

# L'ÉVOLUTION DES ÉCHINIDES

DANS LA SÉRIE GÉOLOGIQUE

ET

## LEUR RÔLE DANS LA FORMATION JURASSIQUE

PAR E. DESOR

—  
(Lu dans la séance du 4 avril 1872, page 19.5)

**(Avec une planche.)**

~~~~~

Au moment où la permanence des espèces est l'objet d'études suivies dans les deux règnes organiques, en botanique et en zoologie, dans l'étude des êtres vivants aussi bien que dans celle des fossiles, il ne sera peut-être pas hors de propos de soumettre à cette société un aperçu des résultats auxquels m'a conduit l'étude que j'ai entreprise des Echinides de la formation jurassique, de concert avec M. de Loriol, sous le titre d'*Echinologie helvétique*.

Comme mes opinions sur l'évolution des espèces ne sont pas de tous points conformes à celles de mon collègue et collaborateur, je les ai consignées sous mon nom seul dans

un chapitre spécial de l'*Echinologie helvétique*, que je vais essayer de résumer ici en le faisant précéder de quelques observations sur les affinités des Oursins avec les autres ordres de la classe des Echinodermes.

Quand on étudie la structure des animaux inférieurs, on ne saurait guère échapper à l'impression que bon nombre d'organismes, au lieu de représenter une unité absolue et définie, pourraient bien n'être composés que d'une série juxtaposée de rudiments individuels formant une sorte de société vitale. Tels sont en particulier les Vers intestinaux, les Myriapodes, bon nombre de Crustacés et d'Insectes. Cette impression a été à plusieurs reprises formulée en théorie, et en dernier lieu elle a reçu le nom de *polyzoïsme*. On est même allé jusqu'à l'étendre aux Vertébrés, en représentant les vertèbres comme autant de rudiments individuels.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter le pour et le contre de cette théorie, qui ne manquera pas d'occuper et de préoccuper encore longtemps les naturalistes. Ce que je tiens surtout à établir, c'est que si cette doctrine du polyzoïsme, ou de la pluralité de composition, peut se soutenir pour les Articulés, elle est à plus forte raison admissible pour les Rayonnés. Il n'y a que cette seule différence, essentielle sans doute, que les éléments individuels, au lieu d'être disposés à la file les uns des autres, sont juxtaposés autour d'un centre. Ces éléments sont d'ordinaire en nombre déterminé. Ainsi chez les Méduses, c'est le nombre quatre et ses multiples qui domine, chez les Polypes, le nombre six ou ses multiples, et chez les Echinodermes, le nombre cinq et ses multiples.

Prenons une Etoile de mer simple (*Asterias*): elle est composée de cinq bras qui rayonnent autour d'un centre. Chacun de ces bras possède son squelette propre, son filet nerveux, son rudiment d'œil, son organe de reproduction, et les cinq bras n'ont en commun que les organes essentiels de la nutrition: la bouche et l'estomac. Une disposition analogue se reconnaît dans les Crinoïdes, dont les rayons sont façonnés et ramifiés à la manière des plantes et qui sont en outre fixés au sol par une tige et des racines, ce qui leur a valu dans le

temps le nom de *palmiers marins*. Aussi est-on unanime pour les placer au degré inférieur de la classe des Echinodermes.

Quel que soit le point de vue sous lequel on envisage ce trait fondamental de l'organisation animale, une chose est certaine, c'est que plus cette division du corps en segments ou en anneaux est manifeste et plus l'être est inférieur, que ces éléments soient juxtaposés autour d'un centre ou placés à la file les uns des autres. Ainsi il ne saurait être douteux que les Vers plats ne comptent parmi les plus infimes de leur classe. De même, les Crabes, chez lesquels le thorax l'emporte, tandis que la queue n'est plus que rudimentaire, sont supérieurs aux Macroures et à plus forte raison aux Cloportes, aux Talitres, etc.

La même observation s'applique aux Insectes : ceux dont la segmentation est la moins apparente, sont incontestablement les plus parfaits. Lorsqu'elle l'est peu, il suffit de remonter aux larves pour retrouver invariablement le type annulaire dans toute son évidence.

Que si maintenant nous appliquons ce principe à la structure des Echinodermes, nous trouverons que les Echinides doivent être supérieurs aux Astéries ou Etoiles de mer. Le système ambulatoire, qui occupe les sillons de la face inférieure des rayons, a son analogue dans les ambulacres des Echinides, tandis que les côtés des rayons avec leurs épines représentent les aires interambulacraires. En comprimant les cinq aires interambulacraires d'un Cidaris ou d'un Diadème, de manière à le rendre pentagonal, on obtiendrait le type de certaines Astéries, telles que les *Pentagonaster*. Les Echinides seraient ainsi, à certains égards, des Etoiles de mer dilatées, dont les rayons auraient disparu par l'extension des espaces intermédiaires. La forme stellaire n'est plus apparente, mais le cachet polyzoïque existe néanmoins, et c'est ce qui constitue la supériorité des Oursins sur les Etoiles de mer.

Les mêmes considérations s'appliquent dans une certaine mesure aux Holothuries. Leur corps est, si possible, encore plus ramassé que celui des Oursins. Leurs ambulacres, qui représentent les rayons de l'Etoile de mer sont moins appa-

rents, quelquefois même complètement oblitérés; c'est pour cette raison qu'on les place en général au sommet de l'échelle, ce qui est du reste justifié par leur apparition plus récente que celle des Oursins.

Il résulte des considérations qui précèdent, que, pour tous les Rayonnés, le progrès consiste dans la fusion de plus en plus complète des éléments dont ils se composent, et dans la prédominance du tout sur les parties. Il serait intéressant, et ce sera la tâche des Echinologues futurs, de poursuivre la série des transformations au moyen desquelles ce progrès s'est effectué.

Constatons cependant dès à présent qu'il est impossible d'établir la filiation des différents ordres d'Echinodermes avec les seuls groupes de la création actuelle. Ainsi, les Etoiles de mer ne se relient pas directement aux Echinides, ou bien si elles procèdent d'une même souche, leur bifurcation doit remonter à une époque fort reculée, puisque nous rencontrons déjà les vraies Etoiles de mer dans la formation silurienne.

Le passage des Crinoïdes aux Echinides est encore plus contestable, si l'on s'en tient uniquement aux types existants; mais ici, nous n'avons pas moins de trois groupes éteints qui peuvent servir de trait d'union et qui sont comme autant d'anneaux qui relient la chaîne, savoir: d'une part, les *Cystidées* et les *Blastoïdées*, et, d'autre part, certains Echinides paléozoïques que nous avons désignés sous le nom de *Tesselés* et dont d'autres paléontologistes seraient même disposés à faire un ordre à part (l'ordre des Perischoéchinides de M'Coy).

Les Tesselés (fig. 1) sont de vrais Oursins, mais avec une disposition particulière des plaques interambulacraires qui ne se retrouve dans aucun Oursin moderne. Au lieu de former deux séries, comme chez les Cidarides (fig. 2), les plaques interambulacraires sont disposées sur cinq ou six séries, les ambulacres sont en même temps étroits.

Les Cystidées (fig. 3), conformés à peu près de la même manière, sont tous sphériques, mais munis d'une tige à la façon des Crinoïdes. Le test est composé de plaques polygona-

les, mais qui ne sont pas disposées en séries régulières. Il existe en outre des bras, mais ils sont moins développés que chez les vrais Crinoïdes, quelquefois ils sont rudimentaires ou font même complètement défaut. Enfin ils possèdent trois ouvertures : l'une au sommet, la bouche (fig. 3<sup>a</sup>), une autre sur le côté (3<sup>b</sup>) l'anous, et une troisième plus grande qui correspond probablement à l'appareil apical (3<sup>c</sup>).

Les Blastoïdées (fig. 4), qu'on a détachés des Cystidées pour en faire un ordre à part, sont portés sur une tige, comme ces derniers, mais en différent par l'absence complète de bras, et surtout par la structure du calice qui est divisé, comme chez les Echinides, en segments réguliers représentant les aires ambulacraires et interambulacraires des Oursins.<sup>1</sup> Ce qui augmente encore la ressemblance, c'est qu'il existe au sommet du calice cinq pores (fig. 4<sup>a</sup>) correspondant aux pores génitaux des Echinides. Sous ces divers rapports, les Blastoïdées peuvent être envisagées comme des Oursins pédicellés.

Il est évident dès lors que les deux groupes des Cystidées et des Blastoïdées ont une valeur capitale au point de vue morphologique. C'est évidemment par leur intermédiaire que s'est effectué le passage des Crinoïdes aux Tesselés. Le groupe entier, à une certaine époque, se serait émancipé de la forme pédiculée, comme la Commatule se dégage individuellement de sa tige pour devenir une Etoile de mer. Il est difficile de préciser à quelle époque cette émancipation a eu lieu. Peut-être est-ce à l'aurore de la formation carbonifère, puisque nous ne trouvons pas de Blastoïdées antérieurement à cette formation.

Quant au passage des Tesselés aux Cidarides, on le trouvera peut-être quelque jour dans les dépôts du Permien ; mais comme cette formation n'a jusqu'ici fourni que fort peu

<sup>1</sup> On a essayé de contester cette affinité des ambulacres en faisant remarquer que les zones striées que l'on envisage comme telles dans les Blastoïdées (fig. 4), ne sont que des ramules atrophiés de Crinoïdes. Mais ce fait n'en sera que plus intéressant, si l'on parvient à démontrer que les plaques ambulacraires ne sont autre chose que des ramules transformés.

d'Echinodermes, il n'est pas étonnant que le trait d'union entre les deux groupes n'ait pas encore été signalé.

La pénurie d'Echinides s'est continuée pendant une partie notable de la formation triasique. A l'exception du trias alpin, la faune de nos terrains triasiques ne compte que quelques petites espèces d'Oursins dans les terrains que nous avons l'habitude d'explorer.

Cependant, nous ne pouvons nous familiariser avec l'idée que la faune échinologique tout entière ait été frappée de stérilité pendant une si longue série de siècles. Il nous paraît plus naturel d'admettre que si nos terrains triasiques d'Europe leur sont défavorables, ils ont pu trouver dans les dépôts contemporains d'autres régions des conditions plus propices, où l'évolution aura pu se continuer et où nous pouvons nous attendre à trouver quelque jour les passages qui nous font encore défaut pour relier entre elles, non-seulement les ordres, mais aussi les familles d'Echinides.

Passons maintenant aux évolutions de détail de l'ordre des Echinides dans la série jurassique.

S'il est un fait de nature à frapper celui qui débute dans l'étude des Echinides, soit qu'il parcoure les collections paléontologiques, ou qu'il se borne à comparer les tableaux des fossiles, c'est la disparate extraordinaire qui existe, sous ce rapport, entre la faune échinologique des terrains jurassiques et celle des formations antérieures. Dans les terrains paléozoïques, dans les dépôts triasiques et jusque dans les étages rhétien et liasique le rôle des Echinides est insignifiant. Mais tournez la page ou, s'il s'agit d'une collection paléontologique générale, passez au casier qui fait suite au Lias, et vous y trouverez les Echinides largement représentés. Il ne s'agit plus de quelques types noyés au milieu de l'exubérance de la faune malacologique. La variété des formes, jointe à l'abondance des individus, est un indice d'une vitalité nouvelle, qui va se développer dans cette direction. Non pas que tous les types soient déjà représentés. Il y en a un bon nombre au contraire qui font encore défaut, et parmi ceux-ci non-seulement des genres, mais des familles entières qui ne font leur apparition que plus tard, dans la période crétacée,

dans la période tertiaire et dans la période actuelle. On pourrait ajouter qu'en général les types frappants et fortement caractérisés appartiennent plutôt aux époques récentes.

Mais si la vie échinologique de l'époque jurassique est intense, elle affectionne par contre les formes simples, ménagées, sans cachet saillant. De là vient qu'une série d'Oursins jurassiques aura en général une apparence moins accidentée qu'un nombre égal d'espèces crétacées ou tertiaires. En revanche, les espèces y seront nombreuses et bon nombre d'entr'elles se feront remarquer par une quantité prodigieuse d'individus, si bien que plusieurs assises, et jusqu'à des étages entiers, ont été caractérisés par leurs Oursins: tels sont la couche à Discoïdées, la couche à Clypeus, la couche à Cidarites de M. Mœsch, etc.

Ce qui distingue la faune échinologique jurassique, c'est donc une grande intensité de vie sous des formes variées, mais non pas frappantes, c'est la sobriété dans la richesse. Il y a à cet égard une certaine analogie entre les Echinides et les Ammonites jurassiques. Ces dernières aussi présentent un développement extraordinaire de genres et d'espèces, mais sans ces types bizarres et presque extravagants qui se montrent dans la formation crétacée, sous la forme de Scaphites, de Turrilites, de Baculites, etc.

Ce n'est pas à dire que le type des Echinides n'ait pas été en travail de transformation pendant la période jurassique. Bien au contraire, il s'est enrichi et développé plus qu'à aucune autre époque, mais sans secousse, sans écarts violents, de manière à nous permettre de suivre en quelque sorte pas à pas la marche des transformations. Nous y voyons aussi des types tout nouveaux faire leur apparition et arriver rapidement à une importance réelle.

Ceci nous amène à examiner en détail le rôle des Oursins dans les différents étages.

LIAS.

Le Lias n'est pas un terrain propice aux Oursins. A part quelques *Diademopsis* qui pullulent dans certaines assises, les Echinides n'y sont pas nombreux. On ne signale guère que des individus isolés et nous ne connaissons nulle part de ces séries nombreuses comme les fournissent les étages du terrain jurassique proprement dit. On a cru attribuer cette circonstance au fait que les terrains liasiques sont en général vaseux et que les Echinides préfèrent les dépôts calcaires et coralligènes, mais il est à remarquer qu'il existe aussi des étages ou groupes calcaires dans la formation liasique, qui n'en sont pas moins pauvres en Echinides, témoin le calcaire à Gryphées.

En consultant le tableau des espèces liasiques, nous trouvons qu'il se compose à peu près exclusivement de *Cidarides*. Et, si nous entrons dans le détail des genres, nous trouverons que, comme à St-Cassian et dans l'Infra-Lias, ce sont les vrais *Cidaris* qui dominent, avec accompagnement de quelques *Diadematidées*. Les vrais Echinidées ne font qu'apparaître. De l'Infra-Lias et même du Keuper (St-Cassian) à la fin du Lias, il n'y a donc eu que peu de progrès dans le développement génétique des Echinides.

OOLITE INFÉRIEURE.

Si la formation liasique est peu remarquable au point de vue des Echinides, il en est tout autrement des terrains jurassiques proprement dits. Dès l'étage Bajocien nous constatons une recrudescence notable. Non seulement le nombre des espèces est plus considérable, mais toute une série de nouveaux types font leur apparition. Ce ne sont pas seulement des genres nouveaux qui viennent s'ajouter aux anciens ;

deux nouvelles familles vont prendre rang dans la faune échinologique et ne tarderont pas à y jouer un rôle considérable : ce sont la famille des Echinoconidées, représentée par les genres *Pygaster*, *Holectypus*, *Galeropygus* et *Hyboclypus*, et la famille des Cassidulidées avec les genres *Echinobrissus*, *Clypeus* et *Pygurus*. Le groupe des Echinidées n'est plus limité à une seule espèce, mais compte même plusieurs genres. En même temps apparaît aussi le groupe remarquable des Salénies, qui forme à certains égards comme le trait d'union entre les deux grandes divisions des Réguliers et Irréguliers. Il est vrai que cette liaison est contestée par des autorités compétentes, entre autres par M. de Loriol, mon collaborateur.

Que si maintenant on additionne toutes les espèces de l'oolite, savoir des étages bajocien, bathonien et bradfordien, on trouvera qu'en Suisse le nombre en est à peu près décuple de celui des espèces liasiques (cinquante-six contre six). Les genres ont augmenté à peu près dans la même proportion (seize contre trois).

Il y a donc eu, pendant l'époque oolitique, et dès son début une espèce de réveil dans le développement des Echinides. Le progrès se manifeste à la fois dans la fréquence des individus, dans le nombre des espèces et dans la variété des types, à quoi il faut ajouter que les dimensions des individus sont aussi en général plus considérables. C'est en un mot une époque d'épanouissement échinologique. Bien plus, en se plaçant au point de vue de M. Heer, qui suppose que le perfectionnement des types animaux et végétaux ne s'est pas toujours opéré d'une manière lente et continue, mais d'une manière intermittente, par saccades, on pourrait envisager le commencement de la période jurassique comme l'une de ces phases d'activité exceptionnelle, pendant lesquelles il se serait opéré une sorte de remaniement, qui aurait produit une foule de formes nouvelles, en même temps que les types déjà existants se multipliaient et se diversifiaient.

OXFORDIEN OU JURA MOYEN.

L'étage oxfordien n'apporte pas de modifications sensibles dans le régime des Echinides. Il n'y a progrès ni quant au nombre des espèces, ni quant à l'abondance des individus. Aucun type générique de quelque importance ne vient s'ajouter à ceux de l'Oolite. Dans l'un des groupes, l'Oxfordien pyriteux ou marnes à pyrites, les Echinides semblent même perdre de leur importance. Les espèces y sont moins nombreuses et en général, comme la plupart des fossiles de cet horizon, de petite taille. Mais nous les voyons reprendre leur rôle, du moment que les facies vaseux se trouvent remplacés par les facies chailleux, comme c'est le cas en Argovie et dans le Jura wurtembergeois. Dans l'intervalle les espèces ont eu le temps de se modifier considérablement. Le cachet oolitique n'est plus guère reconnaissable, tandis qu'il est encore très frappant<sup>1</sup> dans le Callovien. Toutefois, considéré dans son ensemble, l'Oxfordien n'est pas propice à la vie échinologique. Le calcaire à scyphies ou groupe de Birmentsdorf fait seule exception, mais comme il n'est pas généralement répandu, on est peut-être fondé à l'envisager comme un simple facies au milieu des dépôts vaseux de la mer oxfordienne. Ce ne serait en quelque sorte qu'un essai, une espèce de prélude, car tôt après nous voyons reparaître les facies vaseux sous la forme de calcaire hydraulique (calcaire réglé) dans le Jura français, sous la forme de couches d'Effingen dans la Suisse orientale. En même temps, la faune

<sup>1</sup> Cela est si vrai que, dans le Wurtemberg, la division des étages jurassiques est comprise d'une toute autre manière qu'en Suisse et en France, en ce sens que le Callovien y figure dans l'Oolite inférieure ou Jura brun, tandis que l'Oxfordien calcaire fait partie du Jura supérieur ou Jura blanc. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner la valeur des arguments sur lesquels on s'appuie de part et d'autre. Disons seulement que chez nous aussi on pourrait être tenté de rattacher le Callovien au Bradfordien, si l'on ne considérait que ses Echinides.

variée des couches à Scyphies disparaît et les Echinides en particulier se trouvent réduits à quelques espèces à test mince (deux espèces de Collyritidées). Encore ne les a-t-on signalées que dans la Suisse orientale ; nous n'en connaissons pas dans le Jura occidental.

#### TERRAIN A CHAILLES ET CORALLIEN.

Avec ce terrain la vie maritime a acquis une remarquable intensité et dans cette multitude d'êtres qui peuplaient alors les mers, les Echinides jouent un rôle plus prépondérant qu'à aucune autre époque, non seulement par la quantité des espèces et par la multitude des individus, mais aussi par la variété des types. Nous sommes à l'apogée de la faune échinologique jurassique, et à partir de ce moment, on ne constate plus que des modifications plus ou moins insensibles. Bon nombre d'espèces se continuent dans les dépôts subséquents, d'autres ne se modifient que légèrement ; enfin l'on ne voit plus apparaître qu'un très petit nombre de types nouveaux, jusqu'à la fin de l'ère jurassique.

La raison de cette richesse échinologique doit en partie être recherchée dans la fréquence des coraux, qui paraissent offrir les conditions les plus normales et les plus favorables au développement des Echinides. Cette association se montre dès le début, avec l'apparition des premiers coraux post-oxfordiens, alors même qu'ils ne forment pas encore des récifs. C'est ce que l'on observe entr'autres dans le Terrain à chailles. On y signale un grand nombre de polypiers isolés, des Scyphies, des *Montlivaultia* à côté de bon nombre d'*Oursino*. Ailleurs les masses calcaires l'emportent et forment des bancs plus ou moins continus, chailleux, mais tout pétris de Polypiers et d'Oursins : ce sont les couches à *Hemicidaris crenularis* de Mœsch. Plus tard la masse entière passe à l'état de calcaire pur, souvent oolitique : c'est le soi-disant Dicéracien, avec lequel on parallélise les couches de Wangen.

On le voit, le contraste est grand, au point de vue paléon-

tologique, entre les assises du Pholadomien (couches d'Effingen) et les dépôts du Corallien ; il l'est surtout au point de vue des Echinides.

Il ne faudrait cependant pas en conclure que ce changement soit le résultat de profondes modifications, de perturbations considérables survenues au fond de l'Océan. Il est possible, probable même, que la répartition des terres et des eaux est restée sensiblement la même. Les contrastes sont plutôt le résultat de changements survenus dans la direction des courants combinés avec l'apparition ou, si l'on veut, la réapparition de bancs de coraux dans des stations qu'ils avaient déjà occupées antérieurement. Il en est de ceci comme il en serait de la faune terrestre (entomologique ou malacologique), si de grands plateaux dénudés venaient tout à coup à être reboisés. Il est évident que la vie animale s'en ressentirait et que la faune changerait à peu près du tout au tout.

Si telle est la cause des modifications survenues dans la faune corallienne, on peut concevoir que dans les régions où les polypiers, par l'effet d'une cause quelconque, ne sont pas domiciliés, les conditions antérieures aient pu continuer et que le caractère vaseux des calcaires oxfordiens se soit maintenu. Nous aurions alors comme équivalent des étages corallien, séquanien, ptérocérien, virgulien, des dépôts homogènes à la façon de l'Oxfordien, caractérisés par une faune toute autre, quoique contemporaine, mais étant l'expression de conditions fort différentes. On concevrait ainsi que certains dépôts que l'on a réunis sous le nom de *tithonique* et qui, sur divers points des Alpes, font suite à l'Oxfordien, fussent les équivalents de notre jurassique supérieur. La faune échinologique y aurait suivi un développement particulier, qui, loin d'être l'exception, serait peut-être la règle et aurait abouti sans crise ni soubresaut aux faunes des terrains crétacés.

SÉQUANIEN.

L'étage Séquanien qui fait suite au Corallien proprement dit débute, sur nombre de points, spécialement dans le Jura occidental, par un dépôt marneux ou marno-calcaire assez semblable à l'Oxfordien, renfermant, comme celui-ci, de nombreux polypiers, mais qui ne forment pas des bancs réguliers. Ce sont plutôt des espèces isolées, souvent roulées, mais qui n'en sont pas moins accompagnées de nombreux Echinides. Ces derniers rappellent en général les types du terrain à chailles, mais les espèces sont en majorité distinctes, à côté d'autres qui se sont maintenues indentiques. On y signale cependant aussi quelques nouveaux genres. En général, on peut dire que les transformations sont en quelque sorte proportionnées aux vicissitudes que le littoral et les récifs jurassiques ont dû éprouver pendant la période corallienne.

A ces dépôts marno calcaires, qui, dans les montagnes du Jura, s'accusent assez fréquemment par des combes plus ou moins prononcées, succèdent des bancs oolitiques ou bréchi-formes qui attestent des conditions plus agitées; telle est entre autres une oolite blanche que l'on a désignée sous le nom d'*oolite astartienne*, et qui ailleurs est représentée par des couches plus homogènes, mais renfermant des espèces d'Echinides qui lui sont propres (rouge laves du Porrentruy avec le *Hemicidaris Thurmanni*).

Peu à peu cependant tout s'uniformise et l'on passe aux grands massifs des calcaires séquaniens ou astartiens, remarquables par leur puissance et leur compacité. Les Echinides n'y font pas défaut, mais il est difficile de les dégager de la roche; cependant on peut s'assurer que les espèces sont les mêmes que dans les marnes et oolites sous-jacentes. Ce groupe, dont le rôle orographique est considérable, est plus étendu qu'on ne le croyait d'abord. Ce n'est que tout récemment que l'on a reconnu qu'il a pour équivalent, dans le Jura

oriental, les couches de Baden, et en France le calcaire blanc de Tonnerre et probablement le corallien de la Rochelle.

ÉTAGE PTÉROCÉRIEN.

Il est difficile, en présence des grands massifs de calcaire jurassique supérieur qui forment la calotte des Monts Jura, de préciser où finit le Séquanien et où commence le Ptérocérien. On n'aurait probablement pas songé à poursuivre cette distinction, s'il ne s'agissait que des montagnes du Jura. Mais on sait qu'en Angleterre et dans l'Ouest de la France, cet étage (Kimméridien) est composé de roches d'une toute autre structure. Ce ne sont plus des calcaires, mais de puissants amas de marne, renfermant une faune distincte, caractérisée par des espèces bien nettes. Une partie de ces espèces s'est retrouvée ailleurs dans des conditions différentes, ainsi dans le Wurtemberg, sous la forme de calcaires tantôt homogènes (calcaire d'Ulm), tantôt dolomitiques<sup>1</sup>. C'était une raison pour rechercher cet horizon dans le Jura suisse. Si l'on ne parvient pas toujours à le fixer au milieu de nos massifs calcaires, on a cependant distingué certaines assises, renfermant quelques-unes des bivalves les plus caractéristiques. On cite aussi un certain nombre d'Echinides.

Il y a peu de bancs de coraux dans cet étage, qui est plutôt composé de leurs débris, d'un triturat amené peut-être de loin, et dans lequel ont été entraînés aussi des Echinides. D'autres ont vécu dans les lieux où on les retrouve, en société des bivalves et des brachiopodes qui les accompagnent, exposés peut-être à des courants qui expliqueraient au besoin la structure souvent irrégulière des calcaires ptérocériens dans le Jura (dépôt de charriage). Ces conditions pouvaient convenir à certaines espèces, mais au total, elles sont moins

<sup>1</sup> Le calcaire à polypiers de Nattheim si riche en Echinides et que l'on a longtemps parallélisé avec le calcaire d'Ulm, comme faisant partie du Jura blanc *epsilon* de Quenstedt, est aujourd'hui attribué par les géologues wurtembergeois à l'étage *zeta*.

favorables à la vie échinitique que les bancs ou associations de coraux.

#### ÉTAGE VIRGULIEN.

Ce que nous venons de dire de l'étage Ptérocérien s'applique également à l'étage Virgulien, qui, tel qu'il se présente dans le Jura, n'est guère qu'un appendice de ce dernier. On y constate cependant la présence d'un petit nombre d'Echinides d'espèces particulières, mais qui toutes se rapprochent de celles du Ptérocérien. Aucun nouveau genre n'a fait à notre connaissance son apparition dans cet étage. Il a probablement pour équivalent dans le Wurtemberg le calcaire à pattes d'écrevisses et peut-être en Bavière les dalles de Solenhofen.

Il ressort suffisamment de ce qui précède, que le nombre et la variété des Echinides jurassiques sont intimement liés aux conditions du sol sous-marin, spécialement à la direction des courants et à la distribution des bancs de coraux. On est donc autorisé à en conclure que si les courants n'avaient pas changé de direction en facilitant la diffusion des bancs de coraux à certaines époques dans les mers jurassiques, l'évolution de la faune échinologique aurait probablement été différente.

Supposons un instant qu'au lieu de déposer le terrain à chailles et le corallien, la mer oxfordienne eût continué à déposer ses vases fines et homogènes, telles que nous les rencontrons dans les calcaires hydrauliques du Pholadomien, il est probable que la faune tout entière et la faune échinitique en particulier s'en seraient ressenties. Au lieu des formes robustes, variées et accidentées des récifs coralliens, nous aurions des formes plus régulières, des espèces à test mince, tandis que des groupes entiers qui semblent se complaire dans les eaux agitées, tels que les vrais Cidaris,

les Hemicidaris, etc., ne s'y trouveraient pas ou n'y seraient que peu nombreux.

Pour qu'on ne nous reproche pas d'évoquer des éventualités arbitraires, nous nous hâtons d'ajouter que ce que nous supposons existe en effet. La succession des étages jurassiques, telle qu'elle se montre en Suisse, en France et dans tout le bassin Anglo-Français, n'est pas aussi universelle qu'on l'avait cru jusqu'ici. A mesure qu'on pénètre dans les Alpes, le régime change; les dépôts uniformes et homogènes sont beaucoup plus considérables. L'Oxfordien inférieur en particulier, au lieu de faire place à des calcaires coralliens ou chailleux, comme chez nous, semble au contraire se continuer sans interruption pendant une longue série de dépôts. Ce n'est pas là seulement un phénomène local, c'est un phénomène général, qui se reproduit sur une vaste échelle (depuis les Alpes Dauphinoises jusqu'aux Carpathes), si bien que nous pourrions bien arriver à cet étrange résultat, que la série Anglo-Française ne représente pas le vrai type de la formation jurassique et que ce grand développement des calcaires jurassiques supérieurs n'est qu'un accident local, dû peut-être à un exhaussement partiel du fond de la mer, qui aurait permis ou facilité l'établissement de vastes bancs de coraux, dont les calcaires jurassiques supérieurs ne sont que le résidu, tandis qu'ailleurs le fond de la mer, par cela même qu'il serait resté stationnaire, n'aurait provoqué aucun changement sensible dans le caractère et l'allure de la faune échinologique. Ici encore le développement est lié aux changements.

Dès lors, si les choses se sont passées de cette manière, on devra s'attendre à ce que les dépôts vaseux qui, dans les Alpes, font suite à l'Oxfordien marneux, y présentent les mêmes types d'Oursins délicats, à test mince et peu accidenté. Jusqu'ici ce que nous savons des fossiles des terrains que les géologues allemands réunissent sous le nom de *formation tithonique* n'est pas assez complet, pour nous permettre de rien préjuger à cet égard. Mais le peu de détails que nous possédons sur les Oursins des Voirons, de Stramberg, de Rogoznik et du Tyrol, nous paraissent de nature à appuyer

nos conclusions. Les types dominants sont des Collyritidées, c'est-à-dire des Oursins à test essentiellement mince, faits pour vivre dans des conditions calmes, au milieu des vases, au fond des baies profondes ou abritées.

Si ces considérations sont fondées, on devra en conclure que les contrastes que nous constatons entre les divers étages de la formation jurassique, au point de vue de la faune échinique, n'ont rien d'étrange ni de mystérieux ; elles ne sont que le résultat d'un changement dans les conditions du fond de la mer. Les espèces coralligènes qui ne trouvent pas dans les vases des conditions d'existence favorables s'y sont installées, dès que les courants sont survenus ou que les bancs de coraux ont remplacé le fond vaseux.

Ceci nous amène à rechercher quelle peut être la cause et la portée de ces apparitions successives de bancs de coraux, qui ont influé si fortement sur le caractère des faunes échinologiques. Or, bien qu'il existe des polypiers à toutes les profondeurs et bien que leur régime soit encore entouré de bien des mystères, nous savons cependant que les plus actifs d'entre eux, ceux qui bâtissent les grands récifs, se trouvent en général près de la surface. Il y en a qui ont même besoin pour prospérer d'être battus par la vague. Dès lors, il y a chance, partout où le climat le comporte, de voir des bancs de coraux s'établir toutes les fois que le fond de la mer cesse d'être profond, et avec eux viendront s'installer toutes les espèces qui vivent de leurs dépouilles ou qui trouvent un abri dans leurs interstices. Ici aussi l'apparition des bancs de coraux et des faunes marines qui s'y rattachent est intimement liée aux exhaussements du sol sous-marin.

De même, si, par suite d'un mouvement de bascule, comme il paraît s'en produire dans l'Océan pacifique, des stations à coraux viennent à s'affaïsser, les polypes qui les construisent ne pourront plus prospérer, et avec eux disparaîtront aussi leurs hôtes, les oursins coralligènes, pour être remplacés, en partie ou en totalité, par des espèces qui préfèrent les eaux tranquilles ou les stations vaseuses.

Pour qu'un pareil phénomène se produise, il n'est pas nécessaire de supposer des interventions mystérieuses. Les cho-

ses ont dû se passer au contraire à peu près de la même manière que lorsque nous abattons une futaie : les hôtes végétaux et animaux, les mousses et les insectes qui prospéraient à l'ombre des grands arbres disparaîtront. En même temps les taillis qui succèdent à la futaie vont fournir des conditions favorables pour d'autres hôtes qui s'y développeront ; après la forêt de hêtres viendra la poussée de sapins avec son cortège propre, du moment que les conditions de lumière, d'humidité auront changé et sans que nous puissions toujours dire exactement d'où viennent les germes.

Si l'homme, par son action, peut ainsi influencer sur le caractère d'une faune, à bien plus forte raison devons-nous admettre que la nature, à mesure qu'elle modifie les milieux qui sont le siège de la vie marine, peut opérer des déplacements et des retours de faunes. Rien n'autorise à supposer que l'écorce terrestre, que l'on sait aujourd'hui être instable et mouvante, ne l'ait pas été aux époques antérieures, et qu'à côté des grands déplacements qui ont modifié d'une manière notable la distribution des terres et des eaux, il ne s'en soit produit d'autres moins généraux, n'affectant que le fond de l'Océan sur une étendue plus restreinte.

Est-il téméraire de penser que des oscillations pareilles, se répétant souvent, puissent avoir pour résultat de modifier à la longue la physionomie des espèces ? Ne suffiraient-elles pas en particulier pour expliquer les différences légères qui constituent les variétés et dont les Echinides nous offrent de nombreux exemples, soit entre les différentes assises d'un même étage, soit entre les différents étages eux-mêmes ? C'est ainsi que nous avons signalé les *Hemicidaris crenularis* et *intermedia* successivement dans le Terrain à chailles, dans le Corallien blanc (Dicératien), dans l'Astartien (séquanien) et dans le Ptérocérien. Le *Cidaris coronata* se poursuit même depuis l'Oxfordien calcaire (couches de Birmensdorf) jusque dans le Ptérocérien (couches de Wettingen), et il est rare qu'il ne subisse pas, dans ces différents étages, quelques petites variations qui lui donnent une physionomie à part, mais qui n'est pas assez précise pour pouvoir être formulée, témoins les échantillons du *Cidaris florigemma* que l'on trouve

dans le Terrain astartien et que Thurmann avait désignés sous le nom de *Cidaris philastarte*. Le fait est que les radioles ont un aspect quelque peu différent et qu'ils n'atteignent qu'exceptionnellement les dimensions de ceux du véritable *Cid. florigemma*. Si parmi les échantillons qui se rencontrent en abondance dans certaines couches, il ne s'était pas trouvé quelques formes intermédiaires, il est probable que le *Cid. philastarte* aurait été maintenu, de même que nous avons maintenu le *Hemicidaris intermedia* à côté du *Hemicid. crenularis*, uniquement à cause de la forme de ses baguettes.

Il est d'autres espèces qui reposent sur des détails de structure dont la valeur est au moins douteuse, tels que les crénelures des tubercules chez les *Cidaris*. Autrefois on y voyait un caractère important. Depuis, on a reconnu que dans certaines espèces les crénelures s'effacent avec l'âge, si bien que le même *Cidaris* peut porter des tubercules crénelés et d'autres qui ne le sont pas. C'est en particulier le cas du *Cid. cervicalis*. De là à la disparition totale des crénelures, il n'y a qu'un pas, et l'on conçoit fort bien qu'un changement pareil ait pu s'accomplir dans le cours d'une période. Supposons par exemple que certaines espèces de *Pseudodiadèmes* viennent à perdre les crénelures, parfois déjà très frustes, de leurs tubercules, et nous aurons des *Hemipédines*. Nous concevons également que d'autres espèces eussent perdu les perforations de leurs mamelons tuberculaires et fussent ainsi devenues des *Cyphosomes* dans la période crétacée. Si nous hasardons cette supposition, ce n'est pas par pure fantaisie, mais parce que l'on peut démontrer qu'il y a eu, à cette époque, entre la formation jurassique et la formation crétacée une tendance à l'oblitération de certains détails de structure chez les *Echinides* réguliers, tendance à laquelle ont aussi été soumis les *Cidaris* proprement dits, qui perdent en général leurs crénelures comme beaucoup de *Pseudodiadèmes* perdent leurs perforations.

Quelle que soit l'opinion qu'on se fasse de ces transformations, qu'on les adopte ou qu'on les rejette comme des chimères, ce qui est certain, c'est que ces traits d'union, ces différences presque insensibles entre des espèces et des genres

d'une même famille, se rencontrent d'ordinaire entre deux formations contiguës, mais séparées par un dépôt plus ou moins exceptionnel, qui suppose des changements dans les conditions d'existence et à leur suite probablement des migrations temporaires. Prenons pour exemple les Echinides de l'Oolite inférieure. Nous y trouvons à côté des Cidaris qui sont relativement nombreux, des Rabdocidaris, des Hemicidaris, des Hemipédines, des Pseudodiadèmes, des Pédines, des Stomechinus, des Acrosalénies, et parmi les Irréguliers des Pygaster, des Hololectypus, des Hyboclypus, des Collyrites, des Clypeus, des Pygurus.

Bon nombre de ces types font défaut dans la formation oxfordienne. Mais on ne saurait en conclure qu'ils ont cessé d'exister, puisqu'ils reparaissent pour la plupart dans l'étage corallien. N'est-il pas naturel dès lors d'admettre qu'ils n'ont fait qu'émigrer à la suite de changements survenus au fond de la mer jurassique et qu'ils sont revenus dès que les conditions d'existence qu'ils affectionnent se sont retrouvées. Il est à remarquer que pas un des genres qui caractérisent l'oolite inférieure ne fait défaut. Ils reviennent tous, mais sous des formes un peu changées, ayant subi pendant leur émigration des modifications plus ou moins sensibles, quelquefois à peine appréciables, si bien qu'il est des espèces que l'on a longtemps envisagées comme identiques, spécialement quelques Hemicidaris et Pseudodiadèmes.

Si ceci est concédé, s'il est vrai que des déplacements ou des migrations peuvent provoquer des modifications dans l'allure et la physionomie des Echinides, il est évident que ces modifications devront être en rapport avec la durée et l'intensité des changements survenus, et il n'est que raisonnable d'admettre qu'elles seront plus considérables, si l'exil a été long ou s'il a nécessité un déplacement à grande distance, que s'il n'a été que de courte durée et à proximité.

A cet égard, il ne sera pas inutile peut-être de distinguer entre ce qui a pu se passer dans les limites d'une formation et ce qui a eu lieu d'une formation à l'autre. La formation jurassique est considérable sans doute ; elle a dû être de longue durée, si l'on considère le nombre et la nature de ses

dépôts; dès lors l'aspect d'une même station a dû changer nombre de fois pendant la longue série de siècles que suppose cet ensemble de dépôts. Mais il n'en est pas moins vrai que les variations, à peu d'exceptions près, se sont opérées au sein même de l'Océan jurassique, dont le fond a pu être tantôt plus profond, tantôt plus rapproché de la surface et dont le littoral a varié dans certaines limites, mais sans que jamais la mer se soit retirée des régions que nos cartes assignent à la formation jurassique. On peut admettre que les parties de l'Europe occidentale, qui se trouvaient occupées par la mer au commencement de l'époque oolitique, n'ont guère cessé de l'être jusqu'à la fin de l'époque virgulienne. Les variations que nous observons dans la population des différents étages ne peuvent dès lors être attribuées qu'à des changements survenus au fond de la mer soit par l'effet de courants déplacés, soit par des relèvements ou des affaissements locaux, sans que les contours des continents en aient été notablement affectés, mais assez sensibles pourtant pour agir sur la faune et la flore marines. Ce sont les effets de révolutions intestines qui après tout n'ont eu qu'une portée secondaire.

Il en sera tout autrement si ces mouvements ont acquis assez d'intensité pour opérer un déplacement complet de la masse des eaux, ne fût-il que temporaire. Dans ce cas, on devra s'attendre à des effets bien plus prononcés, et les animaux qui reviendront après une période d'exondement auront probablement subi des modifications bien autrement considérables que ceux qui n'avaient fait que changer de station au fond des eaux, dans le même bassin.

Or nous savons qu'un grand déplacement des eaux a eu lieu à la fin de l'époque jurassique, si bien que les eaux salées se sont retirées complètement du bassin Anglo-Français, pour faire place soit à une mer d'eau douce, qui a déposé le terrain Purbeckien, soit à des terres émergées, là où ce dernier terrain manque. Il est difficile de préciser la durée de cette phase importante, qui forme chez nous et sur plusieurs autres points de l'Europe septentrionale, la séparation entre la formation jurassique et la formation crétacée? Ce qui est

certain, c'est qu'elle a dû être longue, si l'on considère qu'elle est représentée par une faune lacustre complète, et en Angleterre par un ensemble de grands animaux qui lui sont propres et qui disparaissent avec l'installation de la formation crétacée proprement dite.

La mer crétacée, en venant reprendre possession de ses anciens domaines, est arrivée avec un cortège nombreux d'animaux marins, poissons, mollusques, polypes et aussi avec des Echinodermes. Mais cette faune n'est plus la même que celle de la mer jurassique. Les types ont eu dans l'intervalle le temps de se modifier. Les Cidarides ont encore la même physionomie que ceux de l'Oolite, mais ils ont en partie perdu les crénelures de leurs tubercules. Il en est de même d'une partie des Pseudodiadèmes; les Salénies sont plus nombreuses et plus diversifiées. Quelques genres, tels que les Diplocidaris, Galeropygus, Hyboclypus ne reparaisent plus. Mais, en dépit de ces différences, la faune échinologique des terrains crétacés inférieurs, spécialement celle du Valangien, a conservé bien des reflets de l'état de choses antérieur et l'on sent qu'elle n'est pas sans liaison avec les étages jurassiques supérieurs, malgré l'hiatus qui les sépare. Cela est si vrai que l'on a même souvent rapporté le Valangien à la formation jurassique, et nous pouvons ajouter que si les doutes sont aujourd'hui complètement dissipés, c'est surtout grâce aux Echinides dont plusieurs formes valangiennes sont complètement étrangères aux dépôts antérieurs.

Avec les terrains crétacés apparaissent en effet les premiers Spatangoïdes sous la forme d'Echinospatangus ou Toxaster et de Holaster dans le Valangien. La question de leur origine se pose ici d'une manière directe. Ces types tout nouveaux sont-ils, eux aussi, le produit des transformations qu'ils auraient subies dans l'intervalle? Nous n'oserions encore l'affirmer et surtout nous ne voudrions pas prétendre que les Echinospatagus et les Holaster du Valangien sont les continuateurs directs de quelques rares Collyridées du Virgulien. Leur souche remonte probablement plus loin, à une époque où la faune échinologique était plus variée et plus répandue que dans la formation virgulienne.

N'oublions pas, en effet, que tandis que le bassin jurassique Anglo-Français suivait son développement propre et hébergeait de préférence au milieu de ses facies coralligènes des Echinides à test plus ou moins épais, aimant les stations agitées, il se formait simultanément à quelque distance de là des dépôts fossilifères dans des conditions tout à fait différentes. Ne serait-ce pas là (dans les vases de la formation tithonique) qu'il y aurait lieu d'aller chercher les précurseurs de nos Spatangoïdes crétacés ? Nous l'avons dit plus haut, ces terrains sont encore trop peu explorés pour que nous puissions nous faire une idée de leur faune et de ses évolutions. Mais nous ne serions pas surpris d'apprendre un jour qu'on y a découvert quelque type intermédiaire, formant le passage des Collyritidées aux vrais Spatangoïdes, à peu près comme les Pygaster forment le passage des Echinoconidées aux Cidaridées.

Aussi bien, si l'apparition des Spatangoïdes et plus tard celle des Clypéastroïdes ne pouvait s'expliquer par voie de transformation, il ne resterait d'autre moyen que de recourir à une intervention mystérieuse, à une sorte de baguette magique faisant surgir à volonté des types nouveaux sans s'inquiéter de l'enchaînement qui relie toutes les familles d'un même groupe.

Or, les Echinides ne sont pas faits pour corroborer une pareille manière de voir. Toutes les tribus et la plupart des genres proclament au contraire qu'il existe entre eux un enchaînement, une affinité qui ne peut être que matérielle de son essence. Prenons un exemple, le genre *Pygurus*. Il se montre tout d'abord dans l'oolite inférieure sous la forme d'un oursin déprimé, voisin à bien des égards des Clypeus, à cette seule différence près, que le périprocte est infère au lieu d'être supère. Cette forme va se développant dans les terrains jurassiques supérieurs, où elle atteint même des dimensions colossales, sous la forme des *Pygurus Hausmanni* et *Pygurus tenuis*. En même temps une forme nouvelle vient s'ajouter au type ordinaire, c'est la forme carrée à bord festonné, représentée par le *Pyg. Blumenbachi*. Or n'est-il pas étrange de voir ces deux formes reparaître avec des différen-

ces très légères dans les terrains valangiens et néocomiens! Rien en effet n'est plus voisin du *Pyg. Blumenbachi* que le *Pyg. Montmollini*, de même que rien ne ressemble plus au *Pyg. depressus* que le *Pyg. rostratus*, et nous pourrions ajouter que le *Pyg. productus* de l'Urgonien a la plus grande affinité avec le *Pyg. acutus* de l'Oolite inférieure.

Or, il est difficile de concevoir que ces trois formes si caractéristiques eussent reparu après le retrait de la mer jurassique et se fussent établies de nouveau dans le même bassin, à la suite de l'exondement purbeckien, si le fil génétique avait été complètement rompu. Et s'il ne l'a pas été, il nous paraît inadmissible de supposer que la loi de filiation, qui semble évidente dans la succession des *Pygurus*, ne soit pas également applicable aux autres genres et familles d'Echinides.

Les recherches des géologues, dont l'attention est maintenant spécialement dirigée sur les terrains qui semblent destinés à relier la formation crétacée à la formation jurassique, ne manqueront probablement pas de découvrir des formes qui établiront les passages qui font encore défaut entre les différentes familles des Irréguliers. Il faut se rappeler aussi que si certaines formes sont très persistantes et ne se sont que peu modifiées, même à la suite de déplacements prolongés, il en est d'autres sur lesquelles les migrations et les changements de milieu ont dû influencer d'une manière beaucoup plus sensible. Les espèces à test mince doivent être de ce nombre.

Quelle est maintenant la signification de toutes les évolutions de l'ordre des Echinides? On ne saurait douter qu'elles ne constituent un progrès. Le groupe dans son ensemble va se perfectionnant d'âge en âge, et sous ce rapport il est à l'unisson avec les autres divisions du règne animal.

La loi du progrès se manifeste dans le fait que ce sont les plus inférieurs d'entre les Echinides, les Réguliers ou Endocycliques qui se montrent les premiers, sous la forme de Tessellés d'abord, puis sous celle de Cidaridées; tandis que les

plus parfaits, les Spatangoïdes, chez lesquels la forme bilatérale est la plus accentuée, sont venus les derniers.

Entre ces termes extrêmes viennent se placer une foule de genres et de groupes, qui ne sont séparés les uns des autres que par des nuances, si bien qu'en présence de deux genres contigus, il est souvent difficile, sinon impossible, de dire lequel des deux est le plus parfait. Le perfectionnement se manifeste dans l'ensemble, mais il peut ne pas être toujours évident dans le cas concret. Ainsi il serait difficile de dire si les Hemicidaris, par cela seul qu'ils ont des ambulacres un peu plus larges, sont mieux adaptés à leur destination que les vrais Cidaris. Nous en doutons. Mais cet élargissement des ambulacres n'en est pas moins significatif comme *acheminement* vers la forme des vrais Echinides, qui est la forme supérieure. En effet, l'étroitesse des ambulacres chez les vrais Cidaris a pour effet de faire ressortir d'une manière frappante la division du test en cinq larges zones tuberculeuses, qui sont les aires interambulacraires. Le type rayonné à cinq compartiments, comme il existe dans les Etoiles de mer et dans les Crinoïdes, est ici évident, palpable, c'est le plan fondamental de la classe des Echinodermes. A mesure que les aires ambulacraires s'élargissent, la prépondérance des cinq grands compartiments s'efface, le tout l'emporte sur les parties, l'animal se perfectionne en s'harmonisant. Or il est évident que toute modification qui tend à ce résultat constitue un progrès. C'est pourquoi les Hemicidaris sont supérieurs aux vrais Cidaris. Les Pseudodiadèmes, les Cyphosomes constitueront un autre progrès dans la même direction, et ceux dont le test sera le plus uniforme et rappellera le moins la division primitive en cinq compartiments seront les plus parfaits. C'est pourquoi les vrais Echinus et leurs analogues sont placés au haut de l'échelle des Echinides réguliers ou endocycliques.

Constatons ici que tous les types d'Echinides ne se modifient pas avec la même facilité. Il en est qui sont très réfractaires de leur nature et qui sont restés à peu près les mêmes depuis leur première apparition. Le genre Cidaris, entre autres, a si peu varié, qu'il est telle espèce de l'époque triasique que l'on ne distingue que difficilement de ses congénères de

l'époque actuelle. Il en est d'autres au contraire qui se remplacent de formation en formation. On dirait qu'une fois affranchis de la formule primitive, ils ont été livrés à toutes les influences extérieures, revêtant de nouvelles formes à la suite de chaque perturbation géologique. Tels sont, par exemple, parmi les Réguliers, les Glypticus, les Codiopsis, les Glyphocyphus, les Goniopygus, les Coelopleurus, les Opechinus, etc.

Ces variations nous rappellent ce qui s'est passé à un degré plus frappant encore dans les Brachiopodes. Il est telle Lingule des étages paléozoïques qui diffère à peine de celles de nos jours, tandis que d'autres types se différencient continuellement. C'est ainsi que les Orthis, les Strophomènes, les Strigocéphales sont propres aux étages paléozoïques. Puis sont venues en foule les Térébratules, les Rhynchonelles, les Térébratelles, dont la variété est infinie dans les étages secondaires. Pendant que ces formes plus ou moins accentuées se remplaçaient ainsi d'une époque à l'autre, les Lingules, à l'instar des Cidarides, sont restées à peu près invariables, jouant leur rôle modeste mais persévérant à travers toutes les formations.

A mesure que les Réguliers s'éloignaient du type des vrais Cidaris, ils semblent avoir préparé le passage à certains types d'Irréguliers ou Exocycliques. Parmi les plus anciens représentants de ces derniers, il est tel genre, celui des Pygaster et des Holecypus, par exemple, dont la physionomie extérieure est tellement semblable à celle des Cidarides les plus harmonisés (Pedina, Diademopsis, certains Pseudodiadèmes, tels que *P. hemisphæricum*, *tetragramma*, etc.) que, n'étant la position du périprocte, on serait tenté de les prendre pour des Endocycliques<sup>4</sup>. Cette ressemblance ne saurait être for-

<sup>4</sup> A l'appui de cette idée, nous rappellerons que la position centrale du périprocte chez les Endocycliques n'est pas une règle absolue. Le groupe des Salénies tout entier a le périprocte légèrement excentrique. Ce caractère est encore bien plus prononcé chez un Cidaride de l'époque Crétacée, si bien qu'on lui a donné le nom de *Heterodyadema*. Le périprocte empiète ici d'une manière très-sensible sur l'aire interambulacraire postérieure (fig. 5), tout en restant solidaire de l'appareil apécial (qui n'est malheureusement pas conservé et dont il ne reste que le contour (5<sup>a</sup>). Or, l'on concevrait sans

tuite et nous ne serions pas étonné qu'on l'invoquât un jour, quand il s'agira de tracer la marche générale des transformations échinologiques.

Remarquons encore qu'à l'instar de presque tous les types de transition, les *Pygaster* n'ont eu qu'une durée limitée, comme si leur rôle n'avait été que de préparer les voies aux formes plus persistantes des Galérites ou Echinocones de la craie et des Clypeastroïdées de l'époque tertiaire.

Il est beaucoup plus difficile d'établir la filiation des Collyridées et peut-être n'y parviendra-t-on de longtemps. Ce qui augmente encore la difficulté à l'égard de cette famille, c'est qu'elle remonte fort loin dans le passé. Il est vrai que les terrains triasiques n'ont pas dit leur dernier mot et nous ne serions pas surpris si un jour on venait nous annoncer la découverte d'un type participant à la fois du caractère des Cidarides et des Collyridées.

Les deux familles des Clypeastroïdées et des Cassidulidées peuvent donner lieu à des interprétations diverses suivant l'importance qu'on attribue à certains détails de leur organisation. A ne considérer que leur forme et leur physionomie extérieure, elles sont très voisines, et c'est ce qui explique pourquoi on les a réunis pendant longtemps dans la même section. Mais à côté de cette ressemblance extérieure, il est un caractère important qui les différencie: l'appareil masticatoire, qui existe chez tous les vrais Clypeastroïdées, tandis qu'il manque aux Cassidulidées. S'en suit-il qu'on doive placer ces deux familles dans des groupes tout à fait opposés? Nous ne le pensons pas. L'appareil masticatoire très significatif dans les animaux supérieurs, ne l'est pas au même degré chez les animaux inférieurs. En revanche, il est d'autres détails du test qui nous paraissent devoir l'emporter sur la dentition. Le système ambulacraire est évidemment construit sur le

peine que le périprocte (5<sup>a</sup>) vint à se dégager de l'appareil apécial, pour s'ouvrir quelque part plus loin dans l'interambulacre postérieur (fig. 6<sup>a</sup>). Dans ce cas nous aurions un Cidaride exocyclique, à la façon des *Pygaster*. C'est un type analogue que nous devons nous attendre à découvrir quelque part, dans les terrains liasiques ou rhétiens. Jusqu'ici on ne l'a pas encore signalé.

même plan dans les deux familles. Or, bien que nous ne soyons encore que très imparfaitement renseignés sur la signification des organes qui correspondent à ces détails du test, nous n'en avons pas moins la conviction que cette similitude de la structure ambulacraire constitue un lien de premier ordre entre les Cassidulidées et les Clypéastroïdées.

Il ne s'en suit pas que cette structure des ambulacres, que nous avons désignée sous le nom de *pétaloïde*, soit également accentuée dans toute l'étendue de ces groupes. Il est des genres chez lesquels elle s'oblitére considérablement, au point qu'on en est à se demander si l'on a encore affaire à des ambulacres pétaloïdes. Tels sont parmi les dentés, les Echinocyames et les Fibularia et, parmi les édentés, les Pyrines et surtout les Echinonées que les uns rangent parmi les Cassidulidées parce qu'ils sont dépourvus de dents, tandis que d'autres voudraient les rattacher aux Echinoconidées ou Galerites, malgré leur absence de dents.

Cette incertitude même est à nos yeux une preuve en faveur des transformations qui ont dû s'opérer dans le cours des âges entre les différents groupes des Echinides exocycliques.

Restent les Spatangidées. Ce sont évidemment les plus parfaits des Echinides et l'on sait que leur apparition ne date que de la formation crétacée.

La filiation des Spatangoïdes peut sans doute être contestée. Cependant si nous considérons que parmi leurs plus anciens représentants se trouvent des Holaster et que ceux-ci ont plusieurs caractères en commun avec les Collyritidées, entre autres celui d'avoir les ambulacres plus ou moins disjoints, il n'est pas besoin d'un bien grand effort d'imagination pour les rattacher à cette dernière famille, dont la physionomie est d'ailleurs fort semblable. Les types qui nous paraissent destinés à servir de trait d'union ne sont malheureusement pas très communs. Ce sont, en premier lieu, les Pachyclypus qui ont tout à fait la physionomie des grands Collyrites, tels que les *Coll. Volzii* et *Verneuilli*, mais dont le sommet ambulacraire, au lieu d'être complètement disjoint, est simplement allongé, à la façon des Holaster. Un type en-



Fig. 1.

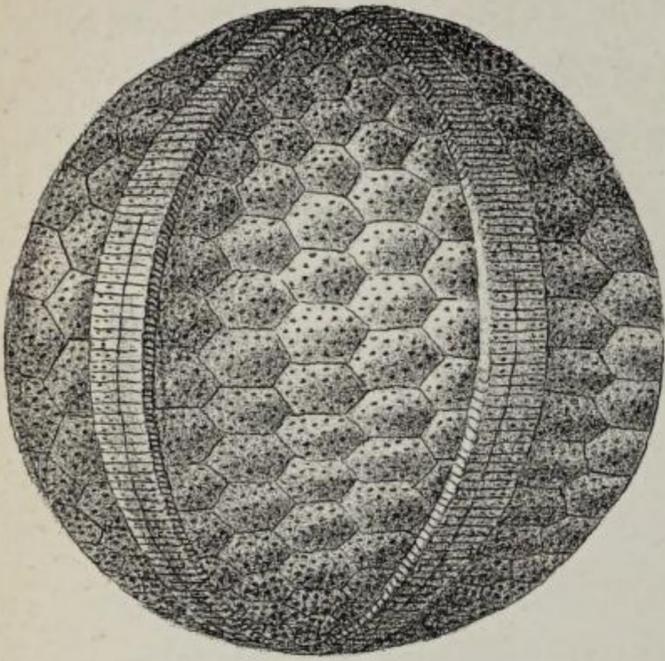


Fig. 2.

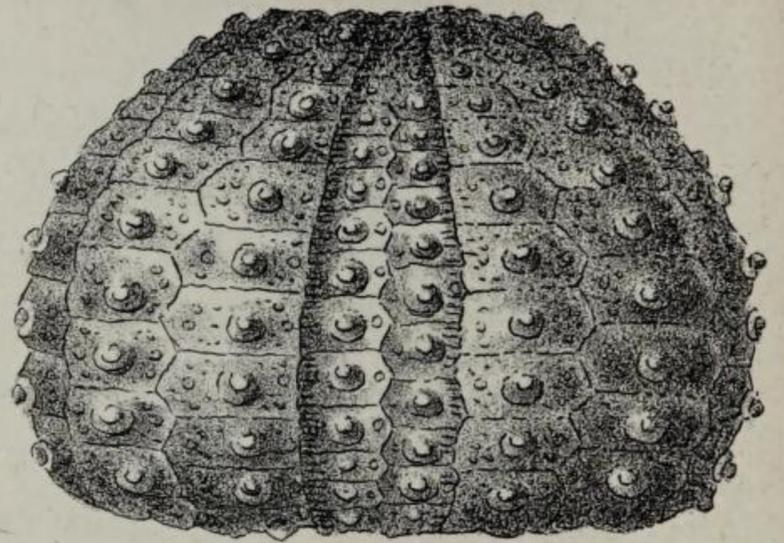


Fig. 3.

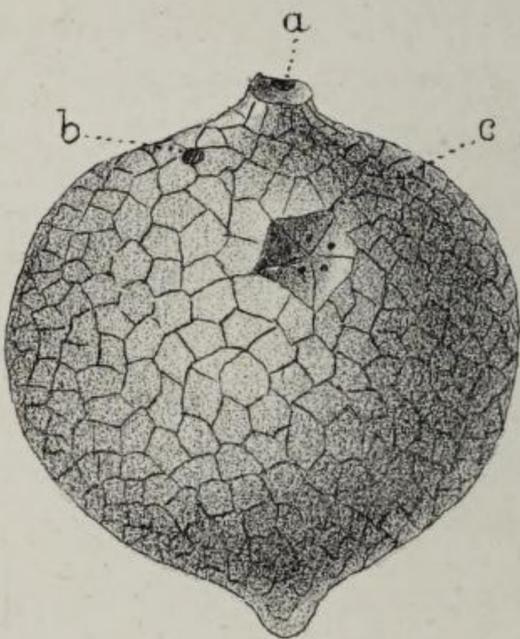


Fig. 4.

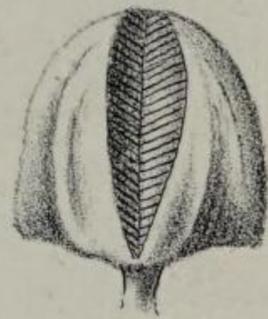


Fig. 4 a.

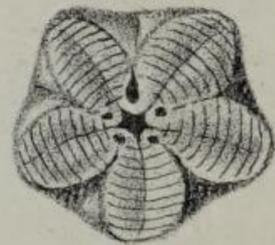


Fig. 5.

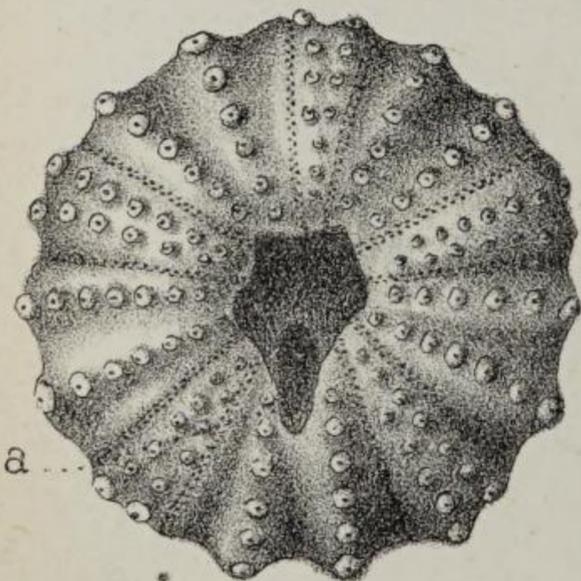
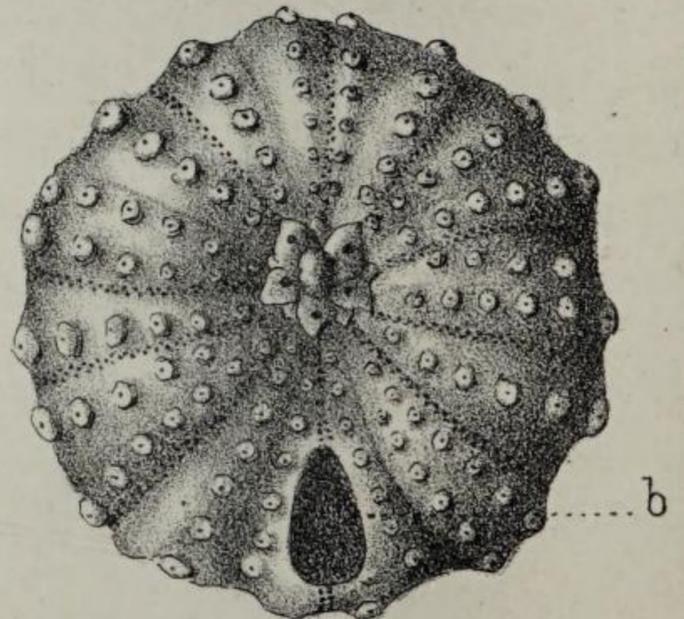


Fig. 6.



core plus significatif au point de vue qui nous occupe, c'est celui des *Asterostoma* (Synopsis, p. 196), grand oursin renflé à la façon des *Ananchytes*, à ambulacres paires subpétaloïdes, tandis que l'impair est plus simple; en revanche, la bouche est centrale, absolument comme chez les *Pachyclypus*.

En résumé, les Echinides ont, depuis leur première apparition dans les terrains paléozoïques, suivi une marche ascendante sous le triple rapport du nombre, de la variété et de l'organisation. D'abord insignifiant, leur rôle acquiert une importance considérable à partir de l'époque jurassique. C'est le moment de leur premier épanouissement, comme l'époque carbonifère avait été celle des Crinoïdes. Leur développement ultérieur n'est pas le fait du hasard. Il est lié à toutes les vicissitudes du sol marin, non seulement aux grandes révolutions qui ont modifié l'étendue et les limites des anciens océans, mais encore aux changements intérieurs survenus au sein des eaux et qui ont eu pour effet d'influer sur le régime des populations marines, soit en les modifiant soit en provoquant des migrations.

---

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE.

- FIG. 1. *Palechinus elegans* M'Coy (Tessellé).  
2. *Stirechinus Scillæ* Desor.  
3. *Echinosphærites aurantium* Wahlb. (Cystidée).  
4. *Pentatremites ovalis* Goldf. (Blastoïdée).  
4 Profil avec la tige.  
4° Vu en dessus montrant la bouche et les pores génitaux.  
5. *Heterodiadema Lybicum* Cotteau.  
6. Le même supposé modifié.

