, morphologiquement du moins, constituent des formes de passage entre *Notonecta*, *Plea* et *Nepa*; il faudrait pouvoir en faire l'anatomie comparée pour préciser leur parenté probable.

Parmi les Notonectes exotiques, une soi-disant *lutea* de Tanger est manifestement une erreur: ce n'est pas une *lutea*, mais une immature d'une autre forme.

Les quelques exemplaires provenant du Danemark sont comparables à ceux de Plœn. Certaines des *furcata* possèdent la tache flave que nous avons rencontrée dans la région de Paris, principalement dans le Calvados.

Notons une capture faite dans les anciens fossés des fortifications, actuellement jardins de Tivoli, en juillet 1888 (antérieurement au 22) et comprenant:

10	larves	après	la	4 ^e	mue.
100	—	5 ^e			
5	adultes.				

Il n'existe dans les collections et nous n'avons capturé aucune *maculata* de Danemark. Les exemplaires méridionaux de *marmorea* qui s'y trouvent sont en général, comme nous avons pu le remarquer déjà au Musée de Bruxelles, beaucoup plus tachés que ceux du nord. Nous comprendrons ce fait lorsque nous examinerons et discuterons les captures faites dans le sud de la France.

Les pêches, que j'ai pu opérer moi-même aux environs de Copenhague, ont encore confirmé les observations, précédemment faites, relativement à la répartition des Notonectes suivant la flore aquatique; je ne m'y étendrai pas. Nous avons trouvé *glauca* à l'exclusion de *lutea* dans une mare, *lutea* et *glauca* dans une autre, mais chacune confinée dans une certaine partie; enfin, dans un étang de quelques hectares, nous n'avons trouvé que *lutea*, mais n'avons pu

l'explorer complètement. Les adultes étaient en majorité et, dans l'ensemble, l'évolution de *glauca* était plus avancée qu'en Hollande et à Plæn ; disons tout de suite que celle de *lutea*, comme nous le verrons plus tard, est différente de celle de *glauca*.

A Malmœ, en Suède, j'ai fait quelques captures analogues aux précédentes.

Prusse.

A Stettin, à Berlin, à Dresde, les collections des Musées furent très gracieusement mises à ma disposition et j'ai étudié assez longuement en particulier celle de Berlin qui est fort riche. Elle possède un certain nombre d'exemplaires de la région dont une partie, y compris de nombreuses larves, sont conservés dans l'alcool. Voici par exemple le détail d'un lot très intéressant ; il provient de Pankew, près de Berlin, où les captures furent faites dans des prairies marécageuses (Wiesentümpel) :

28 IV 04 — 4 *glauca* adultes.
 5 VI 04 — 12 d° dont une à demi tachée.
 16 VI 04 — 2 larves 4^e mue.
 18 — 5^e mue.
 3 VII 04 — 250 larves 5^e mue.

Quoique ces exemplaires fussent conservés dans l'alcool, il me fut possible de m'assurer que les adultes capturés le 5 juin appartenaient encore à l'ancienne génération.

Un autre lot provenait d'Oranienburg, [région de Berlin] ; il avait été capturé dans un grand étang du parc du château, garni de plantes aquatiques, et comprenait :

Date 5 VI 07 = 10 larves après la 2^e mue,
 — 22 — = 10 — 3^e —
 — — = 2 — 4^e —

Dans la même localité avaient été capturées :

Date 13 VI 07 = 5 *glauca* adultes, dans un étang,
 — 30 = 12 larves après la 4^e mue dans une mare,
 = 3 — 5^e mue dans la même.

On comprend combien des lots établis et conservés de cette façon peuvent être utiles, le cas échéant, et combien il serait à désirer que de tel exemples fussent suivis, dans tous les cas où il est possible de le faire.

L'étendue de ce mémoire ne me permet pas de décrire les collections en détail, disons seulement que, ni à Berlin ni ailleurs, je n'ai trouvé d'exemplaires de *maculata*, originaires de Prusse. *Lutea* a été trouvée dans les environs mêmes de Berlin, quant aux *glauca*, aux *furcata* et aux *viridis*, elles paraissent être identiques à celles de notre région et dans des proportions analogues, autant que le nombre relativement petit des exemplaires et des stations permet de l'avancer.

Nous reviendrons, en leur temps, sur les exemplaires, provenant d'autres régions, qui se trouvent au musée de Berlin. Ceux de Chypre, de Sardaigne et des Cyclades accentuent notre impression qu'il existe, dans la zone méditerranéenne, toute la série des passages entre *glauca* et *furcata*.

Quelques exemplaires exotiques, qui présentent des particularités intéressantes, peuvent cependant nous arrêter.

C'est d'abord un exemplaire du sud de Ceylan, capturé en mai 1889 par H. FRUHSTORFER : les ailes et les élytres sont transparentes, avec des taches noir de fumée en bordure. Le scutellum est d'un jaune blanchâtre ainsi que tout le reste du corps ; l'abdomen se termine en pointe. Il ne correspond, à ma connaissance, à aucune *Hydrocorise* connue et il serait très désirable d'en avoir un certain nombre d'exemplaires et de les avoir, au moins en partie, autrement qu'à sec.

C'est ensuite un lot de 3 *Notonectes* de Ténériffe et de Madère. Elles sont cataloguées comme *umbrina*, c'est-à-dire *maculata*, et possèdent bien les élytres, les ailes et la forme des derniers segments caractéristiques de *maculata* ; mais, au lieu d'occuper seulement les 2^e, 3^e, 4^e, et la moitié du 5^e tergite, la tache noire occupe la moitié du 1^{er}, les 2^e, 3^e, 4^e, 5^e, et la moitié du 6^e. (Voir Pl. IV ign e1, N^o 4, *maculata* typique).

Signalons enfin un exemplaire du Turkestan qui, au point de vue de la coloration et de la répartition de la pigmentation des élytres, paraît très voisin de *glauca*. A d'autres points de vue, il se rapprocherait des formes de la Chine orientale et du Japon. Il serait nécessaire d'avoir une certaine quantité de ces exemplaires sinon vivants, au moins dans une solution appropriée, pour les comprendre un peu.

Bohême.

En Bohême nous retrouvons *maculata*. M. FRIC a fait opérer des captures à mon intention : un lot des environs de Prague comprenait 107 *glauca* et 4 *maculata*. Ces *glauca* sont semblables à celles de la

région que nous venons de parcourir au nord de l'Europe centrale (1).

Au musée de Prague, j'ai trouvé 26 Notonectes de 6 localités différentes de Bohême. M. NICKERL a bien voulu mettre sa collection particulière à ma disposition et m'offrir quelques exemplaires. Il en possède une quarantaine d'une dizaine de localités différentes de la région. Autant que l'on peut conclure de ces petits nombres, et de ce que m'a adressé M. MUZIK à Kralup, les *maculata* ne se rencontreraient que dans les environs de Prague, les *lutea* que dans la région la plus élevée, en particulier du côté de Carlsbad, les *glauca* partout. Celles-ci semblables aux nôtres, plus ou moins tachées mais toujours avec un hiatus entre celles qui sont à moitié tachées et *furcata*. Je n'ai vu des *furcata* que d'Elbogen, près de Carlsbad, tout à fait semblables à celles des environs de Paris.

Autriche.

A Vienne, M. KAMMERER voulut bien me faire visiter le Biologische Versuchsanstalt, dans les bassins duquel j'ai capturé quelques Notonectes. C'étaient toutes des *glauca*, semblables à celles de notre région.

Au Musée existe une collection très importante :

Quelques exemplaires de Bohême confirment ce qui vient d'être dit relativement à cette région, en particulier 38 *lutea* de Wittingau.

Lutea est encore représenté par des exemplaires provenant de Karabach, Caucase, (Arménie russe), et de Barnaul, Sibérie. Deux soi-disant *lutea* d'Alger et une de Tanger, de la collection SIGNORET, ne sont que des immatures d'autres formes.

Des exemplaires de *viridis*, ou paraissant tels, proviennent de Donauauen (Autriche) et de Syrie.

Les exemplaires, formant le passage entre *furcata* et *glauca*, en provenance du Sud-Ouest, Trieste, Italie, etc... sont tous conformes à ceux du midi de la France, (Pl. V, l. 8 à 10) mais ici, en Autriche même, nous commençons à trouver une autre série de formes. Les exemplaires du Musée ne nous permettent pas encore de la comprendre, et ce n'est que plus tard, quand nous aurons étudié des lots importants de Buda-Pesth et de Galicie, que nous pourrons la rattacher à ces formes de l'est, dont nous parlerons ultérieurement (Pl. V, l. 13 à 17). Ce qui nous frappe à première vue

(1) M. FRIC, naturaliste à Prague, a bien voulu se charger de me faire récolter des Notonectes dans diverses régions et m'a fait parvenir un certain nombre de lots en admirable état de conservation, dans la solution que j'ai indiquée p. 404.

dans les 65 *glauca* (?) de Donauauen, c'est qu'à côté d'exemplaires, qui ressemblent complètement à ceux que nous avons rencontré jusqu'ici dans tout le nord de l'Europe centrale, nous en trouvons qui présentent, au voisinage de la suture de la membrane, des taches d'un brun rouge tranchant nettement sur le fond général de l'élytre. De plus, nous rencontrons des exemplaires qui combrent l'hiatus existant partout jusqu'ici entre *furcata* et *glauca* à demi tachée (Pl. V, l. 1, c. 1 et 2). Nous reprendrons ce dernier point en même temps que le précédent.

Ni au Musée de Vienne, ni ailleurs, nous n'avons trouvé *maculata* de provenance autrichienne ou plus orientale, mais le nombre relativement très restreint des Notonectes, qui sont en ma possession ou que j'ai pu examiner provenant de ces régions, est loin de permettre d'affirmer qu'elle ne s'y rencontre pas.

Des exemplaires exotiques, nous retiendrons une série de vingt individus provenant de Yokohama et de Nagasaki, dont la coloration des élytres est très voisine de celle de *furcata*. Ils en diffèrent par quelques petits caractères et il serait très intéressant de pouvoir comparer les deux formes, à tous les points de vue.

Si nous revenons maintenant vers l'ouest, nous retrouvons, en Bavière, les formes auxquelles nous étions habitués dans notre région.

Bavière et
Wurtemberg.

M. HIELMAYR, à Munich, voulut bien m'apporter à Paris plusieurs centaines de Notonectes, qu'il avait prié M. BAER de récolter à mon intention. Elles proviennent des environs d'Augsburg et de Munich, et comprennent des *glauca* plus ou moins tachées, des *furcata* et des *maculata*, que l'on ne peut distinguer en rien de celles des environs de Paris.

M. Theodor HÜEBER, à Ulm, l'auteur de « Deutschlands Wasserwanzen » voulut bien, avec la plus grande affabilité, mettre à ma disposition sa collection et sa compétence. Nous capturâmes *lutea* à Arnegg, à 9 kilomètres d'Ulm, dans des tourbières. Ulm est assez élevé et Arnegg l'est plus encore, 505 mètres. *Lutea* y était accompagnée de *glauca*, que nous trouvâmes également ailleurs, mais sans *lutea*. A cette date, 25 août 1907, il y avait encore des larves de 4^e et de 5^e mue; les adultes de *glauca* étaient tous de la nouvelle génération, tandis que les *lutea*, du moins toutes celles que j'ai disséquées, avaient les organes sexuels en état de complète maturité.

Dans les environs d'Augsburg, je pus faire quelques captures avec l'aide de M. MUNK, Directeur du Musée ; ce furent toutes des *glauca*, semblables aux précédentes, mais je ne trouvai pas de larves, ce qui est en rapport avec la différence d'altitude et de température moyenne des eaux des deux stations.

Suisse.

J'ai trouvé *maculata* dans un petit ruisseau du jardin de M. BUGNON, près de Genève. Au pied du Salève, dans une mare très ombragée où nous conduisit M. FREY-GESSNER nous avons trouvé *glauca* et *furcata*, et pas de larves. Au sommet du Salève, où me guida M. MAERKY, nous avons trouvé, dans quelques petites mares, *glauca* et *furcata*, avec des larves de 4^e et de 5^e mue.

Une des observations, qui me paraît mériter d'être relatée, est la suivante : M. BUGNON m'avait signalé la présence de Notonectes en abondance dans un parc, à Blonay, près Vevey. La pièce d'eau est constituée par un barrage, qui retient en partie les eaux d'un ruisseau à courant très rapide. Son étendue peut être de 20 mètres sur 5 à 6. Elle est complètement ombragée par des arbres d'assez grande taille et ne présente aucune flore aquatique. La connaissance que nous avons déjà de l'éthologie comparée des diverses formes de Notonectes permet de prévoir qu'un tel habitat ne peut convenir qu'à *maculata*. Effectivement, toutes celles que nous capturâmes étaient des *maculata*. Il y avait également quelques larves de 5^e mue, dont celles capturées furent ultérieurement reconnues comme étant aussi des *maculata*. C'est à la fin d'août 1907 que je traversai la Suisse.

Les *maculata*, dont il y avait plus d'un millier dans cette mare, se tenaient pour la plupart immobiles à fleur d'eau, dans les parties où les rayons solaires pouvaient pénétrer à travers le feuillage des arbres. Ces plages de lumière se déplaçant avec le soleil, nous constatâmes d'une façon très nette que les amas de Notonectes les suivaient graduellement. En réalité, les insectes plongeaient bien parfois et il y en avait également quelques-uns dans les parties à l'ombre, mais lorsqu'ils venaient se reposer ou respirer à la surface, c'était, en très grande majorité, dans les parties ensoleillées, ce qui donnait l'illusion du déplacement graduel des amas.

Ce fait paraît bien être en rapport avec le phototropisme positif que montrent *toutes* les Notonectes, mais, comme je ne l'ai jamais observé que sur *maculata*, même lorsqu'elle se trouve avec les autres formes, et que, dans ces conditions, *glauca* se rencontre

plutôt à l'ombre, il est probable que, dans ce cas, l'action du soleil s'exerce plutôt par la chaleur que par la lumière.

Ajoutons que, lorsque nous avons promené le troubleau le long d'un des côtés du réservoir, nous remarquions que les Notonectes s'accumulaient de l'autre côté, et inversement. C'est un phénomène qu'il ne m'a pas été donné d'observer avec les autres formes, même lorsqu'elles étaient placées dans des conditions analogues, peut-être par suite de leur habitude de vivre au milieu de plantes aquatiques.

Ces faits seront à rapprocher de ceux que nous observerons, à Banyuls et en Espagne, relativement à l'éthologie comparée des diverses formes.

Je n'ai capturé *lutea* nulle part en Suisse, quoique j'aie exploré le lac de Joux et les étangs et tourbières qui se trouvent à proximité, à 1.000 mètres d'altitude. Je n'y ai trouvé que *glauca* et des larves de 5^e mue, dans les premiers jours de septembre 1907.

Dans les Musées, par contre, à Berne et à Genève, j'ai vu, à côté de *lutea* de Sibérie, des exemplaires non douteux de *lutea* provenant de diverses localités suisses. Deux exemplaires de *lutea* du Turkestan (musée de Genève) sont douteux.

M. John JULIEN à Genève voulut bien m'adresser environ 200 Notonectes, qu'il avait capturés à mon intention le 6 octobre 1907, au lieu dit: La Tuilière, à Bernese près de Genève, à 406 m. d'altitude. Elles comprennent des *glauca*, des *furcata* et des *maculata* semblables à celles de la région de Paris. Les *glauca* paraissent seulement de taille moyenne légèrement supérieure.

Il en est de même de celles que M. LUSCHER-HONEGGER m'envoya de Zollikofen. Leur taille est très voisine de celle des *furcata*. Celles-ci s'y trouvent dans la proportion de 1/10 dans 3 lots et en majorité dans l'autre, et paraissent tout à fait semblables aux nôtres, y compris une petite tache fauve présentée par certains exemplaires dans le prolongement de la bande flave du corium.

Les exemplaires des Musées, en provenance de l'Argovie et de quelques autres localités, sont semblables aux précédents.

Ceux originaires de Tessin sont, les uns, semblables aux précédents, les autres, semblables aux exemplaires de la région

méditerranéenne, dont nous avons déjà parlé. (Pl. V, l. 8 à 12).

A signaler en outre :

14 exemplaires de Bicocca, Sicile, et de Tanger, qui paraissent être des *viridis*, assez pigmentées et 2 exemplaires, l'un de Grenade (Espagne) et l'autre du Sénégal, qui paraissent plus ou moins conformes au type *glauca* de LINNÉ.

France
méridionale.

Nous arrivons maintenant à la France méridionale.

Dans cette même année 1907 où furent entreprises les recherches que je viens de relater, M. CHATTON, de l'Institut Pasteur, avait bien voulu m'envoyer vivantes, à diverses reprises, une certaine quantité de Notonectes provenant de Banyuls-sur-mer. Il s'y trouvait un grand nombre d'individus formant une série ininterrompue de passages entre la forme que l'on appelait *marmorea* et la forme *furcata*; ils étaient semblables à ceux de la région méditerranéenne que nous avons rencontrés dans les collections (Pl. V. l. 8 à 10).

Rappelons que, dans toute la zone septentrionale que nous venons de parcourir, nous n'avons rencontré aucun passage entre *marmorea* et *furcata*. Les exemplaires les plus tachés de *glauca* ne le sont pas plus que celui représenté Pl. V, l. 1, c. 2, lequel a été choisi entre tous comme présentant le plus grand nombre de taches et lequel d'ailleurs est, en réalité, sensiblement moins pigmenté qu'il le paraît d'après la figure, qui est empâtée.

De plus, dans toute cette zone, le nombre des individus plus ou moins tachés (Pl. V, l. 1. c. 2 à 8) est toujours très faible relativement à ceux qui ne présentent qu'une bordure de taches à la marge, que ce soit *furcata* ou *glauca* qui domine dans la station considérée.

Si c'est *glauca* qui domine ou existe seule, le nombre des individus semblables aux types de LINNÉ ou très voisins (Pl. V, lignes 2 à 6), l'emporte de beaucoup, tant sur le nombre de ceux qui présentent des taches sur le corium et le clavus (Pl. V, ligne 1, c. 1 à 8, que sur le nombre de ceux qui n'ont, même à la marge, que peu ou pas de taches (Pl. V, ligne 7, colonnes 5 à 8).

Si c'est *furcata*, elles sont toutes très voisines du type de FABRICIUS, que représente, à peu près, l'exemplaire de la Pl. IV,

ligne 1, n° 1. L'élytre de la Pl. V, l. 1, c. 1 est également une élytre de *furcata* typique (1). Quelques-unes, ici et là, ont souvent, à peine perceptible, une légère tache plus ou moins visible dans le prolongement de la bande flave du corium, mais elles sont toujours l'exception et n'atteignent pas 10 % dans le Calvados même, où elles sont relativement abondantes et où, sur 1.400 exemplaires, ont été rencontrés ceux de la Pl. V, ligne 19, dont nous reparlerons plus loin (p. 444).

Comparaison
des formes
septentrio-
nales et
méridionales:
Morphologie.

Nous pouvons essayer de présenter en deux tableaux comparatifs, l'ensemble des exemplaires correspondant plus ou moins aux formes *glauca*, *furcata* et intermédiaires, dont nous avons constaté la présence, d'une part dans la région septentrionale de l'Europe centrale, tableau A, d'autre part dans la région méridionale, tableau B.

Nous donnerons la cote α à la pigmentation du clavus, du corium et de la zone opaque de la membrane (v. fig. p. 386) et la cote β à celle de la marge. Nous laisserons de côté la partie claire de la membrane et l'angle interne, afin de ne pas compliquer inutilement ces tableaux.

La cote $\alpha 0 \beta 0$ correspondra à l'absence de pigmentation.

La cote $\alpha 10 \beta 10$ correspondra à une pigmentation complète, sauf les deux bandes flaves typiques de *furcata* (la région plus méridionale, où ces bandes elles-mêmes commencent à être plus ou moins pigmentées, n'étant pas considérée).

Les cotes $\alpha 0$ à $\alpha 10$ et $\beta 0$ à $\beta 10$ correspondront aux pigmentations intermédiaires.

Chaque tableau comprendra trois colonnes, l'une, α , donnant le nombre des exemplaires cotés d'après la pigmentation du clavus, du corium et de la membrane seulement, l'autre, β , d'après la pigmentation de la marge seulement, la troisième, $\alpha\beta$, d'après les deux pigmentations réunies.

(1) Il faut remarquer que l'élytre *furcata* Pl. V, l. 1, c. 1 appartient à un mâle, tandis que la voisine c. 2 appartient à une femelle et que dans chaque forme la taille de la moyenne des mâles est inférieure à celle de la moyenne des femelles. Au point de vue de la taille il faut donc comparer l'exemplaire mâle de *furcata* ligne 1, colonne 1 avec un exemplaire mâle de *glauca*, par exemple ligne 1, colonne 3.

Tableau A.				Tableau B.			
COTES	NOMBRES			COTES	NOMBRES		
	α	β	$\alpha\beta$		α	β	$\alpha\beta$
$\alpha 0 \beta 0$		1	1	$\alpha 0 \beta 0$	200		200
— $\beta 1$		9	9	$\alpha 1$ —	125		125
— $\beta 2$		50	50	$\alpha 2$ —	100	425	100
— $\beta 3$		80	80	$\alpha 3 \beta 0$ à 1.	80	80	80
— $\beta 4$			120	$\alpha 4 \beta 1$ à 2.	50	50	50
— $\beta 5$	430		170	$\alpha 5 \beta 2$ à 3.		35	35
$\alpha 1 \beta 4$ à 5.	120		120	— $\beta 3$ à 4.	60	25	25
$\alpha 2$ —	80		80	$\alpha 6 \beta 4$ à 5.		30	30
$\alpha 3$ —	60		60	— $\beta 5$ à 6.	70		40
$\alpha 4$ —	50	600	50	$\alpha 7 \beta 5$ à 6.		80	40
$\alpha 5 \beta 5$ à 6.	10	10	10	— $\beta 6$ à 7.	75		35
$\alpha 6 \beta 6$	0	0	0	$\alpha 8 \beta 6$ à 7.		75	40
$\alpha 7 \beta 7$	0	0	0	— $\beta 7$ à 8.	80		40
$\alpha 8 \beta 8$	0	0	0	$\alpha 9 \beta 7$ à 8.		75	35
$\alpha 9 \beta 9$	0	0	0	— $\beta 8$ à 9.	80	45	45
$\alpha 9 \beta 10$	50	0	50	$\alpha 10 \beta 9$ à 10. ..		40	40
$\alpha 10 \beta 10$	200	250	200	— $\beta 10$	80	40	40
	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000

Ce qui ressort au premier examen de ces tableaux, c'est d'abord l'hiatus qui existe, dans le tableau A, entre les cotes 6 à 9, alors que la cote 10 y est représentée par un chiffre élevé. C'est ensuite l'inégalité considérable, dans les deux régions considérées, de la corrélation qui existe entre la pigmentation de la marge β et celle du clavus et du corium α .

Pour ce dernier motif, il m'a paru qu'une représentation graphique de la variation de la pigmentation ne pourrait donner de résultats comparables, au moins dans un plan, car il faudrait recourir à trois variables (encore y en aurait-il plus de trois, si nous n'avions laissé de côté la zone transparente de la membrane et l'angle interne.)

Alors même que la répartition de la pigmentation ne serait pas opposée à une telle représentation je ne croirais pas encore être en droit d'y recourir. Quoique ces tableaux aient été établis le second d'après plus de 3.000 et le premier d'après plus de 20.000 exemplaires de nombreuses provenances diverses, ces chiffres ne paraissent pas suffisants, précisément parce que les provenances sont très diverses et que, ne le seraient-elles pas, les proportions varient plus

ou moins d'une station à une autre. Ce que j'ai dit, au cours de la relation des captures, relativement à la répartition des *Notonectes*, et les remarques faites à propos de statistiques de *Drosophiles* (note de la page 396), me semblent établir la nécessité d'une grande réserve.

De plus, comme on peut le remarquer en jetant un simple coup d'œil sur la planche V, la répartition de la pigmentation qui paraît, à certains égards, caractéristique de certaines zones et même de certaines stations, varie considérablement dans chacune d'elle suivant les individus. Ici le clavus et le corium ont quelques petites taches tandis que l'angle interne est immaculé, là, c'est l'inverse ; ici la zone opaque de la membrane est tachée, là elle ne l'est pas ; ici se trouve une bordure de taches à la marge et pas ailleurs, là c'est le contraire, etc., etc.. D'une région à l'autre, et dans la même région, ces caractères s'enchevêtrent et il serait nécessaire de pouvoir faire, en nombre suffisant, des observations sur la descendance, pour en comprendre la valeur, comme en général celle de tous les caractères que l'on prend pour base d'une méthode statistique.

Les recherches que j'ai entreprises dans cet ordre d'idées m'ont donné quelques indications, à l'aide desquelles j'ai pu d'ailleurs ne pas établir sur des données arbitraires les deux tableaux en question, mais ce ne sont que des indications, faute d'avoir pu obtenir un nombre suffisant de descendants.

Quoi qu'il en soit, il me paraît pouvoir être conclu avec certitude des deux tableaux précédents, étant donnés les chiffres respectifs des cotes 6, 7 et 8, qui sont 0 d'un côté et plusieurs centaines de l'autre, que, dans la région septentrionale, il existe un hiatus, qui n'existe pas dans la région méridionale, entre les deux formes que les taxinomistes ont désigné, dans ces deux régions, comme glauca et furcata.

Les principales questions qui me paraissaient se poser étaient les suivantes :

Dans quelle mesure les formes différentes de coloration et de pigmentation sont-elles héréditaires ou dépendantes des conditions actuelles ?

Existe-t-il d'autres caractères, morphologiques ou non, qui en soient corrélatifs ?

Quels sont et quels pourraient être les rapports entre les diverses formes géographiques ?

La *furcata* du nord est-elle la même que celle du midi et n'en diffère-t-elle que par la taille ?

La *glauca* du midi est-elle la même que celle du nord et n'en diffère-t-elle que par la coloration et la pigmentation ?

Si oui, pourquoi cette série ininterrompue de formes de passage entre *glauca* et *furcata*, dans le midi, et pourquoi, dans le nord, cet hiatus entre *furcata* et la *glauca* cotée 5, correspondant à peu près à la forme que certains systématiciens déterminent *marmorea*.

Y a-t-il lieu, au point de vue taxinomique, de conserver, en rectifiant l'erreur initiale de FABRICIUS, une désignation particulière à cette *glauca*, cote 5, qui paraît être, dans la région septentrionale, l'aboutissant de la série *glauca*, cotes 0 à 5 ?

Comparaison
des formes
septentrio-
nales et
méridionales:
Ethologie,
expérimen-
tation.

Nous allons passer en revue les diverses observations et expériences que j'ai faites en vue de répondre à ces diverses questions.

Le premier envoi de Banyuls que me fit M. CHATTON, à la date du 31 mai 1907, ne comprenait que des larves de 5^{me} mue et beaucoup étaient mortes par suite de la présence de Corises et de Dytiscides. Les survivantes commencèrent à donner des adultes vers le 15 juin. D'autres envois me furent faits les 4 et 17 juillet; ce dernier comprenait :

1 larve à la 3^e mue,
18 larves à la 4^e mue,
100 larves à la 5^{me} mue.
30 adultes.

ceci à titre d'indication approximative, car les captures étaient de stations différentes et comprenaient des *maculata*.

Toutes ces Notonectes, sauf quelques *maculata*, moururent avant le mois de novembre; la principale cause en fut probablement que la température du local où elles furent placées s'éleva à diverses reprises à plus de 30° et que l'aération fut insuffisante, eu égard à la température. Les dernières survivantes furent ou des *furcata* ou des *glauca*, les intermédiaires ayant succombé les premières. Cette observation est à retenir car, l'année suivante, dans des conditions où une partie purent être conservées à l'état vivant, les intermédiaires se montrèrent encore cette fois moins résistantes. Il est à remarquer aussi que les Notonectes des mêmes formes, provenant

des environs de Paris, se montrèrent plus résistantes dans les mêmes conditions que celles de Banyuls. Seules, les *maculata* se comportèrent de même, quelle que fut leur provenance, et montrèrent une résistance très supérieure à celle des précédentes.

Par suite de l'insuccès de mes élevages et de l'impossibilité où je fus de me procurer d'autres Notonectes de Banyuls cette année-là ⁽¹⁾ je pus seulement observer que, ni morphologiquement, ni anatomiquement, les *glauca* et *furcata* de Banyuls ne paraissaient différer de celles de notre région, autrement que par la coloration, la pigmentation ou la taille. Plus tard, j'ai cru remarquer certaines différences dans l'armature génitale, en particulier chez les femelles, dans la forme des lèvres de la vulve qui constituent la tarière, mais ce point est encore à l'étude.

Les ovaires étaient à peine développés lorsque les femelles moururent, mais les réceptacles séminaux qui, chez toutes les Notonectes que j'ai pu observer sont développés un mois ou deux avant que les ovaires ne contiennent des ovules prêts à être fécondés, étaient tout à fait semblables à ceux des formes de notre région. Il en est de même des testicules qui sont complètement formés bien avant que les ovules ne soient mûrs; ils n'ont présenté aucune différence, non plus que les glandes annexes, hormis bien entendu celle de l'époque de la maturité.

Dès le mois de décembre 1907, j'entrepris de nouveau les essais d'accouplement qui ne m'avaient pas réussi l'année précédente, même entre individus de la même forme. Je parle en ce moment de *glauca* et de *furcata* car, dès octobre, j'avais pu obtenir des accouplements de *maculata* d'une provenance quelconque.

Je n'obtins jamais les accouplements de *glauca*, de *furcata* ou de *viridis* avec la même facilité que ceux de *maculata*, mais cependant, lorsque j'avais affaire à des individus, soit provenant de pontes faites au laboratoire, soit recueillis à l'état de larves et isolés, il était rare qu'un mâle et une femelle de même forme, mis en présence à une température convenable, ne s'accouplassent pas, souvent en quelques secondes. Le résultat des accouplements était aisé à constater, si l'on ne tenait pas à garder la femelle, par

(1) M. CHATTON eut bien l'obligeance d'en chercher d'autres, mais celles qu'il captura furent des *glauca* plus ou moins tachées, semblables à celles de notre région; elles ne provenaient pas de la même station, qui s'était desséchée.

l'examen du réceptacle séminal (1). Lorsque les accouplements ne réussissaient pas entre individus de même forme, ou bien l'un d'eux mourait dans un délai de quelques jours ou bien la femelle montrait, à la dissection, des organes sexuels insuffisamment développés.

De décembre 1907 à juin 1908 je fis à diverses reprises des essais d'accouplement entre *glauca* et *furcata*. Les uns furent faits en mettant ensemble mâles et femelles vierges, par couples : ils ne donnèrent aucun résultat, quoique les mêmes mâles ou les mêmes femelles s'accouplassent avec ceux de leur forme, sous la réserve des cas qui viennent d'être exposés. Les autres furent faits d'une façon analogue à celle qui a été exposée pour *N. viridis* (p. 401). Les résultats furent également négatifs, même entre des individus qui s'accouplaient en quelques secondes avec ceux de leur forme.

Les *glauca* cote 5 étant, comme nous l'avons vu, relativement rares dans la région septentrionale, je n'eus à ma disposition que deux femelles vierges de cette forme. Elles ne s'accouplèrent pas avec *furcata*, mais s'accouplèrent, l'une en 20 secondes avec un mâle *glauca* 4, l'autre plus difficilement avec un mâle *glauca* 1 et seulement après avoir été mise, d'abord successivement, puis en même temps, avec une dizaine de mâles. Les accouplements furent féconds, mais je ne pus pas élever les larves jusqu'à l'adulte.

Descendance
chez *GLAUCA*
et *FURCATA*.

Entre les *glauca*, cotes 1, 2 et 3, j'obtins des accouplements sans difficulté, mais les déchets parurent d'autant plus nombreux dans les élevages que les parents différaient plus par la pigmentation. A la Pl. V, se trouvent les élytres droites de :

ligne 23, colonne 1	—	mâle <i>glauca</i> cote 3		
—	—	2 — femelle	—	2
—	—	3 — mâle	—	2 à 3, descendant.

à peu près intermédiaire entre celles des parents,

ligne 23, colonne 4	—	mâle <i>glauca</i> cote 1		
—	—	5 — femelle	—	1
—	—	6 — —	—	1 descendant.
—	—	7 — mâle	—	1 d°

ces deux dernières plus claires et moins tachées que celles des parents,

(1) Pour toutes les questions relatives aux accouplements, je renvoie à mon prochain mémoire.

ligne 25, colonne 2 — mâle *glauca* cote 1
 — — 3 — femelle — 1
 — — 4 — mâle — 1 descendant.

le descendant est ici, par contre, à peu près de même coloration que les parents, mais les taches de la marge forment une bordure presque continue, tandis que les parents, semblables aux types de LINNÉ, présentent une bordure de taches distinctes; de plus la zone opaque de la membrane est bordée de pigment chez le descendant, tandis qu'elle ne l'est chez aucun des deux parents.

De pères inconnus ou douteux, j'eus encore de diverses provenances septentrionales 14 descendants adultes qui furent tous plus ou moins semblables à leurs mères. Les *furcata* de pères connus n'arrivèrent pas jusqu'à l'adulte, mais j'en eus 7 de père inconnu, qui furent bien semblables à la mère (Pl. V, ligne 25, colonnes 5 = la mère, 6 et 7 = les descendants). On peut voir en outre, ligne 22, colonnes 2 à 7, six *furcata* normales descendant d'une femelle à bandes anormales, colonne 1, et d'un père inconnu.

Je ne pus malheureusement suivre plus loin la descendance et ces résultats ne constituent qu'une simple indication.

Désireux de me rendre compte de la façon dont se comportaient les formes méridionales et de les comparer aux nôtres, je recueillis un grand nombre de larves de 4^e et de 5^e mue de notre région et gardai les adultes que j'en obtins isolés comme ceux de mes élevages. Je pus leur faire passer l'été dans de bonnes conditions, en mettant dans un courant d'eau de Seine les bocaux où ils se trouvaient. En novembre je me rendis dans le midi afin d'y étudier sur place et d'en rapporter des Notonectes. Je vais relater ces recherches avant d'exposer les résultats des observations comparatives faites au laboratoire.

Toulouse. Les captures faites à Toulouse vers le 10 novembre 1908 furent intéressantes grâce au concours que MM. ROULE, AUDIGÉ et autres voulurent bien me prêter. Nous avons exploré, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres autour de la ville, à peu près toutes les pièces d'eau susceptibles de renfermer des Notonectes, le long de la Garonne et du canal du Midi. *Maculata* a été rencontrée en grande quantité dans un petit ruisseau, d'eau assez courante, au milieu de prairies près du château du Mirail. Dans des parties communiquant avec ce ruisseau en amont, mais dont l'eau était stagnante, se

trouvaient *glauca* et *furcata*. Une larve, à la 5^e mue, fut trouvée dans le ruisseau ; elle est tout à fait exceptionnelle et difficile à comprendre.

Dans les étangs du parc du château de l'Espinet, le long du canal du Midi, se rencontrèrent, *glauca*, *furcata* et *viridis*, celle-ci en petit nombre ; *maculata*, n'y était pas représentée. L'eau de ces étangs est stagnante, les Notonectes n'y furent trouvées que dans les parties où il y avait des plantes aquatiques.

Toutes les glauca, furcata et intermédiaires étaient conformes à celles que nous allons retrouver à Banyuls. Nulle part je ne trouvai de série comprenant la forme du nord, semblable aux types de LINNÉ.

Banyuls
et Rosas.

A Banyuls (1), la région est entièrement différente de celle de Toulouse. Nous n'avons plus ici de large vallée comme celle de la Garonne, ni de nombreuses stations propices aux Notonectes, constituées, soit par des dérivations du fleuve, soit par les eaux de pluie, mares, étangs, fossés de toutes dimensions et de tous régimes. Nous avons seulement des torrents dévalant de la montagne, avec quelques rares bassins artificiels établis en vue de l'irrigation.

Lorsque j'arrivai à Banyuls, des pluies considérables avaient produit une inondation qui n'était pas terminée. Sauf la passerelle de la ville, toutes celles en amont avaient été enlôvées par la violence des eaux, et le passage à gué était encore impossible.

Il en était de même à Rosas, en Espagne, où je me rendis vers le 20 novembre. Ici, les torrents avant de se jeter à la mer s'étendent dans un immense estuaire marécageux. Au nord de cet estuaire, au pied de la montagne, se trouve la ville de Rosas, avec sa vieille citadelle démantelée, dans les fossés de laquelle pénètre une dérivation d'un torrent dévalant directement de la montagne et se jetant à la mer en face de la citadelle.

J'ai pêché, dans toute cette région, en plus de 60 stations différentes, de Perpignan à Figueiras en Espagne, soit le long de la mer, soit dans la montagne, partout où des barrages, naturels ou artificiels, constituaient, dans le lit des torrents, de petites cuvettes où le courant était moins rapide, et voici ce que j'ai trouvé :

Partout *maculata* aussi bien au bord de la mer, dans l'estuaire

(1) L'accueil que je reçus au Laboratoire Arago et les indications qui m'y furent données me permirent de mener à bien les recherches entreprises dans cette région.

de Rosas, que dans ses autres parties accessibles, aussi bien dans le bas que dans le haut des torrents, dévalant du col de Banyuls vers la France ou l'Espagne. Dès qu'il y avait un barrage quelconque, *maculata* se trouvait en plus ou moins grande quantité, d'autant plus que la cuvette ainsi formée était plus tranquille. Dans plusieurs bassins artificiels de quelques mètres cubes, alimentés par des sources provenant de la canalisation souterraine des eaux de pluie, notamment derrière les casernements de la Tour de Madeloc, j'ai encore trouvé *maculata* et *maculata* seule. En deux stations seulement j'ai rencontré *glauca*, *furcata* et les intermédiaires, ainsi que quelques *viridis*, à l'exclusion cette fois de *maculata*. Ces deux stations sont les fossés de la citadelle de Rosas et la mare de Reig à Banyuls.

Les fossés de la citadelle de Rosas en font le tour mais il y a très peu d'eau, laquelle est souvent limitée à un petit ruisseau que l'on peut aisément franchir; il y a partout une végétation intense de plantes aquatiques ou non. Sur toute la longueur des fossés, soit 4 à 500 mètres, j'ai trouvé des Hydrophiles en abondance, des Dytiscides et diverses Hydrocorises, avec de nombreuses larves de Libellules, de Phryganes et autres, mais je n'y ai trouvé les Notonectes que sur une longueur de 20 mètres, dans la partie la plus profonde et la plus ombragée. Elles y étaient en abondance et, la disposition de ces fossés n'ayant permis de les explorer à fond, je suis certain qu'il n'y en avait pas ou extrêmement peu ailleurs, car je n'en ai pris ou vu que là.

La mare de Reig est un réservoir artificiel, qui peut contenir un millier de mètres cubes. Elle se trouve à une centaine de mètres au dessus du niveau de la mer et est alimentée par un ruisseau, descendant de la montagne, dans lequel il n'y a d'eau que lorsqu'il pleut. La végétation y est peu développée, mais j'y trouvai cependant, dans les parties les moins profondes, quelques plantes aquatiques propices à la ponte des Notonectes. C'est dans ces parties que je pris, en grand nombre, avec quelques *viridis*, à l'exclusion de *maculata* celles dont provient la série qui figure à la planche V, lignes 8 à 12.

Ces faits sont à retenir et nous serviront à comprendre la dissémination et la répartition de ces diverses formes.

Région
méditerranéenne
occidentale.

Avant de revenir aux observations que j'ai pu faire au laboratoire et de relater celles que me permirent les Notonectes rapportées du midi, passons rapidement en revue les provenances plus méridionales.

Le Musée de Gênes a bien voulu m'adresser sa collection. Elle est riche surtout en Notonectes de Sardaigne et de Tunisie. Ces exemplaires sont très voisins de ceux que nous venons de rencontrer dans le midi de la France ; cependant, il commence à apparaître une forme spéciale de *furcata* qui paraît même dominer en Tunisie, autant qu'il est permis de s'en faire une idée avec le nombre toujours trop restreint d'exemplaires que l'on trouve dans les collections. C'est une *furcata* qui n'a plus qu'une seule bande flave, celle du clavus. La même se rencontre en Italie, avec tous les passages à la *furcata typique*.

De Naples, M. MONTICELLI voulut bien m'adresser des Notonectes ; les larves avaient une avance de deux mois sur celles de la région de Paris.

Les *maculata* d'Espagne, d'Italie et d'Afrique sont en général semblables aux nôtres, mais on en trouve quelques échantillons peu ou point tachés et toutes celles du Portugal, que j'ai pu voir jusqu'ici, sont uniformément flaves, sans aucune tache, rappelant la coloration des *glauca* de Banyuls. Par la teinte jaune caractéristique des tergites et la forme des derniers sternites, elles sont d'ailleurs tout à fait semblables aux nôtres. J'ai déjà signalé la forme de Madère qui, elle, en diffère par la coloration des tergites.

Enfin des *viridis*, ou présumées telles, se rencontrent en provenance de toute la région méditerranéenne ; elles sont seulement plus pigmentées que celles de notre région, se rapprochant de l'exemplaire figuré à la pl. V, ligne 18, colonne 8.

On se rend compte, au fur et à mesure que l'on s'écarte d'une région, que les formes qui s'y trouvent changent d'aspect et diffèrent par des caractères qui paraissent, à l'observateur, plus ou moins importants. La difficulté n'est pas tant de les reconnaître que de les interpréter. Encore paraît-il indispensable, pour l'essayer, de ne pas s'être limité à l'examen d'exemplaires conservés à sec, dont on ignore tout de la morphologie interne, et de faire autant que possible des observations sur le vivant. C'est ce que nous allons faire en comparant les formes du nord et du midi que nous avons pu réunir au laboratoire, à Paris.

Il nous restera à relater ce que nous avons pu constater dans la direction de l'est où malheureusement il ne m'a pas été possible de

me procurer des exemplaires vivants des formes de plus en plus différentes que l'on y rencontre.

Amizie
régionale
entre
GLAUCA et
FURCATA.

A la fin de novembre 1908, je rapportai du midi trois cents Notonectes, provenant de Toulouse, Banyuls et Rosas. J'avais au laboratoire, à cette époque, environ la même quantité de Notonectes provenant du Pas-de-Calais, du Calvados et des environs de Paris.

Une des premières observations que je fis fut que la moitié des femelles mortes pendant le voyage, que je disséquai, avaient des spermatozoïdes dans le réceptacle séminal, alors que celles de notre région, en captivité ou non, n'en avaient pas encore, *maculata* exceptée, comme nous l'avons vu plus haut. Cette constatation est en harmonie avec les différentes observations que nous avons pu faire et je l'avais prévue, mais il m'avait été impossible d'aller à Banyuls plus tôt. Elle ne m'empêchait pas d'entreprendre mes essais d'accouplement, d'une part, parce que les femelles septentrionales avaient été isolées dès l'état larvaire et, d'autre part, parce qu'en suivant les pontes des femelles méridionales (les premières eurent lieu dès le début de décembre), je pus constater quelles étaient les femelles qui avaient été ou non fécondées. Je ne me serais pas contenté de cette preuve, qui n'est pas infaillible, s'il s'était agi de suivre cette descendance, mais, pour les accouplements que je voulais tenter, elle était très suffisante.

En janvier, les *glauca* et *furcata* de notre région commencèrent à leur tour à s'accoupler et, en février, je pus les considérer comme étant toutes aptes à la reproduction, l'accouplement ayant lieu en quelques secondes lorsque je mettais ensemble un mâle et une femelle de même forme. Il me restait alors une centaine de Notonectes de provenance méridionale, les deux tiers étant mortes, à l'exception des *maculata*, qui avaient survécu presque toutes (et que je ne compte pas dans ce chiffre).

Il faut remarquer aussi que le déchet avait porté surtout sur les formes intermédiaires, dont il restait cependant une vingtaine, et que la ponte des survivantes n'était ni abondante ni régulière comme l'était celle des *maculata* ou celle des *glauca* que je captuais au début de la période de reproduction. Je devais donc, en faisant mes essais, considérer que l'état des individus utilisés devait être, en cas de résultat négatif, doublement contrôlé, l'insuccès d'une tentative d'accouplement pouvant être attribué à cette circonstance.

En fait, je n'obtins, plus ou moins facilement, que neuf accouplements de femelles de Banyuls sur les 45 essayés, soit pour la raison précitée, soit parce qu'elles n'étaient pas vierges (ce qui était le cas de 26 d'entre elles) soit pour toute autre raison. Ces accouplements furent tout à fait significatifs, en voici la relation (les renvois à la planche signifient ressemblance et non identité) :

1^o Une femelle *glauca* de Banyuls (Pl. V, l. 12, c. 8) s'accoupla en quelques secondes avec un mâle *furcata* d'élevage provenant du Calvados (l. 25, c. 7). L'accouplement dura de 6 à 15 heures. Les œufs pondus depuis se développèrent, alors que 14 œufs précédemment pondus ne se développèrent pas.

2^o Un mâle *glauca* de Banyuls, de même forme que la précédente, s'accoupla avec une femelle vierge *glauca*, provenant d'Ablon, près Paris. Le mâle avait été mis avec dix femelles de la même provenance et de même forme (Pl. V, l. 4 et 5). La femelle mourut peu après, il y avait des spermatozoïdes dans le réceptacle séminal.

3^o Une femelle considérée vierge de Banyuls s'accoupla au bout de sept heures avec un mâle *furcata* d'élevage, provenant du Calvados. Elle correspondait à celle de la Pl. V, l. 10, c. 1. L'accouplement dura 3 heures, il n'y eut pas de développement des œufs pondus et, ayant disséqué la femelle un mois après, je ne trouvai pas de spermatozoïdes.

4^o et 5^o Deux mâles de Banyuls (l. 12, c. 8) s'accouplèrent, l'un en une demi-heure, l'autre en une heure, avec deux femelles vierges de Meudon (l. 1. c. 4 et 5) mais l'accouplement ne dura que peu de temps.

6^o, 7^o, 8^o et 9^o : 14 mâles et femelles de Banyuls avec lesquels divers essais isolés n'avaient pas réussi, furent mis avec 18 mâles et femelles de Meudon. Il y eut bien quelques essais d'accouplement entre les Notonectes du nord et celles du midi, mais finalement tous les individus septentrionaux, à l'exception de trois (1), s'accouplèrent entre eux tandis que ceux de Banyuls se trouvèrent, après trois heures, dans l'état suivant :

mâle, l. 8, c. 1 avec femelle l. 9, c. 8.

mâle, l. 9, c. 3 avec femelle l. 11, c. 2.

mâle, l. 12, c. 4 avec femelle l. 11, c. 2.

mâle, l. 12, c. 8 avec femelle l. 12, c. 7.

(1) Dont deux moururent peu après et dont le troisième, une femelle, n'était pas mûre.

les autres ne s'accouplèrent pas et moururent dans un délai de quelques jours. Une de celles-ci avait des spermatozoïdes dans son réceptacle séminal; les premiers œufs pondus ne s'étaient pas développés, mais les suivants se développèrent, ce qui montre le bien fondé de notre réserve de tout à l'heure.

Que pouvons-nous conclure de ces accouplements ?

Evidemment d'abord que les essais n'ont pas porté sur un nombre suffisant pour donner des renseignements définitifs sur la faculté d'amphimixie des diverses formes considérées, en ce sens qu'il reste à voir, en particulier, ce qu'aurait été et ce que serait devenue la descendance dans le cas où la fécondation a été effective et suivie de développement. Je ne l'ai pas fait, non que les larves issues de l'accouplement n° 1 n'aient pas été viables, mais parce que les élevages normaux demandent tant de soins et laissent tant de déchets qu'il me paraissait impossible de mener ceux-ci à bien.

Mais il n'en reste pas moins acquis qu'une forme quelconque de Banyuls paraît susceptible de s'accoupler avec une forme quelconque de notre région et qu'à Banyuls les diverses formes s'accouplent entre elles, tandis que, dans notre région, il n'y a pas accouplement entre furcata et glauca, que celle-ci soit plus ou moins tachée. Les accouplements 1° et 3° sont à rapprocher des essais relatés page 425.

D'autre part il semble que, lorsque les diverses formes se trouvent en présence, les accouplements se font de préférence entre individus de la même forme ou de formes très voisines. Je n'avais malheureusement pas à ma disposition un nombre suffisant de *furcata* pour me rendre compte si l'amphimixie se faisait indifféremment entre celles du nord et celles du midi, quand on en mettait un certain nombre en présence.

Retenons ces faits et aussi celui que, si j'ai obtenu des accouplements de mâles de *furcata* de notre région avec des femelles pigmentées ou non de Banyuls, les essais que je fis d'accoupler des femelles *furcata* de notre région avec des mâles de Banyuls, pigmentés ou non, ne réussirent pas. Le fait que les mâles de notre région ont une taille moyenne voisine de celle des femelles de Banyuls, tandis que la taille moyenne des femelles de notre région est sensiblement supérieure à celle des mâles de Banyuls (comparer Pl. V. femelles l. 22, c. 1. et l. 25, c. 5 avec mâles l. 8, c. 4 et l. 9, c. 6) est en harmonie avec cette constatation dont nous compren-

drons mieux la signification, lorsque nous aurons étudié le mécanisme de la copulation, ce que je ferai dans un prochain mémoire.

Est de
l'Europe.

Nous allons maintenant passer à la région de l'est, Pologne, Autriche et au delà ; nous y trouverons des faits analogues à ceux que nous venons de constater relativement à *glauca* et à *furcata*.

Ainsi que je l'ai déjà dit, mes captures personnelles n'ont pas dépassé Prague et Vienne, mais j'ai reçu des lots importants de diverses régions de la Hongrie et de la Galicie de l'Est. En outre, sans parler de ce que j'ai pu voir ici et là dans les collections, M. JAN TUR voulut bien me récolter des Notonectes à Varsovie, M. MONTANDON m'en envoyer de Roumanie et M. ALEXEIEFF en rapporter de Crimée.

Les lignes 13 à 16 de la Pl. V sont constituées par une série d'élytres de Notonectes provenant de la Galicie. Celles de la ligne 17 proviennent de Hongrie et comblent l'hiatus existant, pour un œil exercé, entre les colonnes 5 et 6 de la ligne 14.

Planche IV, ligne 5, la Notonecte de droite est un individu du lot provenant de Galicie, les suivantes de la même ligne proviennent, en allant vers la gauche, de Damas, de Syrie et d'Erzeroum.

Comparaison
des formes
occidentales
et orientales.

Les exemplaires de la Pl. V, l. 13, sont évidemment semblables à ceux que FIEBER avait sous les yeux lorsqu'il donna sa description personnelle de *N. glauca* L., dont il a été question à propos de la systématique. Ils sont très voisins de certaines de nos *glauca*, mais ils sont tous pâles, tandis que les nôtres ne le sont qu'exceptionnellement. Ces Notonectes sont, comme les nôtres, plus ou moins tachées et, quand nous arrivons à l'équivalent, pour la pigmentation, de notre *glauca*, cote 5 (Pl. V, l. 1, c. 2), nous trouvons une nouvelle forme, dont la taille moyenne est plus petite et qui est caractérisée par une tache fauve sur la partie opaque de la membrane, débordant plus ou moins sur le corium. Il y a, en Galicie, dans notre lot du moins, un hiatus (l. 14, c. 5 et 6) qui n'existe pas dans le lot de Hongrie (l. 17, c. 1 à 4) mais, par contre, il y en a d'autres dans celui-ci, et ces hiatus paraissent tenir à l'insuffisance de la quantité.

Dans ces deux lots, on remarquera que l'on peut passer par l'intermédiaire d'exemplaires plus ou moins pigmentés de la forme pâle à la forme fauve, mais il est impossible de trouver des exemplaires formant le passage entre la forme pâle non pigmentée et la forme fauve également non pigmentée dont les extrêmes

ressemblent singulièrement aux formes fauves non pigmentées de Banyuls (comparer l. 12, c. 7 et l. 17, c. 8).

Mais ce qui est le plus remarquable et que nous devons retenir est que, plus nous allons vers l'est, plus les exemplaires à plage fauve l'emportent sur les exemplaires uniformément pâles. En même temps, la répartition, tant de la coloration foncière que de la pigmentation, évolue et nous aboutissons à l'exemplaire de la Pl. IV, ligne 5, 1^o, originaire d'Erzeroum, qui paraît plus ou moins caractéristique des formes pigmentées d'Asie mineure.

Le nombre des exemplaires que j'ai reçus de ces régions ne me permet pas de donner la proportion sur 1.000, comme j'ai pu le faire précédemment. Pour fixer les idées, je donnerai les chiffres exacts de deux lots de Galicie et de Soroksar en Hongrie dont les élytres ont été étalées et figurent en partie à la Pl. V. Comme la proportion des diverses formes diffère fort peu pour les deux lots et que le nombre des exemplaires est insuffisant pour faire ressortir, avec quelque chance d'exactitude, des différences de cet ordre, nous les réunissons.

Comme on le remarquera sur la planche et comme cela s'est produit pour les tableaux précédents des formes du nord et du midi de la France, les cotes 0 à 5 ne sont pas superposables dans les deux séries, par suite de la répartition différente du pigment.

Nous ne distinguerons pas cependant, cette fois, la pigmentation de la marge de celle du reste de l'élytre, notre tableau étant destiné à faire ressortir le passage de la forme pâle à celle qui est tachée de flave, ou inversement. Les cotes 0 à 10 correspondent donc ici aux cotes $\alpha\beta$ 0 à 10 des tableaux de la page 421.

SÉRIE TACHÉE DE FLAVE		INTERMÉDIAIRES	SÉRIE PÂLE	
cote 0.....	— 2 —	— 0 —	cote 0.....	— 0 —
— 1.....	— 4 —	— 0 —	— 1.....	—150 —
— 2.....	— 8 —	— 0 —	— 2.....	— 30 —
— 3.....	— 9 —	— 0 —	— 3.....	— 7 —
— 4.....	—12 —	— 0 —	— 4.....	— 4 —
— 5.....	—10 —	— 2 —	—	— 2 —
— 6.....	— 6 —	— 1 —	—	— 0 —
— 7.....	— 4 —	— 1 —	—	— 0 —
— 8.....	— 1 —	— 0 —	—	— 0 —
— 9.....	— 0 —	— 0 —	—	— 0 —
—10.....	— 0 —	— 0 —	—	— 0 —

Ce qui frappe tout d'abord dans ce tableau, c'est que les intermédiaires, entre la série pâle et celle tachée de flave ne se rencontrent qu'entre les cotes 5 et 7, c'est ensuite que la série pâle ne présente pas d'exemplaires correspondant aux cotes supérieures à 5. Quoique la tache flave soit de moins en moins visible au fur et à mesure que la pigmentation s'accroît, il semble bien, quoique je n'ai pu observer ces Notonectes à l'état vivant, que tous les exemplaires pigmentés appartiennent à la série flave. Cela résulte non seulement de la coloration mais de la taille, qui est, pour toute cette série, inférieure en moyenne à celle de la série pâle. Une troisième remarque est que dans ce lot, pas plus que dans aucun de ceux que je possède ou que j'ai pu voir en provenance de ces régions et de celles situées plus à l'est, je n'ai trouvé d'exemplaires correspondant à la cote 10.

C'est un fait à retenir, quoique nous sachions combien il convient d'être réservé sur les conclusions à tirer de telles observations, lorsqu'elles portent, comme dans le cas présent, sur un nombre de stations notablement insuffisant relativement à l'étendue de la zone considérée.

On conçoit que des faits analogues à ceux que nous avons observés en comparant à l'état vivant les Notonectes du nord et celles du midi de la France seraient à rechercher dans cette région. Faut-il avoir pu le faire, nous nous contenterons de cette observation morphologique, dont nous reprendrons la discussion lorsque, exposant le résumé de nos connaissances relativement à l'habitat de *N. glauca* et des formes qui lui sont reliées, nous chercherons à les comprendre.

Je possède encore quelques centaines d'individus, provenant des environs de Buda-Pest, mais leurs élytres n'ont pas été étalées et il est difficile de distinguer avec précision la forme tachée de flave de la forme pâle. Elles ont été conservées pour l'étude de l'anatomie comparée des deux formes, la solution dans laquelle elles se trouvent permettant de les disséquer, dans de bonnes conditions, des années après la capture. Il semble y avoir une différence dans la forme du réceptacle séminal qui serait corrélative de la coloration, mais mon examen a porté sur un nombre trop restreint d'individus pour que je puisse être affirmatif sur ce point. Ce qui me paraît ne pas être douteux, c'est qu'il y ait des différences d'un ordre supérieur à celui des variations individuelles.

Autant que j'ai pu m'en rendre compte, le pourcentage des exemplaires tachés de flave et celui des exemplaires pigmentés de l'une ou de l'autre forme diffère peu de celui du tableau précédent mais, dans la série pâle, les chiffres correspondant aux cotes 1 et 2, devraient passer de 150 et 30 à 1 ou 2 et 3 ou 4.

Soroksar étant également dans les environs de Budapest, on voit combien nous avons raison d'être réservés sur la statistique, quand elle ne peut être établie que sur quelques centaines d'exemplaires.

Les Notonectes des environs de Varsovie sont toutes des *glauca*, cotés 1 à 5, semblables aux nôtres.

Celles que je possède de Roumanie sont semblables à celles de Galicie ou de Soroksar (Hongrie); elles appartiennent, partie à la forme à tache fauve, partie à la forme pâle.

Les 12 exemplaires de Crimée sont à diviser en deux lots: dix forment une série très voisine de celle de la ligne 17 (Pl. V), deux semblent être des *viridis*, mais elles ont un faciès qui les rapproche de certains individus de la série précédente. Il est regrettable que je n'aie pu avoir un plus grand nombre d'exemplaires de cette région conservés dans la solution appropriée. On peut supposer, en effet, que *viridis* s'y rattache à *glauca*, pour autant qu'il convient de donner encore les appellations de *viridis* et de *glauca* à ces formes orientales.

Une hypothèse également probable, sinon davantage, est que la forme à tache fauve, dont le centre de l'habitat paraît être la partie orientale de la Méditerranée, est à la forme pâle d'Autriche et de Roumanie, ce que la forme chaude de Banyuls, dont le centre de l'habitat paraît être la partie occidentale de la Méditerranée, est à notre *glauca* du nord.

Le seule morphologie externe et même interne est incapable de nous faire comprendre la signification exacte de ces formes et il faudrait, avant tout, se rendre compte dans quelle mesure elles sont héréditaires et indépendantes des conditions actuelles du milieu.

Suppression
de
MARMOREA.

Ce que nous pouvons cependant affirmer maintenant avec certitude c'est que, en aucun point des régions dont il vient d'être question, il n'y a lieu de maintenir la coupure que les taxinomistes ont faite sous le nom de *marmorea* et dont il a été question à diverses reprises (Pl. IV, ligne 1, 2^o). En effet;

Ou bien, comme à Banyuls, tous les passages existent entre la forme sans pigment et celle qui est tout à fait pigmentée (ligne 12, c. 8, et ligne 8, c. 1) et, comme *glauca* cote 5, c'est à dire *marmorea* des auteurs (ligne 10, colonne 3?, ou 4?, ou 5?) ne se rencontre pas en plus grand nombre que les autres, au contraire, elle n'a aucune raison d'être distinguée de l'une quelconque de celles-ci, cotées 6, 7, 8, 9, ou 4, 3, 2, 1. Cela d'autant moins qu'elle s'accouple couramment avec ses voisines et que la cote 5 n'est pas héréditaire, soit du fait des croisements, soit pour toute autre cause.

Ou bien la série des formes plus ou moins pigmentées va, comme dans notre région, de 0 à 5 (avec un hiatus de 5 à 10). Dans ce cas il semblerait, et c'est l'avis des taxinomistes, que la forme 5 doit être distinguée et recevoir une appellation spéciale *comme forme extrême*. Cependant comme, en réalité, toutes les fois que cette forme de *glauca* est limite, le nombre de ses représentants ne dépasse pas 1 %, et que tout se passe comme si la courbe qui représenterait le nombre des représentants des *glauca* 0 à 5, en ces stations, tendait rapidement vers 0, lorsque la cote passe de 1 à 5, il me semble que ce serait aller à l'encontre de la réalité que de choisir, pour lui donner un nom, précisément la forme dont le nombre des exemplaires est le moindre. D'après le critérium des taxinomistes, si, sur un million d'exemplaires, il s'en trouvait *un* répondant à la cote 6, ce serait à lui qu'il faudrait donner l'appellation réservée à la forme extrême. Cela n'aurait pas grand inconvénient si nous n'avions et ne désirions pouvoir conserver l'habitude de considérer que, lorsqu'une forme a été décrite sous le nom d'espèce, de variété ou tout autre, elle correspond à quelque chose. Or j'avoue être incapable de comprendre ce que pourrait être une *N. marmorea*, qui ne serait représentée ici ou là, suivant les cas, que par des *glauca*, cotes 3, 4 ou 5, lesquelles seraient les descendants *les plus pigmentés* d'un même couple, qui pourrait avoir également produit d'ailleurs des *glauca* typiques.

Cette question, définitivement tranchée, termine l'exposé des recherches et observations que j'ai pu faire dans la nature et de celles que j'ai entreprises au laboratoire en connexion étroite avec les premières. Il me resterait à relater celles des observations de laboratoire, qui ne l'ont pas encore été ou auxquelles il a été seulement fait allusion jusqu'ici.

Quelques indications devraient être données tout d'abord sur les procédés d'élevage et la façon dont se sont comportées les différentes formes.

Nous aurions été naturellement amenés à examiner leurs réactions aux variations de conditions, que j'ai cherché à réaliser, notamment de la température.

Les observations biologiques, en particulier celles faites sur le processus et les conditions des accouplements, auraient été données ensuite lorsque nous aurions eu étudié la morphologie interne, surtout celle des organes sexuels, qui aide à les comprendre.

L'espoir que j'ai de pouvoir compléter cet exposé prochainement par celui des différences que j'ai constatées dans les organes sexuels et surtout dans l'armature génitale des diverses formes, m'engage à le remettre à plus tard.

Avant de présenter les conclusions qui me paraissent pouvoir être tirées de ce mémoire, quelque incomplet qu'il soit, il est bon que nous fassions un résumé de la répartition, dans leurs divers habitats, des formes que nous avons appris à reconnaître.

IV

RÉSUMÉ DE LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES DIVERSES FORMES.

CONCLUSIONS RELATIVES AUX NOTONECTES.

1° *N. lutea*. Nous n'avons pu reconnaître que la frontière occidentale de l'habitat de cette forme, sur laquelle nous devons être très réservés. Cette frontière paraît être la Hollande, le Hanovre, l'Alsace, la chaîne du Jura puis, vers le sud, les Alpes. Au sud-est nous n'avons pas un nombre suffisant d'observations pour en poursuivre la délimitation ; quant à l'est et au nord, il semble que *lutea* s'étend jusqu'aux confins de la Sibérie.

Les caractères biologiques, morphologiques et anatomiques qui distinguent *lutea* des autres Notonectes européennes, en particulier la forme des œufs, celle du réceptacle séminal et celle de l'élytre, paraissent la séparer nettement de celles-ci, qui se ressemblent plus entre elles, à tous égards, que *lutea* ne leur ressemble.

De l'habitat général de *lutea* et de ce que, dans le sud-ouest, elle ne se rencontre que dans les parties relativement froides, on doit conclure que c'est une forme septentrionale. A-t-elle été produite par

le froid ou plus exactement par le ralentissement considérable du développement que le froid occasionne? Le fait que, non seulement des différences considérables de coloration, mais encore des différences morphologiques (1) sont produites par des conditions différentes de température, permet de le supposer. Nous avons vu que les Notonectes albins provenant de Sardaigne, d'Algérie et du Maroc ne sont en réalité que des immatures. Mais il existe des Notonectides albins dans les régions tropicales, par exemple *Enithares triangularis* GUER. à Trichonopoly (Indes méridionales).

Si *lutea* résulte de la transformation d'une autre forme sous l'action de la température, la question se pose de savoir si cette transformation s'effectue encore au moment actuel. Il semble bien que cela n'ait pas lieu en Europe, mais nous ne connaissons encore rien des formes de l'Asie centrale et le peu que nous savons de celles du Japon, de la Chine orientale et de l'Inde ne nous donne à cet égard aucune indication.

2° *N. maculata*. Les données que nous possédons sur cette forme sont plus satisfaisantes.

Les caractères morphologiques, anatomiques et biologiques qui la distinguent ont été brièvement exposés au cours de ce mémoire. Il semble bien qu'il y ait également des différences cytologiques et je reviendrai sur tous ces caractères au cours d'un prochain travail.

La limite septentrionale de son habitat paraît être le sud de l'Angleterre, le nord de la France et le Danemark; il ne semble pas qu'elle se rencontre en Russie ni en Asie mineure, mais on la trouve en Égypte, en Algérie et au Maroc où elle paraît être la même que dans nos régions, du moins morphologiquement. Dans toute la partie septentrionale de la région méditerranéenne, *maculata* paraît, sous tous les rapports, être identique à celle de notre région.

Sa pigmentation est très variable mais elle l'est chez les descendants d'un même couple, quoiqu'il y ait entre eux un certain *air de famille*. La symétrie de la pigmentation entre les deux élytres n'est pas complète et parfois elle est presque nulle (Pl. V, I. 22 et 23, c. 8). Un certain nombre d'exemplaires de descendance connue figurent

(1) Chez *Drosophila confusa*, dans des élevages poursuivis au cours de l'hiver dernier, a apparu une nervure supplémentaire qui a disparu avec l'élévation de la température. Chez *Drosophila ampelophila* LÆW, qui n'avait pas varié l'hiver, j'ai obtenu une nervure supplémentaire à 30°.

à la Pl. V, mais la reproduction n'a malheureusement pas été assez fine pour faire ressortir nettement ce qui précède. Le lecteur peut cependant utilement s'y reporter avec le concours de la légende.

La forme non pigmentée du Portugal n'est, morphologiquement du moins, que l'aboutissant de certaines séries que l'on rencontre, ici et là, dans la région plus septentrionale. Il en est de même en Afrique du nord, où l'on trouve des exemplaires pigmentés et d'autres non pigmentés, avec tous les passages intermédiaires. Le nombre des exemplaires non pigmentés paraît aller en augmentant vers le sud-ouest.

Il semble bien que ces faits soient analogues à ceux que nous avons observés pour *glauca* et *furcata*.

Aux Açores se rencontre une forme qui se distingue, non seulement par la pigmentation des élytres, mais, comme nous l'avons vu, par celle des tergites, et dont les derniers sternites paraissent intermédiaires entre ceux des *maculata* et ceux des *glauca* de notre région.

On conçoit que des observations biologiques seraient nécessaires pour comprendre les rapports de ces formes, mais l'impression de l'observateur qui a débuté par la région de *N. maculata* FABR. est que les autres sont des modifications de celle-ci. Une étude plus approfondie montrera peut-être dans quelle mesure cette impression est subjective; elle ne repose en réalité que sur un argument de quelque valeur, c'est sa grande dispersion. Nous ne nous arrêterons pas à ces probabilités.

Ce dont on peut être presque certain c'est que *N. maculata* FABR. et les formes qui s'y rattachent, auxquelles je laisse à d'autres le soin de donner des noms, s'ils le jugent utile, forment un groupe qui, non seulement morphologiquement mais encore phylogénétiquement, est bien distinct, dans les régions considérées du moins, des autres formes qui s'y rencontrent.

Il semble bien aussi, quelle que soit l'origine de *maculata*, que la région méditerranéenne est son centre de dissémination. Elle paraît avoir tendance à s'étendre vers le nord et l'on peut même se demander pourquoi elle n'est pas la forme dominante des Notonectes dans le Nord de l'Europe comme elle l'est dans le midi. Je ne puis donner ici le résumé des nombreuses constatations que j'ai faites au cours de mes élevages et qui feront l'objet d'un prochain mémoire; il me suffira de dire que dans toutes les conditions, aux plus hautes

comme aux plus basses températures, avec la plus grande comme avec la plus faible aération, dans l'eau la plus stagnante et dans celle la plus renouvelée, avec abondance ou avec disette de nourriture, c'est toujours *maculata* qui s'est montrée la plus résistante et la plus féconde. Ces faits et tous ceux qui ont été relatés au cours de ce mémoire, notamment à Blonay en Suisse et dans la région de Banyuls, montrent que c'est surtout dans le mode particulier de ponte de *maculata* qu'il faut chercher la réponse à la question précédente comme aussi l'explication des localisations d'habitat qui ont été observées. Le fait que *maculata*, tout en résistant au froid, paraît rechercher la chaleur et en particulier la chaleur solaire, ce que ne font pas les autres formes, est également à retenir.

Rappelons que *maculata* ne pond pas ses œufs comme les autres, en les insérant dans les tiges des plantes aquatiques, mais en les collant à un support quelconque, généralement à la face inférieure. Ces œufs brunissent vers le premier quart de leur développement et cette coloration, qui les confond plus ou moins avec leur support, constitue, avec une coque un peu plus résistante, les moyens de protection qui compensent celui des œufs des autres formes.

On comprend aisément que celles-ci ne puissent se reproduire là où il n'y a pas de plantes aquatiques, non qu'elles n'y pondent pas mais les œufs tombent au fond où ils constituent, par leur coloration claire, une proie facile, à moins qu'ils ne s'envasent, auquel cas ils sont également perdus.

Il semblerait, par contre, que *maculata* peut se développer aussi bien là où il y a des plantes aquatiques que là où il n'y en a pas. La présence d'autres formes ne doit pas la gêner, puisqu'elle se développe avant elles. Cela est certainement vrai relativement aux Notonectes, considérées isolément, mais il est très compréhensible que, dans certaines stations, la protection constituée par le brunissement des œufs soit infiniment moins efficace que celle offerte par l'insertion de ceux-ci, aux trois quarts, dans les plantes aquatiques. Cela peut dépendre de la nature de leurs ennemis, cela peut dépendre aussi de celle des stations. Dans les lits de torrents ce sera, par exemple, dans des creux de rochers que les pontes de *maculata* seront effectuées dans les meilleures conditions; les cours d'eau du nord de la France n'offrent généralement pas d'abris de cette nature.

N'oublions pas d'autre part que *maculata* paraissant, lorsqu'elle repose à fleur d'eau, rechercher, au contraire des autres formes, les

parties ensoleillées, tendra à quitter les parties à l'ombre, que cette ombre provienne de la végétation terrestre ou de la végétation aquatique. Elle se trouvera ainsi plus exposée à ses ennemis que les autres, mais paraît, par contre, comme nous l'avons vu, plus mobile que celles-ci. Tout cela se tient et se comprend sans difficulté par la survivance des plus aptes, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la notion douteuse de l'hérédité d'une habitude acquise mais bien celle, partout constatée, de variations individuelles, lesquelles sont presque toujours produites par des facteurs autres que celui qui opère la sélection.

Quant au vol, son influence est autre. Il paraît n'avoir lieu, comme nous l'avons vu, que lorsque la température de l'eau dépasse 20 degrés. Cela ne se produit généralement pas dans les eaux courantes de la région septentrionale. Cependant *maculata* peut être entraînée, par exemple après une crue, en bordure des eaux courantes où la température peut déterminer le vol. Celles qui retomberont dans le courant y resteront, sauf nouvelle cause analogue; celles qui tomberont dans des mares auront de nouveau tendance à s'envoler. Les pontes, qui auront pu y être effectuées, se trouveront dans les conditions relativement défectueuses exposées plus haut. *Maculata* se trouve ainsi ramenée plus ou moins rapidement dans les cours d'eau. En fait, le Rhin et la Seine paraissent bien être, comme nous l'avons vu, des voies de pénétration de *maculata*.

Quelque probables que puissent paraître les hypothèses précédentes, ces questions demanderaient, pour être résolues avec certitude, à être suivies systématiquement dans un certain nombre de stations.

3° *N. glauca*, *N. furcata*, et intermédiaires.

N. glauca L., comme nous l'avons vu, se rencontre dans tout le nord de l'Europe; la limite méridionale de son habitat serait une ligne passant par Bordeaux, Lyon, les Alpes et la Bohême. Dans toute cette région elle est accompagnée, en petit nombre, d'individus qui en diffèrent plus ou moins, soit par une pigmentation plus considérable de l'élytre et de la marge, soit par une moindre pigmentation de la marge allant rarement jusqu'à l'absence totale.

N. furcata FABR. s'y rencontre en abondance, de taille moyenne plus grande que *N. glauca* et il ne semble pas qu'il y ait entre elles d'attraction sexuelle.

Dans cette région, cela ressort avec évidence du tableau A (p. 421) et de l'ensemble de nos observations, la conception de *N. glauca* L. doit être élargie et s'étendre de $\alpha 0\beta 0$ à $\alpha 5\beta 5$ ou $\alpha 5\beta 6$, le maximum étant en $\alpha 0\beta 5$, type de LINNÉ (nous avons laissé de côté *marmorea*).

Dans cette même région, *N. furcata* FABR. correspond à une forme morphologiquement et physiologiquement bien tranchée.

Pour un collectionneur de cette région, ces deux catégories sont donc complètement et absolument valables et il n'hésitera pas à en faire deux espèces, comme l'ont fait MÜLLER et FABRICIUS.

Lorsque nous franchissons la frontière méridionale de leur habitat, nous nous trouvons, à l'ouest, en présence d'autres formes qui ont avec les précédentes une étroite parenté. Elles sont susceptibles d'amphimixie mais, quoique cohabitant dans la zone frontière, elles ne paraissent pas en réalité s'accoupler entre elles, l'accouplement ayant lieu de préférence, dans la nature, entre individus de même forme.

Un fait, à première vue paradoxal, est que $\alpha 10\beta 10$ (*furcata*) septentrionale, qui ne s'accouple pas avec $\alpha 0\beta 0$ de la même région, s'accouple avec $\alpha 0\beta 0$ méridionale, qui elle-même s'accouple avec $\alpha 0\beta 0$ septentrionale. Nous avons vu qu'il n'était pas indispensable d'être fixés sur les différences héréditaires de l'armature génitale, l'attraction ou la non attraction sexuelle étant pratiquement plus importante.

La *glauca* méridionale a son maximum en $\alpha 0\beta 0$, elle s'étend graduellement ensuite jusqu'à $\alpha 10\beta 10$, sans interruption, quoique avec un certain minimum vers $\alpha 5\beta 2-3$. *Furcata* n'est plus isolée ici et n'a pas non plus, comme quantité relative, l'importance qu'elle avait dans le nord.

Toutes les probabilités sont que ces diverses formes proviennent par fixation de variations individuelles, d'une seule et même forme peu ou pas pigmentée, très voisine de la *glauca* méridionale, sinon identique (1).

Il s'est trouvé que certaines des variations individuelles étaient plus adéquates aux conditions septentrionales, c'est ce que M. CUËNOT, improprement à mon avis, appelle : adaptation antérieure au milieu. En réalité, dans un milieu donné, les variations qui ne sont pas

(1) Il m'a paru, mais cela demanderait à être étudié plus à fond, que la pigmentation était en rapport avec le plus ou moins grand développement des tubes de Malpighi.

adaptatives disparaissent par la mort des individus qui en sont porteurs et seules persistent celles qui le sont. L'adaptation n'est donc jamais que postérieure au milieu. Quant aux variations, elles sont toujours et forcément, comme l'a fait si bien comprendre LE DANTEC, la résultante de ce qu'était l'être avant la variation et du milieu.

Dès que, pour une cause ou pour une autre, en l'espèce probablement par suite de l'odeur, corrélative de la pigmentation, la tendance à l'amixie commence à se produire, les divergences ne peuvent que s'accroître et elles le font, toutes choses égales d'ailleurs, en rapport direct avec elle. En fait, toutes choses ne sont jamais égales d'ailleurs.

Nous avons constaté que les formes voisines de α5β5 étaient moins résistantes, cela suffit à faire comprendre le minimum du tableau B et le vide du tableau A. Le vide de A n'est pas, il est vrai, tout à fait au même point que le minimum de B, mais les conditions différentes du milieu et l'évolution déjà différenciée des formes septentrionales en rendent compte aisément.

A paraît bien être l'aboutissant de B et tout se passe comme si nous étions en présence de deux tableaux, non établis à la même époque dans deux régions différentes, mais établis, à deux époques différentes, dans une même région dont les conditions auraient varié.

N'est-ce pas d'ailleurs absolument comparable ?

Que dirons-nous après cela des formes *glauca* plus ou moins pigmentées et tachées de flave de l'Europe orientale ? Il est évident qu'elles correspondent à des phénomènes analogues, que nous pourrions seulement beaucoup moins préciser, n'ayant pu les étudier à l'état vivant. Ne faisons donc pas d'hypothèses inutiles et laissons à des recherches ultérieures le soin de les débrouiller.

Il en est de même des variations présentées ici et là et plus ou moins répandues, dont nous avons signalé les principales en leur temps.

Rappelons les *furcata* d'Italie et de l'Afrique du nord, aux bandes flaves de plus en plus pigmentées suivant que l'on va vers le sud. Ce ne paraît pas être un état d'équilibre différent d'une même forme, mais bien une variation, forcément en rapport avec le milieu, qui prendra ou non le dessus suivant la corrélation de cette morphologie avec l'éthologie.

Nous en dirons autant de la variation présentée par *furcata* dans le Calvados et que certains ne manqueraient pas d'interpréter

comme un passage ou un retour à *glauca*. Les quantités relatives, la descendance et la comparaison avec les exemplaires des autres parties de la zone septentrionale montrent qu'il s'agit d'une variation de *furcata* possible dans toute cette zone, qui apparaît davantage en Calvados pour une cause inconnue. Elle y prendra le dessus si elle est en corrélation avec d'autres caractères qui, dans la région et au moment considérés, rendent cette forme plus résistante. En tout cas, si cette variation aboutit à une forme plus ou moins voisine de *glauca* ce ne peut plus être exactement *glauca*. L'atavisme n'est pas une force latente qui tire les êtres en arrière, c'est uniquement le fait de leur parenté et de la ressemblance de leur constitution physico-chimique. En fait, les exemplaires dépigmentés de la Pl. V l. 19, c. 2 à 7 ne ressemblent nullement aux exemplaires pigmentés de *glauca* l. 1 ou l. 10, et ce que nous avons dit de l'amixie entre *glauca* et *furcata* dans cette région les sépare encore plus.

Si dans le cas de *glauca* et de *furcata*, qui ont constitué le centre de nos recherches, nous pouvons comprendre à peu près leurs rapports, on conçoit cependant combien il serait désirable que, pour ces formes elles-mêmes, les recherches soient poursuivies systématiquement. Elles confirmeraient ou infirmeraient en partie ce qui précède, peu importe, mais elles permettraient de saisir sur le vif l'évolution d'une forme et de substituer de plus en plus des faits précis aux hypothèses plus ou moins plausibles, sur lesquelles on raisonne encore à notre époque en matière d'évolution.

4° *N. Viridis.*

Cette forme est, nous l'avons vu, répandue un peu partout. Les Notonectes qui la représentent, dans le nord et le midi de la France, se sont montrées semblables à tous égards et nettement différentes des autres formes. L'aspect général de celles des autres régions permet de supposer qu'il en est de même pour elles. C'est en Crimée seulement que nous avons trouvé des exemplaires qui paraissent plus ou moins intermédiaires entre une *viridis* à tache flave et une *glauca* également à tache flave. Comme nous ne les connaissons que par leur morphologie, il est préférable de ne pas faire d'hypothèses à leur sujet.

Dans notre région, *viridis* s'est montrée très peu résistante. A l'inverse de *maculata*, il n'est pas une condition qui paraisse lui

être favorable. Ajoutons que sa fécondité étant moindre, ses œufs éclosant les derniers, ses larves étant plus petites et se nourrissant difficilement, elle se trouve, vis-à-vis des autres formes, en état manifeste d'infériorité. Je ne l'ai trouvée qu'une fois, en grande quantité, à l'exclusion des autres formes, et elle a complètement disparu de cette station par un accident brusque ; partout ailleurs elle n'a été rencontrée qu'en nombre relativement restreint et la proportion de ses représentants, quand j'ai pu la suivre pendant plusieurs années, a toujours été en diminuant, quand elle n'a pas été réduite à 0.

Existe-t-il un centre de dissémination de *viridis*, qui resterait à découvrir et comblerait les vides qui se produisent certainement parmi celles existant, à notre époque, dans notre région ?

Si oui, il semble bien qu'il faudrait le chercher en Afrique, quoique ce que nous avons vu des Notonectes du nord de l'Afrique ne le rende pas probable. Quand aux *viridis* (?) de Crimée, il ne paraît pas qu'elles puissent être l'origine *actuelle* de celles de notre région.

Ne faut-il pas plutôt penser que *viridis* apparaît un peu partout, par mutation brusque de *glauca* ? C'est l'hypothèse la plus plausible dans l'état actuel de nos connaissances. Elle seule permet de concevoir sans difficulté la présence en petite quantité, partout, à côté de *glauca*, d'une forme qui nulle part ne paraît apte à la lutte pour la vie.

Sans doute les *viridis* que nous avons pu faire reproduire nous ont donné des *viridis* et les *glauca* des *glauca*, mais les résultats des élevages ont été en nombre trop minime pour qu'ils infirment en quoi que ce soit cette hypothèse ; nous sommes seulement certains que la forme *viridis* est bien héréditaire.

En résumé, nous en sommes réduits pour *viridis* à des conjectures et voici encore une question pour laquelle des recherches systématiques, entreprises dans un certain nombre de stations, seraient nécessaires et très probablement fructueuses, si elles étaient faites en quantité suffisante et avec une installation appropriée.

Résumé
systématique

De ce résumé de nos connaissances sur la distribution géographique des Notonectes de notre région et sur leurs rapports il résulte évidemment que :

N. lutea MULLER,

N. maculata FABRICIUS,

N. glauca LINNÉ, *N. furcata* FABRICIUS et leurs intermédiaires.

N. viridis n. sp.,

et les formes qui s'y rattachent dans les divers habitats, constituent quatre catégories valables de classification, lesquelles peuvent servir utilement de base à l'étude des Notonectes à un point de vue quelconque.

Il me paraît inutile de modifier la taxinomie ancienne autrement que je l'ai fait par la suppression de *N. marmorea*, la création de *N. viridis* et l'extension de la diagnose de *N. glauca* L. aux exemplaires plus et à ceux moins pigmentés de la région septentrionale.

Si une appellation nouvelle, hors le cas de formes nouvelles suffisamment distinctes dans des régions encore inexplorées (1), est uniquement basée sur la morphologie plus ou moins différente d'un nombre plus ou moins restreint d'exemplaires, elle ne peut qu'encombrer inutilement la systématique. Dans la grande majorité des cas elle ne correspond pas à la réalité et doit être modifiée lors des recherches ultérieures, qu'elle gêne au lieu de les faciliter.

Si au contraire l'ensemble des connaissances que l'on possède sur une forme permet de la situer plus ou moins exactement vis-à-vis de celles qui se rencontrent dans la même région ou dans les régions voisines, ces indications sont suffisantes pour la reconnaître et en poursuivre l'étude; une appellation ne pourrait rien y ajouter, au contraire.

Dans notre cas, par exemple, il me semble que nous nous faisons bien mieux comprendre en employant les termes *glauca* ou *furcata* méridionales qu'en donnant à l'une d'elles (et à laquelle) le nom de *Banyulensis* ou autre. Cela nous force à les décrire et à les

(1) Il est par exemple légitime que l'on ait donné des dénominations spéciales, malgré leur ressemblance entre elles (*kyrkaldii* et *chinensis*) et malgré la ressemblance de certaines aux nôtres (*triguttata* et *furcata*) aux Notonectes qui figurent à la dernière ligne de la Planche IV, qui sont originaires du Thibet, du Japon, du Yun-Nan et du Kiang-Si et qui diffèrent un peu, autant qu'on peut en juger sur des exemplaires à sec, notamment par la coloration ou par la forme de la hanche, les unes faisant d'ailleurs le passage, relativement à ce caractère, entre les autres et les nôtres. Mais on a déjà commencé à faire, d'après des exemplaires de collections, des coupures dans ces espèces, coupures sur lesquelles les auteurs ne sont déjà plus d'accord et qui ne le sont très probablement pas elles-mêmes avec la réalité. Si les premières dénominations pouvaient être la base des études ultérieures, les suivantes, établies dans de telles conditions, ne peuvent que les gêner, car il faudra les débrouiller et ce sera plus difficile que de comprendre la nature elle-même. Cela a été, comme on l'a vu, mon cas pour *marmorea*.

désigner par leur provenance exacte, sans omettre les formes intermédiaires ni aucun des éléments susceptibles de les faire comprendre.

La création de *N. viridis* au contraire se justifie parce qu'elle se rencontre, un peu partout, semblable à elle-même et différente des autres, non seulement morphologiquement, mais surtout physiologiquement et biologiquement.

Par contre, si ce que nous avons vu des *glauca* à taches flave qui se rencontrent en allant vers l'est, plus ou moins semblables ou plus ou moins différentes suivant qu'on les compare à *N. glauca* L. ou à elles-mêmes, nous en donne une notion suffisante, que serait une dénomination ? Ou bien elle prétendrait les comprendre toutes, et serait forcément imprécise et très probablement fausse, puisqu'elles diffèrent en allant de l'Autriche à l'Asie mineure, ou bien elle serait limitée à l'une d'elle et, dans ce cas, comment délimiter *cette une* et que faire des autres ?

C'est seulement après avoir fait pour ces formes ce que nous avons entrepris pour celles du nord et du midi de la France que nous pourrions en établir la classification raisonnée et faire, s'il y a lieu, des catégories. Jusqu'alors, il est incontestablement préférable de se contenter de les décrire, avec indication précise de leur provenance, comme se rapprochant plus de *N. glauca* L. que des autres formes connues.

Et maintenant, il me paraît, et sans doute il paraîtra à mes lecteurs, sans objet de chercher à préciser quelles sont, parmi les formes de Notonectes que nous avons étudiées, celles dont il convient de faire des espèces ou des sous-espèces et celles auxquelles il faudrait laisser réserver l'appellation de variétés. Si quelques-uns cependant avaient encore des doutes à cet égard, j'espère les dissiper en m'appuyant non seulement sur les résultats incomplets de ce travail, mais aussi sur ceux de quelques autres entrepris récemment dans le même ordre d'idées de la variation.

De la notion d'espèce.

Si certains systématiciens sont réputés comme doués du sens de l'espèce, il n'en est aucun qui puisse en donner une définition précise et tous les critères que l'on en a proposés se montrent inexacts dans certains cas.

Pratiquement la conception de l'espèce est très variable suivant son objet : l'espèce botanique est comprise tout autrement que la zoologique, celle des vertébrés est elle-même toute différente de celle des insectes et, parmi ceux-ci, les hémiptères et les lépidoptères seront différemment traités. En fait, la conception pratique de l'espèce est devenue de plus en plus étroite au fur et à mesure que les recherches morphologiques ont été poussées plus loin dans un groupe donné.

J'ai sous les yeux un travail de Karl JORDAN sur l'opposition entre la variation géographique et la variation non géographique. L'auteur y expose éloquemment la nécessité de ne plus baser la systématique sur la pure morphologie, mais sur la parenté, et il déclare que seuls l'élevage et l'étude comparée à tous les points de vue, depuis l'œuf jusqu'à l'adulte, permettent de tirer celle-ci au clair. Je suis absolument d'accord avec lui, mais j'avoue ne pas comprendre le triple critérium de l'espèce qu'il donne dans ce mémoire (p. 159) : « Das Kriterium des Begriffs Species (= Art) ist daher ein dreifaches, und jeder einzelne Punkt ist der Prüfung zugänglich : Eine Art hat gewisse Körpermerkmale, erzeugt keine den Individuen anderer Arten gleiche Nachkommen und verschmilzt nicht mit andern Arten. »

En admettant que l'on s'entende universellement pour admettre ce triple critérium arbitraire, il est de nombreux cas où l'on serait dans l'impossibilité de savoir si, oui ou non, il est applicable à une forme donnée.

Une forme peut ne pas se fondre avec une autre, ne pas produire d'individus semblables à ceux de cette autre et cependant ne pas présenter avec cette autre des différences morphologiques certaines. C'est le cas de *N. viridis*. A-t-elle toujours avec *N. glauca* des différences morphologiques certaines ? C'est affaire d'appréciation.

Une forme peut avoir avec une autre des différences morphologiques certaines, ne pas produire d'individus semblables à ceux de l'autre et se croiser ou non avec cet autre, se fondre ou non avec cette autre suivant les habitats. C'est le cas de *N. glauca* et de *N. furcata* dans le nord et dans le midi.

Il ne me semble pas d'ailleurs que *verschmelzen*, que je traduis par *se fondre*, soit un critérium bien précis, alors même que s'y ajouterait dans l'esprit de l'auteur une conception de *croisement*

qui, dans la nature, présente toute une série de passages entre le positif et le négatif.

Quoi qu'il en soit, après avoir établi ce critérium arbitraire, Karl JORDAN en conclut (p. 202) que seules les variétés qui diffèrent par les organes de la reproduction peuvent donner naissance à de nouvelles espèces, car, d'après lui (p. 173), lorsque la copulation est impossible ou difficile entre variétés de colorations différentes, cela ne peut avoir d'influence sur la production d'espèces *différant par les organes de la copulation*.

Nous voyons ici comment le choix arbitraire d'un critérium arbitraire amène à des conclusions arbitraires. Il me paraît, quoiqu'en dise K. JORDAN, que l'amixie, complète ou non entre deux formes, qu'il y ait ou non des différences dans les organes de la copulation, celle qui existe par exemple entre *furcata* et *glauca* dans le nord, est cause que les différences entre ces deux formes ne peuvent que s'accroître ultérieurement, car elles ne peuvent plus être contrebalancées par l'amphimixie, et les facteurs externes agiront différemment chez des êtres déjà différents. Parmi ces modifications ultérieures peuvent apparaître les différences dans les organes de l'accouplement, lesquelles feront de ces deux formes des espèces différentes, au sens de Karl JORDAN.

Une interprétation analogue me paraît devoir être donnée d'une constatation très intéressante que cet auteur a faite au cours de son travail, où il a observé avec le plus grand soin un grand nombre de Sphingides (698 espèces sur les 772 connues en 1903), c'est que les différences dans les organes de la copulation ne seraient pas parallèles à celles de la coloration et ne seraient pas géographiques. Le polymorphisme des ailes n'est pas accompagné du polymorphisme des organes de la copulation.

Cette observation est à rapprocher de celle du même genre que Jean PÉREZ a faite chez *Bombus*.

Quant à moi, j'ai constaté chez *Notonecta*, à côté de différences *individuelles*, parfois considérables, dans la forme de certaines parties, des différences qui m'ont paru corrélatives de la coloration. Il ne faut pas oublier que celle-ci, la pigmentation surtout, est un produit d'excrétion, dont la quantité m'a paru être en rapport avec le plus ou moins grand développement des tubes de Malpighi. Les rapports de la coloration avec la constitution physico-chimique d'un être vivant sont aussi intimes que ceux d'une partie quelconque du

corps. Il ne me semble pas que l'on puisse hiérarchiser d'une façon générale la valeur taxinomique des caractères ; ce qui est vrai dans un cas ne l'est plus dans l'autre. Le seul critérium valable, je ne dirai pas d'espèces mais de catégories différentes, est celui de la descendance, et chez les Sphingides, comme chez les Bourdons, comme chez les Notonectes, des catégories différentes pourront avoir même coloration et des armatures génitales différentes, ou inversement, on même ne pas différer par ces caractères morphologiques. La principale difficulté est toujours de distinguer les variations individuelles de celles qui sont caractéristiques de formes et, parmi celles-ci, celles qui sont produites uniquement par des facteurs actuels de celles qui sont héréditaires.

Nous avons vu que la classification des Notonectes nous aurait conduit à des résultats tout différents de ceux obtenus par les procédés que K. JORDAN préconise comme moi, si elle avait été faite d'après la pure morphologie d'insectes de collections. Or je ne suppose pas qu'il ait pu élever et comparer les 698 espèces dont il nous entretient, sans préjudice des variétés. Il ne nous donne même pas dans son mémoire les bases de la systématique qu'il a suivie ; je ne lui en fais pas un reproche, car cela l'eût entraîné fort loin, mais, lorsqu'on se reporte aux diagnoses des auteurs les plus récents, on constate qu'elles sont faites absolument comme si, ayant, dans une collection, les 30.000 Notonectes de la zone palæarctique que je possède ou que j'ai pu examiner (encore s'agirait-il dans ce cas, sinon d'un plus grand nombre, du moins d'une zone plus étendue) on en entreprenait la classification en faisant des coupures de plus en plus étroites, le plus souvent d'après la seule coloration. Notre seule *N. glauca* pourrait ainsi se diviser en un grand nombre d'espèces, de sous-espèces, de variétés ou de races, d'après la répartition des taches à l'angle interne, au clavus, à la bordure de la membrane, etc. et nous avons vu que cela ne correspondrait à aucune réalité.

De toutes les observations que nous avons faites, comme de celles mêmes de K. JORDAN, il ne semble pas résulter que son critérium soit de nature à sortir d'embarras ceux qui s'obstinent à donner à l'espèce une valeur objective, mais au contraire qu'il n'y a aucune différence fondamentale entre l'espèce et la variété. Il nous apparaîtra seulement très certain, comme à lui, qu'une bonne classification doit être basée sur la parenté et que seule l'étude de la

descendance peut nous permettre de l'établir, quand il s'agit de différences qui ne dépassent pas l'ordre des différences individuelles.

Un autre travail récent sur la variation, qui me paraît susceptible de nous aider à comprendre la question de l'espèce, est celui de L. FAGE : « Étude de la variation chez le Rouget ».

L'auteur nous présente un exposé très net et très documenté de la répartition géographique et des rapports de *Mullus barbatus* L. et de *Mullus surmuletus* L. qui, depuis LINNÉ, ont été considérés tantôt comme formant deux espèces distinctes, tantôt comme appartenant à une seule et même espèce.

En Méditerranée, il constate que les deux existent avec tous les intermédiaires et que, tous les jeunes ayant la forme *M. surmuletus*, qui est une forme pélagique, la forme des adultes *M. barbatus* a été déterminée par adaptation à la vie sur les fonds vaseux du large.

Dans l'Océan et la Mer du Nord, il ne trouve que *M. surmuletus*, mais son éthologie est différente de celle de *M. surmuletus* méditerranéen et, en rapport avec elle, il est plutôt intermédiaire entre celui-ci et *M. barbatus*.

Je n'ai pas trouvé dans ce mémoire d'indications permettant de comprendre dans quelle mesure ces caractères sont héréditaires et fixés ou, au contraire, dépendent des conditions actuelles du milieu. On conçoit que des recherches de cet ordre seraient particulièrement difficiles sur des poissons de mer, mais il est nécessaire de dire, qu'à leur défaut, la signification exacte de ces formes reste hypothétique.

L'auteur paraît cependant admettre que ces diverses formes ne sont pas héréditaires, au moins dans la Méditerranée, et concevoir que ceux des jeunes Rougets qui restent dans les rochers littoraux conservent la forme *surmuletus*, tandis que ceux qui gagnent les fonds vaseux du large prennent la forme *barbatus* (p. 436). Quant au *M. surmuletus* septentrional, il paraît admettre que sa différenciation n'est plus actuelle, au moins dans une certaine mesure (p. 439).

Relativement à la systématique, il conclut que, dans ces conditions, l'espèce type du genre devient *M. barbatus* L., dont la diagnose doit avoir un sens large, se confondant actuellement avec celle du genre, et il ajoute :

« On arrive à une définition de *M. barbatus* que résume le tableau »
 » suivant:

» *Mullus barbatus* L. $\left\{ \begin{array}{l} \text{forma typica} \\ \text{var. surmuletus L.} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{mode méridional.} \\ \text{mode septentrional.} \end{array} \right.$

» La nomenclature trinominale ne suffit plus; pour les espèces
 » un peu compliquées, on serait obligé d'avoir recours à un nomen-
 » clature quadri-nominale !

» N'est-il pas un peu vain de multiplier ainsi les étiquettes et de
 » vouloir classer les productions de la nature dans une série de
 » compartiments qui deviennent de plus en plus étroits à mesure
 » que leur nombre augmente ? Sans doute le but poursuivi est
 » louable : éviter la création d'espèces nouvelles de valeur douteuse ;
 » mais il ne sera atteint que si la compréhension des termes : sous-
 » espèces, variétés, races, modes, etc., une fois fixée, on reste bien
 » pénétré de la valeur relative de toutes ces variations et de leur
 » subordination à l'espèce type. »

Par « espèce type », FAGE, comme il a bien voulu me l'expliquer depuis, entend « espèce mère », « espèce originelle ». Il regrette que les lois de la nomenclature l'aient obligé, LINNÉ ayant d'abord décrit *M. barbatus*, à adopter pour l'ensemble des Rougets, cette dénomination qui prête à la confusion.

Il nous paraît bien certain, après la lecture de son mémoire, que la forme *barbatus* dérive de la forme *surmuletus*, mais il nous paraît non moins certain que personne, à la seule lecture de son tableau systématique, ne pourra concevoir que la variété *surmuletus* L. est, en réalité, la forme de laquelle provient *M. barbatus* L.

En nous basant sur ses propres indications, voici comment nous aurions pu, phylogénétiquement, résumer la systématique :

espèce \nearrow *M. surmuletus* sept. (L. ?)
 type \nearrow (formes sept. actuelles)
 originelle \nwarrow *M. surmuletus* mérid. \rightarrow les intermédiaires \rightarrow *M. barbatus*
 (formes méridionales actuelles).

Ce tableau est l'opposé de celui de FAGE, alors que nous sommes complètement d'accord avec lui sur le fond.

Laissons à d'autres le souci de rechercher s'il convient de donner à ces formes les noms d'espèces, de variétés ou autres. « Il est vain,

comme l'écrit FAGE (loc. cit.), de vouloir classer les productions de la nature dans des compartiments qui deviennent de plus en plus étroits, etc. » Cela est vain parce qu'impossible et cela est impossible parce que les productions de la nature ne sont pas stables. Il est aussi impossible d'utiliser les procédés actuels de la systématique pour la compréhension de l'évolution, qu'il l'a été de trouver les lois de l'aviation par l'étude des équilibres statiques.

Un travail, où l'erreur de méthode a été autrement préjudiciable que dans le cas précédent, est celui de J. R. DE LA TORRE BUENO sur les Notonectides de la région de New-York. Ici nous ne nous trouvons plus en présence de conclusions vraies au fond et seulement viciées dans la forme, nous ne trouvons plus de conclusions du tout. Le travail est comme inexistant, alors que les recherches de son auteur l'auraient mis à même de mettre un peu de clarté dans les Notonectides qu'il a observées.

L'erreur fondamentale, et, si j'y insiste, c'est qu'elle est malheureusement extrêmement répandue, est que cet observateur ayant capturé des Notonectes par centaines et ayant même suivi une partie de leur cycle évolutif, n'a pas eu l'idée qu'il était à même de baser leur taxinomie sur des données autrement réelles que celles des créateurs d'espèces ou de variétés, qui les ont établies, presque toujours en général, et toutes en ce cas, sur des exemplaires de collections. Le principal souci de J. R. DE LA TORRE BUENO paraît avoir été de retrouver dans ses captures des représentants des formes *N. insulata*, *undulata* (in three color-varieties), *variabilis*, *irrorata*, etc., que UHLER, FIEBER, SAY, KIRKALDY et autres ont créées, d'après des exemplaires qui sont au Muséum à Paris ou dans d'autres collections.

Planche IV, ligne 6, n° 4 et n° 5 et lignes 7 et 8 sont reproduits des exemplaires de *N. undulata* SAY, de diverses provenances, qui m'ont été obligeamment confiés par le Muséum et que KIRKALDY lui-même a déterminés. Je n'ai aucune prétention de compétence en matière de Notonectes américaines, mais il est évident, pour un œil un peu exercé, que ces exemplaires n'appartiennent pas à la même forme héréditaire; il est évident aussi, d'après ce que nous avons observé au cours de cette étude, que ce n'est pas d'après les exemplaires du Muséum ou d'autres collections que la signification réelle de ces diverses formes peut être établie. Seules, des recherches

entreprises comme celles de J. R. DE LA TORRE BUENO peuvent la montrer, à la condition qu'elles soient poursuivies avec méthode, non dans le but de chercher dans la nature la confirmation d'une taxinomie établie pour classer des exemplaires à sec, mais dans le but d'établir une taxinomie qui permette de classer d'après leur parenté réelle les exemplaires recueillis⁽¹⁾.

Cette habituelle erreur qui fait accorder à la taxinomie existante une autorité qu'elle ne peut avoir que dans les cas, trop rares encore, où elle a pu être établie d'une façon raisonnée, me paraît avoir été commise par William Lawrence TOWER dans ses recherches sur l'évolution des Chrysomélides et en particulier du genre *Leptinotarsa*.

Ce travail est l'un des plus importants, sinon le plus important, de ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour sur la variation d'une catégorie d'êtres organisés. C'est par centaines de mille que l'auteur a examiné les Chrysomélides faisant l'objet de ses recherches et sur lesquelles il a pu recueillir une documentation considérable auprès des stations agricoles.

Il est regrettable qu'il ne nous donne pas la base de la classification qu'il a adoptée, d'autant plus que d'après lui-même : « *Specific differentiation is almost entirely based upon coloration, is by no means easy, and is especially difficult in dead specimens.* » On peut, dans ces conditions, se demander quelle est la valeur des observations qui n'ont pas été accompagnées de l'étude biologique des formes considérées. Les plus intéressantes, parce que les plus sûres à ce point de vue, sont celles que TOWER a entreprises lui-même

(1) Si le lecteur est désireux d'approfondir cette question fort suggestive, il sera complètement édifié par l'examen de la collection du Muséum. Qu'il examine en particulier les 23 exemplaires de *Notonecta mexicana* dont 20 ont été déterminés par KIRKALDY, et qui sont :

- 4, brun-rouges, presque noirs,
- 11, rouge-brunâtres, .
- 3, rouge-violacés,
- 3, brun-fauves,
- 2, gris-jaunâtres.

A côté de ces exemplaires très probablement héréditairement différents et classés sous la même appellation, il trouvera des espèces et des variétés basées sur des différences le plus souvent inappréciables, ou sans rapport probable avec la descendance. Il semble bien que la systématique des formes américaines correspond encore moins à la réalité que n'y correspondait celle des formes européennes.

sur la descendance de certaines formes et leurs variations; les résultats en ont été considérables.

Quoiqu'il en soit, il résulte de cette enquête *colossale* sur le genre *Leptinotarsa* que rien ne permet d'établir un critérium de l'espèce qui soit applicable à certaines des coupures que l'on est amené à y faire. Les constatations que nous avons faites à propos des Notonectes s'y retrouvent et d'autres analogues, de telle sorte que TOWER, tant par ses observations dans la nature que par ses études sur la descendance en milieux variés, arrive à cette conclusion: « *The study of geographical distribution and variation gives the strongest of circumstantial evidences for direct rapid transformation in response to environmental stimuli as the result of dispersion. I am therefore of the opinion that the evolution of the genus Leptinotarsa, and of animals in general, has been continuous and direct, developing new species in migrating races by direct response to the conditions of existence* ».

A ces citations, je pourrais en ajouter beaucoup d'autres, surtout dans le règne végétal, de travaux qui tous permettent les mêmes conclusions, mais dont les auteurs ont été souvent plus ou moins trompés par le langage taxinomique habituel qu'ils ont employé sans méfiance. Il n'est pas, en résumé, une étude d'une catégorie quelconque d'êtres organisés qui ne justifie la conception géniale de LAMARCK, citée en tête de ce mémoire: « *Ainsi, parmi les corps vivants, la nature, comme je l'ai déjà dit, ne m'offre d'une manière absolue que des individus qui se succèdent les uns aux autres par la génération, et qui proviennent les uns des autres. Ainsi les espèces parmi eux ne sont que relatives, et ne le sont que temporairement* » (1).

Il n'y a que des individus et il n'y a pas deux individus identiques. Des variations individuelles, toujours produites par la réaction de l'être aux facteurs extérieurs, il en est qui ne sont pas héréditaires, parce qu'elles ne sont pas corrélatives ou ne proviennent pas de

(1) Ce n'est pas sans un profond étonnement et une véritable admiration que l'on constate combien LAMARCK avait devancé son époque. Certains passages de ses œuvres paraissent, encore à la nôtre, plus près de la réalité que les affirmations de nombreux auteurs récents. On trouvera, sur l'œuvre de LAMARCK, les indications les plus précises dans un ouvrage de MARCEL LANDRIEU: *Lamarck, le fondateur du transformisme, sa vie, son œuvre, publié par la Société Zoologique de France, Paris, 1909.*

modifications du germen, il en est d'autres qui le sont. Lorsqu'une variation est héréditaire en fait, il s'ensuit déjà qu'elle est compatible avec la persistance de l'être, mais il est possible qu'elle rende sa descendance moins apte à vivre dans le milieu où elle se trouvera.

Le milieu subissant des modifications incessantes et les réactions des êtres organisés aux conditions du milieu étant par suite incessamment modifiées, ce que l'on appelle adaptation d'une modification est en réalité très complexe et peut être positif, nul, ou négatif, pour le même être, suivant le jeu des multiples conditions où il se trouve.

Nous ne devons pas oublier que, si les variations morphologiques sont, pour l'observateur, les plus importantes, elles n'ont en réalité de valeur au point de vue de l'évolution, que dans la mesure où elles sont la traduction de modifications physico-chimiques *héréditaires*. Or des différences morphologiques considérables peuvent ne pas correspondre à des modifications physico-chimiques héréditaires, comme celles-ci peuvent ne pas se traduire par des variations morphologiques perceptibles. Autant il est vain, dans la plupart des cas, d'essayer de comprendre la sélection ou la persistance du plus apte d'après des modifications morphologiques, autant cela devient aisé lorsqu'on la conçoit comme la résultante des modifications physico-chimiques. C'est le cas des céréales qui résistent plus ou moins à la verse et ce en corrélation avec certains caractères morphologiques, c'est le cas des souris (BORREL, 07) qui ici sont sensibles aux inoculations de cancer et ne le sont plus quand on les transporte ailleurs, ce doit être aussi le cas de *N. viridis* etc.

Des variations individuelles héréditaires, il n'en est pas une qui ne puisse être le point de départ d'une nouvelle catégorie, mais le plus souvent elles disparaissent, autant par le jeu de l'amphimixie que par celui des modifications incessantes du milieu et des réactions de l'être, qui s'opèrent successivement dans des sens plus ou moins opposés.

Celles des variations individuelles qui ne disparaîtront pas forment tout d'abord des catégories peu tranchées, se pénétrant de toutes les façons, se confondant ici ou là par un ou plusieurs de leurs caractères distinctifs. Mais, d'une part, soit par une modification constante des conditions de l'habitat primitif, soit par un changement d'habitat, la sélection des variations, produites en

réaction avec le milieu, orientera le résultat de la variation dans certaines directions et, d'autre part, l'amixie, qu'elle soit constitutionnelle ou seulement de fait, facilitera la différenciation de formes qui peu à peu seront devenues nettement distinctes.

Très vraisemblablement *N. glauca*, *N. furcata* et leurs intermédiaires, *M. surmuletus*, *M. barbatus* et leurs intermédiaires, sont des exemples actuels de telles variations, et ces exemples, autant qu'ils ont pu être étudiés, font comprendre la complexité extrême de leur évolution.

Il n'y a donc pas de critérium de l'espèce et LE DANTEC voudra bien me pardonner de ne pas admettre, même théoriquement, son *critérium chimique*, lui-même ayant reconnu ailleurs qu'il n'y a pas de différence essentielle entre *qualité* et *quantité*.

Quant à l'affirmation de DE VRIES que des espèces nouvelles peuvent sortir d'une façon imprévue d'espèces existantes, et cela sans aucune transition, mais que les espèces existantes sont *invariables*, il semble que LAMARCK y répondait déjà dans la citation faite en tête de ce mémoire.

S'il paraît bien exact que, dans certains cas, la modification morphologique plus ou moins apparente, qui résulte d'une modification de la constitution physico-chimique du germe, est brusque, rien n'autorise à affirmer, comme le fait DE VRIES, qu'il y a des millions d'espèces de froment, d'orge et d'avoine qui, par leur mélange, nous donnent l'illusion de la diversité mais dont chacune est stable. Les observations sur lesquelles il s'appuie ont été faites par des agriculteurs, dans un but utilitaire, et ce qui paraît momentanément stable, ou à peu près, ce sont les quelques caractères utiles considérés.

En réalité, l'étude véritablement scientifique de ces formes montrerait qu'il n'est pas une soi-disant fluctuation qui ne puisse être le départ d'une nouvelle forme, lorsqu'elle est héréditaire, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est pas seulement la réponse plus ou moins durable de l'être à une modification du milieu, mais qu'elle dépend d'une modification du germe, laquelle a d'ailleurs elle-même pour cause originelle une modification du milieu. Les variations héréditaires peuvent au surplus se présenter, soit avec, soit sans intermédiaires morphologiques, cette apparence n'étant en aucune façon un critère de leur importance au point de vue scientifique de l'évolution.

Mais je ne veux pas outrepasser mon sujet, duquel il me paraît ressortir surtout que : *Ce qui importe, ce n'est pas de donner des noms à des catégories d'êtres organisés, c'est de distinguer quelles sont celles que la génération perpétue dans le même état jusqu'à ce qu'elles varient, et de rechercher quels sont leurs rapports, tant entre elles qu'avec le milieu.*

La classification n'est pas un but, mais un moyen, et, si elle est comprise comme il vient d'être exposé, la compréhension même de l'évolution doit en découler car, comme le dit TOWER, les formes nouvelles sont le résultat d'une transformation rapide en réponse aux facteurs extérieurs. Il n'est pas besoin de siècles pour les découvrir, il suffit de savoir les voir, mais pour cela il est nécessaire d'employer un langage approprié.

(Laboratoire d'évolution des êtres organisés, Paris, 1909.)

OUVRAGES CITÉS.

1907. BORREL (A.). — Le problème du cancer. (*Bulletin de l'Institut Pasteur*, T. V, N° 14, p. 599).
1902. BUENO (J. R. de la Torre). — Notes on the *Notonectidæ* of the vicinity of New-York. (*Journ. N. Y. entom. soc.*, vol. X, p. 230 à 236).
1905. — The genus *Notonecta* in America North of Mexico. (*Journal N. Y. entom. soc.*, vol. 13, p. 143-167, 1 pl.).
1905. CANNAVIELLO (Franco Enrico). — Contribution à une monographie des Lépidoptères du genre *Deilephila*. (*Miscellanea Entomologica*, vol. XIII.)
1906. CASTLE (W. E.), CARPENTER (F. W.), CLARK (A. H.) MAST AND (S. O.) and BARROWS (W. M.). — The effects of inbreeding, cross-breeding, and selection upon the fertility and variability of *Drosophila*. (*Proceedings of the American Reading of Arts and Sciences*, vol. XLI. N° 33. Cambridge. U. S. A.).
1903. CUÉNOT (L.). — Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation. (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, n° 21, 15 nov. 1908, p. 860 à 871).
1907. DELCOURT (A.). — Quelques observations sur la variabilité de *Notonecta glauca* L. (*Comptes rendus des séances de la société de Biologie*, 12 janvier 1907, t. LXII, p. 11).
1907. — De la nécessité d'une revision des Notonectes de France. (*Feuille des jeunes Naturalistes*, 1^{er} août 1907).
1909. — Amixie régionale chez *Notonecta glauca* L. (*Comptes rendus de la société de Biologie*, 3 avril 1909, t. LXVI, p. 589.)
1865. DOUGLAS (John William) and JOHN SCOTT. — The British Hemiptera. (London).
1794. FABRICIUS (Joh. Christ.). — Entomologia systematica. (*Hafniae*, t. IV, MDCCXCIV, p. 58).
1803. — Systema Rhyngotorum. (*Brunsvigae*, p. 103).
1909. FAGE (I.). — Etude de la variation chez le Rouget. *Mullus barbatus* L., *M. surmeletus* L. (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, V. XVI, juin 1909, n° 5).
1861. FIEBER (Dr Franz Xaver). — Die europæischen Hemiptera. (Wien, 1861).
1905. HÜEBER (Dr Theodor). — Deutschlands Wasserwanzen. B (*Verein für vaterl. Naturkunde in Württemberg*, 61 Jahrgang, 1905. Stuttgart).
1905. JORDAN (Karl). — Der Gegensatz zwischen geographischen und nicht geographischen variation. (*In Zeitschrift f. wiss. Zool.*, Bd. 83, 1905. s. 151-210, 75 fig. in Text.)
1897. KIRKALDY (G. W.). — Revision of the *Notonectidæ*. (*The Transaction of the Entomological Society of London*, for the year 1897, p. 303 à 426.)
1897. — Sur la synonymie de deux variétés de la *Notonecta glauca* L. (*Revue d'Ent.*, t. 16, p. 222-224).

1909. LANDRIEU (Marcel). — Lamarck, le fondateur du transformisme, sa vie, son œuvre. (*Publié par la Soc. Zool. de France*, 28, rue Serpente, Paris).
1909. LE DANTEC (Félix). — La Crise du Transformisme.
1908. MARCHAL. — Notes sur les Cochenilles de l'Europe et du Nord de l'Afrique. (*Annales de la soc. Entom.*, t. LXXVII, 1908, p. 223).
1906. PANTEL (J.) et SINETY (R. de). — Les cellules de la lignée mâle chez la *Notonecta glauca* L. (*La Cellule*, t. 23, p. 87-303, 8 pl).
1894. PÉREZ (Jean). — De l'organe copulateur mâle des Hyménoptères et de sa valeur taxinomique. (*Ann. Soc. Entom. de France*, vol. LXII).
1906. TOWER (William Lawrence). — An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus *Leptinotarsa*. (*Published by the Carnegie Institution of Washington*, 1906).
1909. VRIES (Hugo de). — Transformisme et Mutation. (*La Revue du Mois*, 4^e année, n^o 45, sept. 1909, p. 269-302).



PLANCHE IV.

Explication de la Planche IV.

N. B. Les insectes sont numérotés de gauche à droite.

- Ligne 1 1° *N. furcata* du Calvados.
 2° *N. glauca* α 5 β 5 de Galicie.
 3° *N. glauca* L. α 0 β 2 de Chaville, près Paris.
 4° *N. maculata* de Cuisery (Saône-et-Loire).
- Ligne 2 *N. viridis* de Chaville.
- Lignes 3 et 4 *N. glauca* α 10 β 10 (*furcata*) à *N. glauca* α 0 β 0 de Banyuls s/M.
- Ligne 5 1° *N. glauca* α 8 β 9, à tache flave, d'Erzeroum.
 2° *N. glauca* α 4 β 5, à tache flave, de Syrie.
 3° — — de Damas.
 4° — — de Galicie.
- Ligne 6 1° *N. lutea* d'Arneg, Wurtemberg.
 2° *N. irrorata* (det. KIRKALDY) de l'Amérique septentrionale.
 3° *N. chinensis*, var. FALLOV. (Det. K.) du Chen-si.
 4° *N. undulata* de New-York.
 5° — de Jowa.
- Ligne 7 1° *N. undulata* SAY de Providence, Etats-Unis.
 2° — de Baltimore.
 3° — de l'Amérique septentrionale.
 4° — de Baltimore.
- Ligne 8 1° — de Colombie.
 2° — du Mexique.
 3° — de Cuba.
- Ligne 9 1° *N. montandoni* du Thibet.
 2° *N. triguttata* du Japon septentrional.
 3° *N. kirkaldyi* du Yun-nan (type de J. MARTIN).
 4° *N. chinensis* du Kiang-si.

REMARQUE : C'est à dessin que les deux planches ont été faites sur des fonds différents, afin de faire ressortir combien la coloration des élytres est, dans une certaine mesure, dépendante de l'ambiance. Il est, en réalité, impossible de donner une description exacte de la coloration qui varie suivant la nature, l'intensité et la direction de l'éclairage.

Le procédé trichrome employé pour ces deux planches a paru plus certain, au point de vue de la comparaison des élytres entre elles, car, si la coloration n'est pas exactement rendue, la différence porte sur l'ensemble.

Ce procédé paraît susceptible de donner de meilleurs résultats, surtout au point de vue netteté, en prenant soin de fixer les élytres sur une plaque de verre blanc opaque et non, comme il a été fait, sur une feuille de bristol, dont la dilatation inégale au cours de l'opération a rendu impossible un repérage parfait.



Prieur et Dubois, Puteaux.

PLANCHE V.

Explication de la Planche V.

Abréviations : l. = ligne, c. = colonne, e. = élytre, d. = droite, g. = gauche.
N. = Notonecta.

REMARQUE IMPORTANTE : *Le lecteur est prié de cacher avec une feuille de papier les élytres qu'il n'examine pas.*

Lignes 1 à 7 — : e. d. *N.*, Etang de l'Ecrevisse à Chaville, près Paris, 18 février 1907.

Lignes 8 à 12 — : e. d. *N.*, Banyuls-sur-mer, novembre 1909.

Lignes 13 à 16 — : e. d. *N.*, Babinée près Krzywere sur le Dniester, Galicie, nov. 1907.

Ligne 17 — : e. d. *N.*, Soroksar, Hongrie, décembre 1907.

Ligne 18 — : e. d. *N.*, viridis, Etang de l'Ecrevisse, 18 février 1907.

Ligne 19 — : e. d. *N.*, Hottot-les-Bagnes, Calvados, septembre 1907.

Ligne 20 — c. 1 : e. g. — c. 2 : e. d. *N. maculata* ♂ — c. 3 : e. g. — c. 4 : e. d. *N. maculata* ♀, Guisery (Saône-et-Loire), parents — c. 5 et 6 : ♀ — c. 7 : ♂ — c. 8 : ♀, descendants.

Ligne 21 — c. 1 : e. d. *N. maculata* ♂ — c. 2 : *N. maculata* ♀ de Guisery, parents — c. 3, 4, 5 et 7 : ♀ — c. 6 et 8 : ♂, descendants.

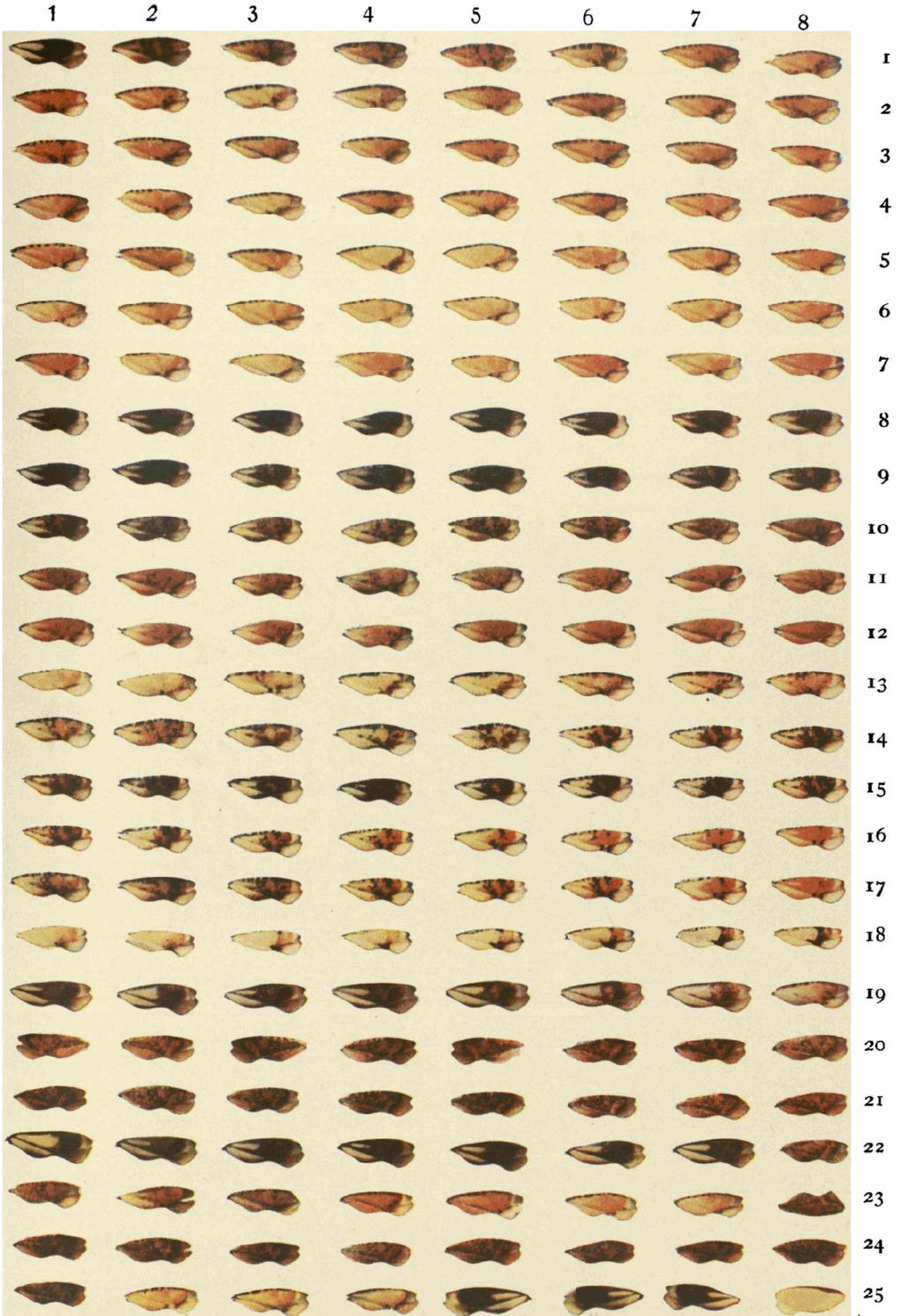
Ligne 22 — c. 1 : e. d. *N. furcata* ♀, Villers-Bocage (Calvados), mère — c. 2 et 4 : ♂ — c. 3, 5, 6 et 7 : ♀, descendants.

Ligne 22 — c. 8 : e. d., l. 23 — c. 8 : e. g. *N. maculata*, Banyuls-sur-mer, 17 juillet 1907.

Ligne 23 — c. 1 : e. d. *N. glauca* ♂ — c. 2 : e. d. *N. glauca* ♀, Corbeil, parents — c. 3 : e. d. ♂, descendant — c. 4 : e. d. *N. glauca* ♂ — c. 5 : *N. glauca* ♀, Boigny (Loiret), parents — c. 6 : ♀ et c. 7 : ♂, descendants.

Ligne 24 — c. 1 : e. d. *N. maculata* ♂ — c. 2 : e. d. *N. maculata* ♀, Boigny, parents — c. 3 et 4 : ♂ descendants. — c. 5 : e. d. *N. maculata* ♀ Ablon, près Paris, mère — c. 6 et 7 : ♂, 8 : ♀ et l. 25 — c. 1 : ♂, descendants.

Ligne 25 — c. 2 : e. d. *N. glauca* ♂ — c. 3 : e. d. *N. glauca*, ♀, Boigny (Loiret), parents — c. 4 : ♂ fils — c. 5 : e. g. *N. furcata* ♀ Antony, près Paris, mère — c. 6 : ♀ et c. 7 : ♂ descendants. — c. 8 : e. g. *N. lutea*, Arneg, près Ulm.



Fricur et Dubois, Puteaux

Notonecta

PUBLICATIONS
DE LA
STATION ZOOLOGIQUE DE WIMEREUX

I.

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

II.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

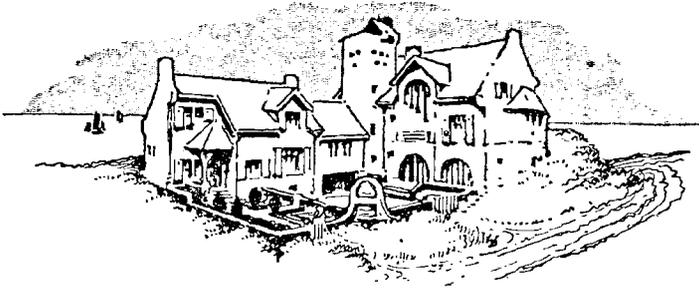
- I. JULES BARROIS, Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires, *in-4°*, 305 pages, 16 planches colorées et noires (1877)..... 30 fr.
- II. PAUL HALLEZ, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés, *in-4°*, 213 pages, 11 planches (1879). 30 fr.
- III. ROMAIN MONIEZ, Essai monographique sur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

Dépositaires des Publications du Laboratoire de Wimereux

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

SOMMAIRE

	page
DAUDIN. — Travaux et problèmes relatifs à la parthénogénèse artificielle	44
Am. DELCOURT. — Recherches sur la variabilité du genre <i>Notonecta</i> (Contribution à l'étude de la notion d'espèce)	117



Paraîtront dans les prochains fascicules :

- Ch. Julin.** — Phosphorescence des œufs et embryons de *Pyropsoma*.
Cépède et Poyarkoff. — Sur un infusoire Astome parasite du foie des *Cyctos*.
G. Bohn. — Les applications de la notion de sensibilité différentielle à l'analyse des instincts.
P. Pelseuer. — Rôle de la glande pédieuse dans la ponte des Gastéropodes.
Jan Tur. — Observations sur la perversion de l'instinct maternel.

Lille imp. L. Danet