

II. — Théories récentes de la génération et du développement

Les récentes théories de la génération ont surtout été élaborées et perfectionnées par DARWIN (IX, 6), SPENCER (IX, 26) et NÆGELI (IX, 20), par O. HERTWIG (IX, 40 à 43) et STRASBÜRGER (IX, 27, 28), WEISMANN (IX, 31 à 34) et DE VRIES (IX, 30). Dans ces théories l'antithèse si tranchée qui existe entre les théories de la préformation et de l'épigenèse semble conciliée à maints points de vue: sous certains rapports, on peut considérer, en effet, les nouvelles théories comme un perfectionnement de la théorie de la préformation et, sous d'autres rapports, comme un perfectionnement de l'épigenèse. C'est ce que le lecteur saisira aisément. Bien qu'elles ne méritent guère encore d'être considérées que comme des hypothèses, elles distinguent cependant des anciennes théories en ce qu'elles reposent, partiellement du moins, sur un grand nombre de faits positifs.

Je serais entraîné trop loin si je voulais ici faire un exposé complet des vues exprimées par les différents auteurs que je viens de citer, et faire ressortir les questions de détails par lesquelles elles s'écartent les unes des autres, en dépit de leur concordance sur la plupart des points essentiels. Je me bornerai donc à dire brièvement ce qui me paraît être la quintessence des théories modernes de la génération et du développement.

Tous les nombreux caractères que nous percevons dans l'organisme complètement développé sont contenus à l'état d'ébauches ou de tendances dans ses produits sexuels. Ils sont transmis par le procréateur au produit de la génération et peuvent donc être considérés comme sa substance héréditaire (Idioplasmе de NÆGELI). Toute génération et tout acte de développement est donc, non pas une néoformation, une épigenèse, mais une transformation d'une ébauche ou d'une substance douée d'énergie potentielle en un organisme complètement développé, qui, à son tour, engendre des ébauches semblables à celles dont il est issu lui-même.

Si nous nous représentons l'organisme adulte comme un macrocosme, nous devons alors nous figurer la substance héréditaire comme un microcosme composé de particules matérielles nombreuses, différentes et disposées dans un certain ordre régulier, particules qui sont les porteurs des caractères héréditaires, doués d'énergies propres et spéciales. De même qu'une plante ou un animal se compose parfois de milliards de parties élémentaires, les cellules, de même toute cellule se compose, à son tour, de très nombreuses et très petites particules élémentaires hypothétiques.

DARWIN, SPENCER, NÆGELI, DE VRIES, tout en envisageant ces unités hypothétiques d'une manière essentiellement semblable, leur ont donné des noms différents. DARWIN (IX, 6), dans son hypothèse provisoire de la pan-

genèse, les appelle des *gemmules*. SPENCER (IX, 26), dans ses principes de biologie, leur donne le nom d'*unités physiologiques*; NÆGELI (IX, 20), celui de *particules idioplasmiques* ou de *groupes de micelles*; et DE VRIES (IX, 30), dans son complément à la pangenèse de DARWIN, les nomme des *pangènes*.

Mais que sont ces petites unités élémentaires des cellules que j'appellerai dorénavant des *idioblastes*, en l'honneur de NÆGELI qui, à mon avis, a émis sur ces questions les idées les plus sagaces?

Pour répondre à cette question, il ne faut pas perdre de vue que l'on ne peut, pour le moment, donner des idioblastes une définition nette, semblable à celle que la chimie et la physique peuvent donner des atomes et des molécules. Nous nous mouvons sur un terrain encore très obscur; nous sommes un peu dans la même situation que les naturalistes du siècle dernier, lorsqu'ils cherchaient à prouver que le corps d'un animal est composé d'unités élémentaires. Naturellement le danger de nous égarer devient d'autant plus grand que nous cherchons à pénétrer plus spécialement dans les détails de semblable hypothèse. Je chercherai donc à m'en tenir autant que possible aux caractères les plus généraux, aux grandes lignes.

Les idioblastes hypothétiques sont les petites particules matérielles, en lesquelles se laisse décomposer la substance héréditaire ou l'idioplasme. Ils sont, selon la diversité de leur nature matérielle, les porteurs de caractères particuliers et différents et, par leur action directe ou par la combinaison variable de leur action commune, ils engendrent les caractères morphologiques et physiologiques que nous percevons dans le monde organisé. Pour me servir de deux métaphores, je dirai que les idioblastes sont comparables aux lettres de l'alphabet qui, peu nombreuses cependant, forment, en se combinant différemment, des mots différents, mots qui, à leur tour, en se combinant différemment, forment des propositions de sens différents. Les idioblastes sont encore comparables aux sons, qui engendrent des harmonies si diverses en se succédant ou en se combinant de mille manières.

« De même que la physique et la chimie se ramènent à l'étude des molécules et des atomes, dit DE VRIES, de même les sciences biologiques doivent étudier ces unités (idioblastes) afin de chercher dans leurs combinaisons l'explication des manifestations du monde vivant. »

NÆGELI se représente aussi « les caractères, les organes, les dispositions anatomiques et les fonctions, que nous ne percevons que sous une forme très complexe, comme étant réduits à leurs éléments effectifs dans l'idioplasme ». Sous ce nom, DE VRIES désigne ces particules matérielles qui possèdent le pouvoir de former de la chlorophylle ou de la matière

colorante des fleurs, de l'acide tannique ou des huiles étherées et, nous ajouterons, de la substance musculaire, de la substance nerveuse, etc.

SACHS (IX, 23), dans son écrit : « Substance et forme des organes des plantes », a exprimé des idées semblables, mais d'une façon un peu différente et en se plaçant à un autre point de vue. Il dit : « On doit admettre l'existence d'autant de substances formatrices spécifiques que l'on distingue de formes d'organes différentes dans un végétal. » On doit s'imaginer que « de très petites quantités de certaines substances déterminent les masses de substance auxquelles elles sont mêlées à prendre des formes organiques diverses ».

Tandis que nous ne pouvons, pour le moment, nous prononcer qu'avec incertitude lorsqu'il s'agit d'indiquer la nature spécifique des différents idioblastes, nous pouvons, au contraire, déduire des conclusions plus certaines concernant quelques-uns de leurs caractères généraux.

Il est d'abord facile de démontrer que *les idioblastes hypothétiques doivent posséder la propriété de se multiplier par division, comme les unités élémentaires d'ordre plus élevé, les cellules*. En effet, chacun des deux premiers blastomères, ainsi que toute cellule fille qui en dérive, contient des particules matérielles provenant de l'œuf, particules qui sont les porteurs de caractères spécifiques. Ces particules doivent donc se multiplier pendant le cours du développement de l'individu; elles doivent être divisibles et doivent, ensuite, posséder le pouvoir de s'accroître, sans quoi on ne pourrait comprendre comment elles pourraient continuer à se diviser. Il est donc logique que DARWIN, NÆGELI et DE VRIES admettent que leurs gemmules, leurs particules idioplasmiques et leurs pangènes *s'accroissent et se divisent*.

L'hypothèse de la divisibilité des idioblastes nous conduit encore à une autre conclusion concernant leur nature, à cette conclusion qu'ils ne peuvent, dans leur essence, être identiques aux atomes et aux molécules de la chimie et de la physique. En effet, les atomes sont indivisibles; les molécules sont bien divisibles, mais en parties qui ne possèdent plus les propriétés du tout. Une molécule déterminée d'albumine ne peut s'accroître sans changer de nature, car, lorsqu'elle s'adjoint de nouveaux groupes d'atomes, elle constitue avec eux de nouvelles combinaisons qui lui font perdre sa nature primitive; elle n'est pas davantage capable de se diviser en deux molécules d'albumine identiques, attendu que toute division d'une molécule fournit des groupes d'atomes non équivalents. Les idioblastes ne sont donc pas identiques aux plastidules admises par ELSBERG et HÆCKEL (IX, 8 b). En effet, d'après HÆCKEL, les plastidules possèdent non seulement tous les caractères physiques que la physique attribue aux molécules ou aux atomes combinés, mais aussi des attributs

particuliers qui leur sont propres, notamment « les propriétés vitales, par lesquelles se distingue, d'une façon générale, le vivant du mort, l'organique de l'anorganique ».

Nos unités, les gemmules de DARWIN, les pangènes de DE VRIES, les unités physiologiques de SPENCER, doivent être plus compliquées; elles doivent constituer tout au moins des groupes de molécules. Cette idée fondamentale est partagée par tous les auteurs que je viens de citer. Ainsi SPENCER dit : « Il faut admettre que les unités chimiques sont assemblées en unités infiniment plus compliquées qu'elles-mêmes, si compliquées qu'elles puissent être; il faut admettre, en outre, que dans tout organisme les unités physiologiques résultant d'une semblable réunion de molécules complexes possèdent un caractère plus ou moins différent. »

Si nous nous plaçons au point de vue de l'hypothèse de NÆGELI, que nous avons fait connaître précédemment, concernant la structure moléculaire des corps organisés, nous pouvons, avec NÆGELI, nous former l'idée suivante de la constitution des idioblastes. « Ils ne peuvent pas plus être des micelles (groupements moléculaires cristallins) que des molécules, car, si les micelles possédaient aussi des caractères variables, comme des mélanges de diverses modifications d'albuminates, elles ne pourraient se multiplier et former de nouvelles micelles semblables. Tout nous porte à croire que les gemmules sont des groupements indissolubles de micelles d'albuminates; leurs caractères sont déterminés par le mode de disposition de leurs micelles; elles ne peuvent s'accroître que par introduction de micelles nouvelles et se multiplier que par division. Les gemmules doivent donc être de petites masses d'idioplasme. »

A cette question se rattache cette autre : « Quelle idée pouvons-nous nous faire de la grandeur et du nombre des idioblastes contenus dans une ébauche? »

En ce qui concerne leur volume, les idioblastes doivent être extraordinairement petits, attendu que dans un filament spermatique doivent exister toutes les tendances héréditaires d'un organisme très complexe. NÆGELI a cherché à se faire, par le calcul, une idée approximative sur ce point important. Il part de cette hypothèse que la formule hypothétique que nous donnent les chimistes ($C_{72}H_{106}N_{18}SO_{22}$) et qui renferme 72 atomes de carbone ne représente pas la molécule d'albumine, mais une micelle cristalline formée par plusieurs molécules. Son poids absolu atteint la trillionième partie de 3,53 milligrammes. Le poids spécifique de l'albumine sèche est de 1,344. Il en résulte que 1 micromillimètre cube renferme environ 400 millions de micelles. En s'appuyant sur d'autres considérations, NÆGELI estime qu'une semblable micelle a un volume de 0,000000021 de micromillimètre cube. Si l'on admet, en outre, que les micelles sont prismatiques et séparées de toutes parts par deux assises seulement de

molécules d'eau, on trouve que sur une surface de 0,1 de micromillimètre carré il y a place pour 25,000 micelles. Dans un corpuscule de la grosseur d'un filament spermatique, il y a donc toujours place pour un nombre considérable de groupes de micelles ou d'idioblastes. De ce côté, la théorie ne rencontre donc nulles difficultés.

Les raisonnements logiques ont pour le naturaliste une valeur d'autant plus grande qu'ils sont mieux en harmonie avec les faits. Or les observations dont je vais parler sont favorables à l'hypothèse d'après laquelle les idioblastes se multiplient par accroissement et autodivision.

Il n'y a pas que la cellule en tant qu'organisme élémentaire qui ait la propriété de se diviser ; il en est de même, comme on peut l'observer, pour des éléments extrêmement petits que renferme la cellule. C'est ainsi que les chloroplastes, les amyloplastes et les chromoplastes se multiplient par étranglement ; les corpuscules polaires, qui sont presque les éléments les plus minuscules que l'on puisse percevoir au microscope, se divisent aussi par étranglement lors de la division nucléaire ; les segments nucléaires eux-mêmes se scindent longitudinalement en segments filles, et ce phénomène est dû, comme on l'admet généralement, à ce que des unités qualitativement différentes, les microsomes mères, sont alignées les unes derrière les autres dans le segment nucléaire mère et se divisent toutes par étranglement en deux microsomes-filles qui se répartissent uniformément ensuite sur les segments nucléaires filles.

Bien que dans toutes ces divisions il ne s'agisse pas d'idioblastes, que nous devons admettre être beaucoup moins volumineux encore, cependant nous devons considérer ces éléments comme des groupes d'idioblastes. L'importance qu'ont les observations que je viens de relater pour notre théorie consiste en ce qu'elles nous apprennent que dans la cellule de petites masses de matière sont capables de s'accroître par elles-mêmes et de se multiplier par division.

Enfin, il est encore une dernière hypothèse qui découle de la théorie des idioblastes et que je dois brièvement mentionner.

Si un organisme déterminé se compose d'une somme d'ébauches ou de tendances distinctes, les diverses tendances doivent se développer régulièrement les unes à la suite des autres dans le cours du développement. Les mots sont le résultat de la succession régulière de certaines lettres, et les phrases sont le résultat de la succession régulière de certains mots ; de même les harmonies sont des enchaînements de sons déterminés, et l'ensemble d'une œuvre musicale n'est qu'un enchaînement d'harmonies déterminées. De même aussi nous devons admettre que dans l'ébauche totale les nombreux idioblastes sont ordonnés régulièrement. Cette partie de la théorie est celle que nous nous représentons le plus difficilement.

Je viens de faire connaître quelques principes logiques d'une théorie physiologo-moléculaire de la génération et de l'hérédité qui, d'une façon générale, est conforme aux idées de NÆGELI. L'avenir aura à apporter, par l'observation et l'expérimentation, la preuve matérielle de l'exactitude de ces hypothèses. De même que l'observation a démontré le bien-fondé de la théorie cellulaire, à savoir que tous les organismes, tant végétaux qu'animaux, sont formés d'unités élémentaires, de même les faits prouveront le bien-fondé de la théorie de l'hérédité. Déjà de nombreuses tentatives ont été faites dans cette direction. Elles se rapportent aux phénomènes observés lors de la fécondation des Animaux, des Végétaux et des Infusoires.

III. — Le noyau en tant que porteur des tendances héréditaires

L'étude des phénomènes de la fécondation et les réflexions théoriques qui en découlent nous ont amené, STRASBÜRGER et moi, à émettre cette hypothèse que les noyaux sont les porteurs des caractères héréditaires ; nous avons ainsi attribué à la substance nucléaire, un rôle différent de celui du protoplasme. Peu de temps auparavant, NÆGELI (IX, 20), en se fondant uniquement sur des considérations théoriques logiques, était déjà arrivé à supposer qu'il faut distinguer dans les cellules sexuelles deux espèces de protoplasme de nature différente : l'une, qui existe en quantités à peu près égales dans la cellule-œuf et dans la cellule spermatique, et qui transmet les caractères héréditaires ; l'autre, qui est accumulée en grande quantité dans l'œuf et dans laquelle s'accomplissent essentiellement les phénomènes de nutrition. La première, il l'appela *idioplasme* ; la seconde, *plasma de nutrition*. A la première il attribua une structure plus solide, plus fixe, avec union plus stable des micelles ; à la seconde, il attribua une structure plus lâche, une plus grande abondance d'eau et une union plus lâche, moins stable, des micelles. Il admit que l'idioplasme est disposé en un réseau délicat, répandu dans toute l'étendue du corps.

Pour qui admet qu'il est légitime de supposer l'existence d'un idioplasme particulier, il ne pourra manquer de venir à la pensée que la substance nucléaire est la substance héréditaire. Cette théorie a l'avantage de donner une portée effective, réelle à l'idée exclusivement logique de NÆGELI, idée qui, comme telle, est inaccessible à l'observation et, par conséquent, incapable de progresser, c'est-à-dire stérile. Cette théorie a l'avantage d'entrer dans le domaine de l'observation et de la discussion scientifiques et, par conséquent, d'être féconde.