

INSTITUT DE FRANCE.

---

ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

GABRIEL LIPPMANN

MEMBRE DE LA SECTION DE PHYSIQUE GÉNÉRALE

LECTURE FAITE DANS LA SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU 14 DÉCEMBRE 1931

PAR

M. ÉMILE PICARD

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

---

MESSIEURS,

Il y a eu des époques où la vie des savants mêlés aux affaires de leur temps se prêtait bien à l'éloge académique sous la forme dont nous gardons ici la tradition ; telle fut celle des savants de la Révolution et de l'Empire, fourmillant souvent d'anecdotes dont la narration est un des charmes du genre. Pour d'autres, la variété de leurs études a permis de rompre la monotonie d'un discours risquant de devenir trop austère ; il en fut ainsi de Jean-Baptiste Biot, à la fois astronome, physicien, chimiste et historien des sciences, dont je vous parlais il y a quelques années. Mais ce sont là des cas exceptionnels, et qui, au moins dans l'état actuel de la recherche scientifique, risquent de devenir de plus en plus rares. Il faut reconnaître que la vie

des hommes de science ne présente pas en général une grande variété. La nécessité pour la plupart d'entre eux de se confiner dans des études très limitées pour faire œuvre utile donne assez souvent quelque monotonie à la narration de leur carrière dans des milieux non spécialisés. En outre le langage de la science est sévère et se hérissé de plus en plus de mots techniques qui rendent une vulgarisation sérieuse de plus en plus difficile. Les sciences physico-mathématiques avec le symbolisme de leurs théories sont peut-être à cet égard les moins bien partagées ; les images plus ou moins heureuses que l'on s'efforce de substituer aux termes mathématiques ne méritent-elles pas parfois le reproche exprimé dans le vieil adage : « traduttore traditore ». Quoiqu'il en soit, c'est un agréable devoir pour vos Secrétaires perpétuels d'évoquer la mémoire de confrères disparus. A une époque comme la nôtre où le désintéressement est une vertu bien rare, il est réconfortant de contempler un moment des vies de savants passées presque entièrement dans leur laboratoire ou leur cabinet de travail, et uniquement consacrées à la recherche scientifique. Un tel exemple va nous être offert par l'illustre physicien que fut Gabriel Lippmann ; c'est de lui que je veux vous entretenir aujourd'hui.

\*  
\* \*

Gabriel Lippmann naquit à Hellericht le 16 août 1845 dans le Grand-Duché de Luxembourg de parents français. Son père était Lorrain et sa mère originaire d'Alsace. Peu après la naissance de son fils, le père de Lippmann, qui était tanneur, transporta à Paris son industrie. La mère de notre Confrère s'occupa activement de son éducation et de son instruction. C'était une femme d'une rare distinction d'esprit ; elle mourut très âgée et eut sur son fils une grande influence. On raconte que, passant un jour avec lui sur le Pont des Arts, quand il avait quatre ans, elle lui montra du doigt l'Institut en lui disant : « Mon enfant, un jour tu seras là ». En attendant, Lippmann suivait comme externe les classes du Lycée Napoléon, aujourd'hui Lycée

Henri-IV. Il n'y fut pas un élève particulièrement brillant, se montrant rêveur et distrait; il se distingua cependant en vers latins et en histoire. Il avait aussi pour les langues une remarquable facilité et de bonne heure parla couramment l'anglais et l'allemand. Un moment il parut s'intéresser à la philosophie, et le professeur de cette classe, M. Nourrisson, le poussait à se présenter à la section des Lettres de l'École Normale. Mais son professeur de physique, M. d'Almeida, lui donnait aussi le goût des sciences physiques. D'Almeida a laissé un souvenir vénéré dans notre enseignement secondaire. Après tant d'années écoulées, je revois encore la figure grave et comme voilée de tristesse de ce maître distingué dans la classe duquel je passai quelques années après Lippmann. C'est à d'Almeida que l'on doit la première réalisation de l'illusion du relief au moyen des anaglyphes; en 1870 il avait mis avec son illustre ami Marcelin Berthelot la science au service de la patrie. La première idée lui appartient d'employer des photographies microscopiques comme moyen de correspondance, ce qui permit de faire communiquer la province avec la capitale à l'aide de pigeons voyageurs. D'Almeida, qui avait quitté Paris en ballon, prit part aussi dans des conditions périlleuses aux essais tentés alors pour établir des communications télégraphiques entre la ville assiégée et les départements en prenant la Seine comme conducteur; ces essais allaient aboutir quand intervint l'armistice.

Sous l'influence de d'Almeida, Lippmann se dirigea vers la section scientifique de l'École Normale, où il entra en 1868 à l'âge de 23 ans, plus âgé de quelques années que tous ses camarades. Il avait été le premier à l'admissibilité avec de bonnes notes de mathématiques et de physique, et la note *vingt* pour la composition de langues vivantes. L'examen oral fut moins satisfaisant. Lippmann n'était pas de ces élèves qui étudient avec le même soin toutes les parties des programmes; pas plus qu'au Lycée, il ne se distingua à l'École par son assiduité. Il étudiait ce qui l'intéressait, et Bertin, alors Sous-Directeur et Maître de Conférences de Physique, qui sous des dehors sceptiques jugeait finement les hommes, distingua de bonne heure cet

esprit curieux et chercheur, qui, sans se soucier des examens, s'essayait déjà à des recherches personnelles. La décharge oscillante d'un condensateur électrique excitait alors l'intérêt de Lippmann; il se rend compte que pendant cette décharge le courant n'est pas distribué d'une manière uniforme dans la section droite du conducteur, en raison de la self-induction qui s'y développe; c'est ce que l'on désigne souvent sous le nom de *skin-effect*, qui joue un grand rôle dans la théorie des ondulations électriques et de la télégraphie sans fil. De tels sujets ne figuraient pas dans les programmes d'agrégation que Lippmann négligeait quelque peu. Aussi échoua-t-il à ce concours à la fin de sa troisième année d'École, et, laissant de côté toute préoccupation pédagogique, il résolut de s'adonner à la recherche scientifique.

On peut se féliciter d'une telle détermination quand il s'agit d'un Lippmann, mais l'exemple n'est pas à proposer. Sauf des cas exceptionnels, il est utile à un jeune homme d'avoir une idée un peu précise de l'ensemble de la science à laquelle il veut se consacrer, et, ajouterai-je, d'en connaître quelque peu l'histoire. Trop de débutants ont tendance à se lancer dans la recherche avant d'être suffisamment armés. Peut-être une telle préparation n'eût-elle pas été inutile à Lippmann lui-même dans sa carrière de professeur.

Renonçant à la préparation de l'agrégation, Lippmann, de 1872 à 1875, fut chargé de trois missions scientifiques en Allemagne. La situation d'un jeune savant français était alors délicate en Allemagne. Les étudiants allemands ont été de tout temps célèbres par leurs duels. On m'a assuré que, avant de partir, notre Confrère, que nous n'avons jamais connu bien batailleur, prit des leçons d'escrime à la rapière, mais il n'eut jamais à utiliser ce complément d'études. Il vécut très retiré à Heidelberg et à Berlin dans les laboratoires de Kirchhoff et de Helmholtz, qui lui montrèrent toujours la plus grande bienveillance et s'intéressèrent à ses travaux.

\*  
\* \*

Dès sa sortie de l'École, Lippmann avait pensé aux rapports qui

peuvent exister entre l'électricité et la capillarité. On sait que, quand deux liquides sont en contact dans certaines conditions, leur surface de séparation prend suivant celles-ci des formes variables. Ainsi, et c'est là une très ancienne expérience, quand une goutte de mercure se trouve en équilibre sous de l'eau pure, il suffit d'ajouter une petite quantité d'acide sulfurique pour voir la goutte se contracter vivement. Tout changement de composition d'un des liquides change la forme de la goutte, amenant une variation de ce que l'on appelle sa constante capillaire. Lippmann a fait une étude approfondie de ces variations, et il a été conduit à penser qu'elles dépendent des modifications dans l'état électrique du système. Il établit ce résultat fondamental que la tension superficielle au contact entre deux liquides varie avec la différence de potentiel électrique entre ceux-ci. Un lien intime était ainsi établi entre les phénomènes électriques et les phénomènes capillaires, et cette branche de la physique est généralement désignée sous le nom d'*électrocapillarité*.

Ces études conduisirent Lippmann à la construction d'un remarquable instrument, l'électromètre capillaire. Celui-ci est formé essentiellement d'un tube étroit contenant une colonne de mercure en contact avec de l'eau acidulée par son extrémité inférieure qui est étirée en un tube extrêmement effilé d'un centième de millimètre de diamètre. Une différence de potentiel électrique entre les deux liquides modifie la hauteur du niveau du mercure dans le tube capillaire. Un artifice simple permet de ramener ce niveau à sa position initiale, et c'est de là que se déduit la différence cherchée de potentiel. D'ailleurs l'indice mobile a une masse très faible, et par suite son inertie est presque nulle. Aussi les indications de l'appareil sont en quelque sorte instantanées; il est en même temps très sensible et permet de mesurer le dix-millième de volt.

L'électromètre capillaire a été très utile dans des recherches de physique qu'on n'eût pu aborder sans son secours. D'autre part l'électrocapillarité appela l'attention des physiologistes qui cherchèrent à trouver dans des actions électrocapillaires l'explication de certains

phénomènes vitaux. L'électromètre de Lippmann fut immédiatement employé dans leurs laboratoires. Marey s'en servit pour saisir et fixer à l'aide de la photographie le courant produit par certains muscles pendant leur contraction, ainsi que les fluctuations observées dans la décharge de poissons électriques. M. d'Arsonval fit sur ces questions des mesures précises; il avait de bonne heure rattaché la contraction musculaire et la décharge de l'organe électrique à une même cause : les variations de la tension superficielle, que le fonctionnement de l'électromètre capillaire de Lippmann met si bien en évidence.

La réciprocité entre certains phénomènes préoccupa longtemps Lippmann. Dans les recherches dont nous venons de parler, l'électricité modifie les forces capillaires. Inversement celles-ci peuvent servir à produire de l'électricité. Ainsi, deux masses de mercure étant placées dans l'eau, si l'on déforme mécaniquement l'une d'elles, elles ne seront plus au même potentiel électrique, et, quand on les réunit par un fil métallique, celui-ci est parcouru par un courant. En partant de cette idée on peut construire des moteurs électrocapillaires susceptibles de transformer à volonté de l'électricité en travail ou du travail en électricité.

Cet admirable ensemble de recherches sur l'électrocapillarité met bien en évidence le génie intuitif de Lippmann voyant de suite les conséquences à tirer d'expériences ou d'observations très simples. En développant une théorie, il ne cherche pas à pénétrer dans l'étude intime du phénomène. Il est en général de l'école énergétique de la plus stricte observance, qui n'aime pas à recourir à des hypothèses sur le jeu des forces moléculaires ou atomiques; c'est sur les principes généraux de la thermodynamique et sur certains faits d'expérience qu'il s'appuie, et dans la suite il procédera presque toujours de même quand il développera quelques vues théoriques. Il aurait volontiers répété avec Pascal : « Il faut dire en gros : cela se fait par figure et mouvement, car cela est vrai, mais dire quels et composer la machine, cela est ridicule, car cela est inutile, et incertain, et pénible. »

\*  
\* \*

Lippmann rentré à Paris au début de 1875 travailla d'abord chez lui avec quelques instruments prêtés par l'École Normale, et il trouva ensuite l'hospitalité à la Sorbonne; il y acheva sa Thèse sur l'électrocapillarité qu'il soutint le 24 juillet. Après ce début, qui était un coup de maître, il fut attaché au laboratoire de Jamin jusque vers la fin de 1878, époque où furent créées les maîtrises de Conférences dans les Facultés des sciences. Il eut alors une position stable et quelques moyens de travail. Le laboratoire de Jamin, rattaché à l'École des Hautes Études, était pour l'époque un beau laboratoire. Il avait un grand hall situé entre des amphithéâtres de la vieille Sorbonne de Richelieu et de sordides maisons de la rue Saint-Jacques, où la Faculté des sciences avait dans un chaos inextricable la plupart de ses laboratoires. De ceux-ci on ne se préoccupait guère alors. Par la création de l'École des Hautes Études, un grand ministre, Victor Duruy, avait fait dix ans auparavant un effort trop tôt interrompu pour remédier à cette misère. Les Facultés, dont le principal objet est l'initiation à la méthode et à la recherche scientifique, étaient en ce temps regardées surtout comme des bureaux d'examen, traînant en plus le poids lourd du baccalauréat dont elles ne sont pas encore aujourd'hui complètement libérées.

Mais revenons à Lippmann qui continuait à travailler dans le modeste appartement où était installé son laboratoire. Dès 1880 il essayait d'établir une théorie des phénomènes électriques réversibles, qui lui paraissait être pour l'électricité ce que la Thermodynamique est pour la chaleur. A sa base se trouvait le principe de la conservation de l'électricité. Lippmann l'énonce en disant que si un système parcourt un cycle fermé de transformations électriques, c'est-à-dire revient finalement à son état initial, la somme des quantités d'électricité qui peuvent y affluer est nulle. Évident dans le cas des conducteurs isolés, ce postulat l'était moins pour des systèmes, qui pendant leurs transforma-

tions se comportent comme des sources d'électricité. Il revenait à affirmer d'une manière générale qu'une quantité d'électricité ne peut être neutralisée que par une quantité d'électricité égale et de signe contraire. A la vérité, cette question peut se présenter autrement si l'on considère le monde comme formé d'électrons ou atomes d'électricité négative, et de protons ou atomes d'électricité positive, et aussi de quanta d'action, et si l'on admet avec d'audacieux astronomes la destruction d'un proton par un électron avec production de quanta d'action correspondant à ces rayons cosmiques dont on parle tant aujourd'hui. Mais de tels phénomènes se passent vraisemblablement bien loin d'ici, et d'ailleurs il n'était pas question de tout cela en 1880. Du postulat posé, associé au principe de la conservation de l'énergie, Lippmann déduit diverses conséquences intéressantes. Considérons par exemple le phénomène de la piézo-électricité dans certains cristaux, où ceux-ci, comme l'ont montré J. et P. Curie, s'électrisent par compression ou extension. Inversement, comme Lippmann l'a déduit de sa théorie, de tels cristaux doivent éprouver une variation dans leurs dimensions par électrisation; c'est ce qu'ont vérifié les frères Curie postérieurement à la prédiction de notre Confrère. On sait l'importance qu'ont prise aujourd'hui les phénomènes piézo-électriques dans les sondages et dans la détection des sous-marins. Lippmann a donné aussi une théorie de la pyro-électricité, phénomène dans lequel des cristaux, comme la tourmaline, soumis à un échauffement ou à un refroidissement, donnent lieu en des endroits déterminés de leur surface à des manifestations électriques; ici encore on retrouve deux phénomènes réciproques. Des circonstances analogues se présentent dans d'autres cas; telles les observations de Boltzmann sur le pouvoir diélectrique des gaz, d'où l'on peut conclure inversement au phénomène de leur contraction électrique. Pareillement du fait que la lame isolante d'un condensateur se dilate pendant la charge, comme l'ont montré Duter et Righi, on peut déduire que le pouvoir diélectrique de la lame change avec sa tension mécanique.

Lippmann est souvent revenu sur la question des phénomènes réci-

proques. Le phénomène réciproque d'un autre était pour lui une action nouvelle dans laquelle il y a non pas simplement changement de signe comme dans les phénomènes réversibles, mais une interversion de la cause et de l'effet. Dès 1879, dans une Note intitulée : *Action du magnétisme en mouvement sur l'électricité statique; inertie de l'électricité statique*, il avait déduit de l'expérience célèbre de Rowland relative à l'action sur l'aiguille aimantée du mouvement d'un corps électrisé, qu'un aimant en mouvement exerce à distance une action mécanique sur un corps immobile électrisé, et il en avait conclu que l'électricité statique possède une inertie électrique propre; cette assertion était bien neuve pour l'époque, et l'on peut dire que dans cette note de Lippmann apparaît déjà la possibilité d'une masse variable avec la vitesse. Toutes ces idées, comme jetées en passant, témoignent de profondes réflexions sur les conditions d'application des principes généraux de la science. Il avait des vues très arrêtées sur la nature des équations de la Physique; il les regardait comme des relations quantitatives entre grandeurs qualitativement irréductibles. Ainsi, de ce qu'il y a une relation entre une quantité de chaleur et une quantité d'énergie, il ne suit pas nécessairement que ces deux quantités sont de même nature.

\*  
\* \*

Lippmann resta maître de Conférences jusqu'en 1883. A cette époque la chaire de Physique mathématique devint vacante par la mort de Briot. Celui-ci avait partagé son enseignement en deux parties. Il traitait dans un semestre de mathématiques pures, et les fonctions elliptiques et abéliennes ont fait souvent l'objet de ses leçons. Mais Briot n'était pas seulement l'analyste, dont les travaux en collaboration avec Bouquet ont montré la fécondité des idées de Cauchy dans la théorie des fonctions. La physique théorique lui était aussi familière, et on lui doit en particulier d'intéressantes recherches sur la dispersion en Optique; la seconde partie de son enseignement portait, suivant les années, sur la thermodynamique, les théories de la

lumière et l'électromagnétisme. Ce cours pouvait donc être envisagé sous différents points de vue, et les candidats à la succession de Briot ne manquèrent pas. Lippmann toujours très réservé hésitait à se mettre sur les rangs. Les encouragements qu'il reçut de plusieurs mathématiciens de la Faculté frappés par l'élégance de ses travaux et la finesse de son esprit, le décidèrent cependant à poser sa candidature, et il fut nommé le 20 mars 1883. Il devait rester trois ans seulement dans cette chaire. Les leçons qu'il y fit en 1885 ont été recueillies sous le titre : *Unités électriques absolues*. A diverses reprises Lippmann s'était préoccupé de mesures absolues, c'est-à-dire de l'évaluation d'une certaine grandeur en fonctions de nombres se rapportant à une grandeur d'une autre nature. C'est ainsi qu'il avait indiqué le principe d'une méthode thermoscopique pour la détermination de l'ohm et une méthode électrodynamique, mise plus tard en œuvre par un de ses élèves, où la force électromotrice employée est produite par le déplacement relatif de deux circuits. Vers la même époque Lippmann construisait son électrodynamomètre susceptible aussi de donner des mesures absolues, dans lequel le carré de l'intensité du courant est mesuré par une action électrodynamique exercée sur une lamelle de mercure. Non moins curieux est son galvanomètre à mercure, sans fil, sans miroir et sans aiguille, où la valeur de l'intensité du courant se déduit d'une différence de niveau du mercure entre les deux branches d'un manomètre. Ces appareils, d'autres encore, comme son galvanomètre parfaitement astatique, portent tous la marque du physicien ingénieux et fin dont nous avons déjà loué la pénétration et l'originalité.

La mesure du temps préoccupa aussi Lippmann. Il ne s'agissait pas là de discussions philosophiques sur le temps, comme celles dont furent si friands nos contemporains il y a quelques années, discussions n'ayant pour Lippmann aucun attrait; il n'était pas non plus question de ces discontinuités de caractère périodique dans la rotation de la Terre admises aujourd'hui, en dehors de certaines perturbations séculaires comme celle provenant du frottement des marées, par d'émi-

nents astronomes, discontinuités qui se produisent probablement sous l'influence de percussions intérieures ou d'oscillations verticales intermittentes de l'écorce. C'est la recherche d'une valeur absolue du temps que Lippmann envisage, cette valeur étant rapportée à un phénomène d'une autre nature. Ainsi on peut mesurer en valeur absolue la durée d'un phénomène dû à l'attraction universelle, en prenant égal à l'unité le coefficient qui figure dans l'expression de l'attraction newtonienne. Le temps se trouve alors mesuré en valeur absolue en fonction d'une unité qui, exprimée en temps moyen, vaut  $1^{\text{h}}4^{\text{m}}22^{\text{s}}$ . De même l'étude de certains phénomènes électriques fournit une unité de temps; telle est la résistance électrique spécifique du mercure pur à la température de zéro, évaluée en unités électrostatiques absolues. Lippmann regardait comme une grandeur invariable cette résistance, qui est *un intervalle de temps*; c'était pour lui un étalon de temps impérissable. La mesure des résistances en électricité avait d'ailleurs depuis longtemps appelé l'attention de notre Confrère. Rappelons seulement qu'il a donné une méthode électrométrique pour la mesure des résistances liquides, où sont éliminés les phénomènes de polarisation.

\*  
\* \*

Les beaux travaux de Lippmann en électricité lui avaient valu une grande notoriété parmi les physiciens, et dès 1886 il était élu à l'Académie des sciences. Mais des études sur l'électrocapillarité et le principe de la conservation de l'électricité n'attirent pas l'attention du grand public qui le plus souvent ne s'intéresse pas aux sciences en elles-mêmes, mais se préoccupe surtout des applications dont il peut profiter, sorte d'antagonisme qui a retardé le progrès scientifique en faisant longtemps négliger le développement des laboratoires, mais qui, il faut le reconnaître, tend à s'atténuer, l'opinion étant aujourd'hui communément admise qu'une culture générale de la jeunesse à notre époque doit être à la fois littéraire et scientifique. Quoi qu'il en soit, le nom de Lippmann ne serait sans doute pas sorti du cercle des Univer-

sités et des Académies, si sa découverte, faite entre 1887 et 1891, de la photographie des couleurs n'avait eu un retentissement mondial.

C'est aux années 1823-1824 que l'on fait remonter l'invention de la photographie. On entend généralement sous ce nom les méthodes permettant d'obtenir par l'action de radiations visibles ou invisibles l'image durable d'un sujet. L'histoire de ce problème est bien connue. Il fut d'abord résolu par Niépce. L'image lumineuse du sujet, obtenue à la chambre noire, était reçue sur une surface recouverte d'une substance sensible à la lumière, qui en conservait l'impression. Niépce employait le bitume de Judée dissous dans de l'huile de lavande et étendu sur une plaque de métal ou de verre. Le bitume plus ou moins frappé par la lumière devient plus ou moins insoluble dans son premier dissolvant additionné de pétrole ; l'image se trouvait ainsi fixée, et toute la photographie était là en germe. Niépce s'associa à la fin de 1829 à Daguerre ; celui-ci, après la mort de Niépce en 1833, continua seul ces recherches. Daguerre transforma complètement le procédé primitif en remplaçant le bitume par l'iodure d'argent, dont la sensibilité à la lumière est beaucoup plus grande. Comment Daguerre fut-il amené à penser qu'une image latente se produisait par l'action de la lumière sur la couche d'iodure d'argent obtenue en exposant une lame d'argent à la vapeur d'iode, et qu'un réactif approprié pourrait faire apparaître cette image latente ? Il semble que la découverte de ce révélateur fut due à un hasard heureux, Daguerre ayant mis quelques plaques qui venaient d'être exposées à la lumière dans une armoire où il y avait une capsule remplie de mercure et la photographie s'étant trouvée fixée. Il eut alors l'idée que la vapeur de mercure avait joué le rôle de fixateur, ce que ne tarda pas à lui montrer une étude approfondie. Des épreuves d'une merveilleuse finesse apparaissaient sur la plaque exposée à la vapeur de mercure, et le daguerréotype était créé.

Les résultats de Niépce et ceux de Daguerre ne furent rendus publics qu'en 1839 dans les rapports d'Arago à l'Académie des sciences et à la Chambre des Députés. Le gouvernement français se rendit

alors propriétaire de ces procédés, moyennant des rentes viagères faites à Daguerre et aux héritiers de Niépce; il abandonnait d'ailleurs l'invention au domaine public. Tels furent les débuts de la photographie. Dans son rapport de 1839, Arago s'étend longuement sur les services que pourra rendre à la science l'invention de Daguerre. L'astronomie tient dans ses prédictions une large place, et même la photographie du spectre solaire lui paraît devoir être par ses raies noires pleine d'enseignements. Il ne se trompait pas; on sait le rôle que joue aujourd'hui la photographie en Astronomie.

Il est intéressant de rappeler ici que les premiers travaux de deux de nos anciens confrères se rapportent aux temps héroïques de la photographie. Dès 1840, Fizeau, par l'emploi d'un sel d'or, avait réussi à rendre les images plus visibles et plus belles. L'usage du brome dans la photographie lui est également dû; il exposait la couche d'iodure à la vapeur de brome, et la nouvelle couche sensible était impressionnée dans un temps cent fois plus court. Fizeau a encore indiqué, comme moyen d'accélérer la production des images, l'emploi de couches sensibles légèrement impressionnées par la lumière avant leur exposition dans la chambre noire. Le même intérêt pour la photographie rapprocha un moment Fizeau et Foucault. Un Mémoire signé de leurs deux noms concerne l'action des rayons rouges sur plusieurs substances impressionnables par la lumière; ils y signalaient l'action *neutralisante* que les rayons rouges et d'autres rayons moins réfrangibles encore exercent sur les couches sensibles, lorsque la lumière blanche a préalablement agi sur elles.

Dès l'apparition des premiers daguerréotypes, on s'était demandé, en voyant leurs belles dégradations de teintes, si l'on n'arriverait pas à leur faire produire des couleurs. Déjà Seebeck avait remarqué que le chlorure d'argent humide exposé à une lumière colorée prend approximativement la couleur de cette lumière; Daguerre aussi, semble-t-il, avait découvert une poudre qui émettait une lumière rouge après que la lumière rouge l'avait frappée, et des poudres analogues pour d'autres lumières. Mais ces divers essais avaient été abandonnés.

Les résultats obtenus en 1848 par Edmond Becquerel furent plus intéressants. Il disposait à la surface même de la plaque daguerrienne une substance sensible qui était un sous-chlorure d'argent violet. D'après l'expression même de Becquerel, ce sous-chlorure était une véritable rétine minérale capable de peindre avec la lumière ; les images en couleur ainsi obtenues rappelaient à peu près les couleurs des originaux. Malheureusement Edmond Becquerel ne put réussir à les fixer. Elles disparaissaient dès qu'elles avaient été exposées à l'action, même peu prolongée, de la lumière blanche.

Dans les tentatives précédentes on avait cherché à faire de la photographie *des couleurs*, mais ces essais, si curieux qu'ils aient été, n'avaient pas été couronnés de succès. On s'orienta alors dans une autre direction, s'efforçant, non pas de faire de la photographie *des couleurs*, mais de la photographie *en couleurs*, où l'on mit en œuvre diverses matières colorantes. A cet ordre d'idées appartient le procédé trichrome de Charles Cros et Ducos du Hauron, qui consiste à obtenir la gamme des couleurs au moyen de trois couleurs fondamentales, tels le rouge orangé, le vert et le violet. La photographie donne une série de négatifs monochromes, qui sont teints artificiellement. Chaque négatif sert à obtenir le positif de la couleur sensiblement complémentaire, et il faut en faire la superposition, ce qui présente de sérieuses difficultés. Divers procédés pour la photographie indirecte des couleurs ont été ensuite proposés. On connaît les beaux résultats obtenus dans cet ordre d'idées par notre confrère M. Louis Lumière. Celui-ci emploie des écrans formés d'une plaque de verre sur laquelle on dispose une couche mince formée d'éléments microscopiques. Ces éléments sont colorés en rouge orangé, vert et violet, pris en proportions convenables ; la couche est recouverte d'une émulsion sensible panchromatique, et la plaque est employée à l'envers du sens ordinaire, c'est-à-dire avec le verre en avant.

\*  
\* \*

Mais arrivons à la photographie *directe* des couleurs qui fut réalisée,

comme on sait, avec un plein succès par Lippmann. On peut rattacher son admirable découverte à des phénomènes depuis longtemps classiques se présentant avec les ondes sonores. Supposons que celles-ci se réfléchissent contre un mur; l'onde incidente se rencontrera avec l'onde réfléchie, et il se formera une onde stationnaire résultant de la superposition des deux mouvements. Il y a des plans parallèles au mur, où les vibrations dans les deux ondes ont des vitesses qui se détruisent; ce sont les plans nodaux de la vitesse. Il y a aussi des plans où l'amplitude de la vibration résultante est maxima; ce sont les plans ventraux de la vitesse. Un autre élément est la condensation, qui a aussi ses nœuds et ses ventres. Deux plans consécutifs de chaque série sont distants d'une demi-longueur d'onde. Des expériences classiques dues à Savart ont mis depuis longtemps en évidence ces divers résultats.

Malgré certaines différences, les considérations précédentes sont dans leurs grandes lignes applicables à une onde lumineuse, que l'on suppose provenir des vibrations de l'éther, et qui se réfléchit sur du mercure; telle est l'analogie qui a guidé Lippmann. Il fut ainsi amené à penser que dans une émulsion transparente de gélatinobromure à grains fins mise en contact avec une surface de mercure réfléchissant la lumière, le faisceau lumineux arrivant normalement et le faisceau réfléchi donneraient naissance à des ondes stationnaires. La couche de gélatinobromure devrait être impressionnée sur les plans ventraux de la vitesse, et l'on obtiendrait ainsi un petit édifice formé de lamelles d'argent réduit. Il serait susceptible d'être fixé par les procédés ordinaires de la photographie, et l'on pouvait présumer que, éclairé par la lumière blanche, chacun de ses éléments réfléchirait seulement les radiations qui l'avaient impressionné.

Ces déductions autorisaient de grandes espérances, mais il y avait loin de la conception à la réalisation. C'est seulement au bout de cinq ans de recherches patientes que Lippmann trouva l'émulsion convenable. Outre la transparence, elle devait présenter un grain très réduit, étant donnée l'extrême petitesse des longueurs d'onde; avec une lon-

gueur d'onde moyenne comme celle du vert, les surfaces réfléchissantes sont au nombre de *quatre mille* par millimètre, ce qui fait que le grain de la préparation doit avoir une dimension inférieure à un quatre-millième de millimètre. Chaque radiation a son édifice de lamelles, et il est assurément bien remarquable qu'il ne se produise pas entre les radiations des réactions troublant le phénomène, fait qui n'est pas sans analogie avec l'inscription sans trouble des sons simultanés d'un orchestre sur le disque d'un phonographe. Il est d'ailleurs nécessaire que les plaques aient une sensibilité uniforme pour toutes les couleurs; sinon, les images tendraient à être bleues ou violettes, les sels d'argent étant surtout sensibles à ces dernières radiations, ou bien il faudrait, comme Lippmann le fit d'abord pour les couleurs simples, avoir des temps de pose très inégaux. Fort heureusement M. Louis Lumière réussissait vers ce temps à préparer des plaques complètement transparentes et d'un orthochromatisme convenable pour la méthode interférentielle. Les difficultés restaient cependant considérables, et plus d'un physicien doutait du succès. Tout autre que Lippmann eût sans doute été découragé, mais devant tant d'obstacles la persévérance de notre Confrère fut étonnante, et un succès éclatant finit par couronner ses longs efforts. Des poses de une à deux minutes lui permirent enfin d'obtenir des clichés qui, projetés sur un écran, donnaient des portraits et des paysages admirables avec une parfaite justesse de ton et une variété infinie de nuances.

Malgré les brillants résultats obtenus, Lippmann ne se dissimulait pas que son œuvre avait besoin de perfectionnements, et il ne cessait d'y penser. Le procédé interférentiel fournit une épreuve unique, et il est désirable que cette épreuve puisse être multipliée à volonté. Dès 1900, Lippmann avait remarqué que des épreuves en couleur pourraient être obtenues par tirage au châssis-presse, si l'on parvenait à avoir assez vives sur la plaque photographique vue par transparence les couleurs complémentaires de celles des objets. On pourrait alors obtenir des épreuves sur un support insensible aux variations de l'humidité atmosphérique; ce n'est qu'à cette condition que l'on serait

sûr de la constance des résultats obtenus. Souhaitons que d'habiles techniciens, mettant la dernière main à l'œuvre de notre illustre Confrère, étudient ces problèmes, délicats sans doute, mais qui ne paraissent pas *a priori* insolubles.

\*  
\* \*

La tentative d'Edmond Becquerel, dont il a été question tout à l'heure, peut être rapprochée du procédé de Lippmann. En fait, les dépôts obtenus par Becquerel sur ses plaques, après exposition à la lumière, donnaient naissance à des stratifications par les ondes stationnaires; c'est l'explication qu'en avait donnée en 1868 le savant allemand Zenker, et que confirma plus tard Lord Rayleigh. Malheureusement l'édifice n'ayant pas été fixé et ne paraissant pas susceptible de l'être dans les conditions où l'on opérait, la photographie obtenue disparaissait rapidement.

On a rapproché aussi quelquefois du nom de Lippmann celui d'Otto Wiener. Ce physicien fit en effet vers le même temps de remarquables expériences, mais où il ne se proposait nullement de réaliser une photographie des couleurs, et il serait plus qu'injuste de lui attribuer la moindre part dans le développement des idées de Lippmann, qu'avait guidé simplement l'analogie acoustique. Le but de Wiener fut d'abord de mettre en évidence les ondes stationnaires dont nous avons parlé plus haut; il plaçait à cet effet devant le miroir une pellicule photographique très mince qui coupait les divers plans nodaux. Dans une autre expérience un faisceau de lumière polarisée tombait sur le miroir sous un angle de  $45^\circ$ , et du fait que des interférences se produisaient entre les rayons directs et réfléchis quand la lumière était polarisée parallèlement au plan d'incidence, il concluait que les vibrations sont normales au plan de polarisation. Cette conclusion suppose, comme le fit remarquer alors Henri Poincaré, que l'impression photographique provient de la force vive du mouvement vibratoire de l'éther, car elle serait autre si l'on admettait que cette impression dépend de la déformation élastique et non du mouvement

vibratoire. Cette question se présente d'ailleurs tout autrement aujourd'hui avec la théorie électromagnétique de la lumière, où une onde polarisée rectilignement est caractérisée dans les milieux isotropes par deux vecteurs rectangulaires, le vecteur électrique et le vecteur magnétique, et où l'on peut ici montrer sans ambiguïté que le plan de polarisation est perpendiculaire au premier d'entre eux, qui est en fait le vecteur chimiquement actif.

Les problèmes relatifs à la photographie ne cessaient de préoccuper Lippmann. En 1908, il émit à ce sujet dans une Note des Comptes rendus des idées extrêmement originales sur ce qu'il appelle la *photographie intégrale*. Ce qui se passe dans la vision des insectes paraît avoir été l'origine de ses réflexions à ce sujet. On sait que l'appareil visuel de ces animaux est formé d'un très grand nombre d'yeux extrêmement petits ayant chacun une cornée, un cristallin et une rétine. Il y en a vingt-cinq mille et plus chez certaines espèces, et il est vraisemblable que toutes ces images partielles formées sur l'ensemble des rétines donnent un relief fortement accusé. De plus cette disposition doit permettre aussi la variation du champ de vision suivant le déplacement de l'animal, et des objets différents peuvent ainsi lui apparaître successivement. Lippmann se demande donc s'il serait possible de réaliser un système de *photographie intégrale* permettant de rendre toute la variété qu'offre la vue directe des objets, et il indique le principe d'une solution de ce problème difficile. La plaque spéciale qu'il imagine aurait sur chacune de ses faces un grand nombre de petites saillies en forme de segments sphériques. La face antérieure de la pellicule, celle qui restera nue, est destinée à faire office de lentille convergente. Chacune des saillies de la face postérieure est enduite d'une émulsion photographique sensible, et doit recevoir l'image formée par la lentille antérieure correspondante de l'autre face. On a là un nombre très grand de petites lentilles, et la cellule formée par chacune d'elles et la portion de la couche sensible placée en regard constitue une chambre noire. La lentille est la cornée transparente, la couche sensible remplace la rétine; il n'y a pas de cristallin, la minuscule chambre noire

restant sensiblement au point pour tout objet un peu éloigné. L'ensemble des cellules rappelle l'œil composé des insectes.

Imaginons la plaque placée dans un châssis, et supposons qu'on découvre la face antérieure devant le sujet; on obtiendra autant d'images que de lentilles. Un raisonnement assez délicat, basé sur le principe du retour inverse des rayons lumineux et sur les conditions du fonctionnement de la pupille, montre à Lippmann que, après développement, fixation, inversion et redressement, on devra apercevoir une image *unique* du sujet, quand on regardera la plaque par transparence du côté de la face antérieure; cette image, suivant l'expression de Lippmann, nous représentera le monde extérieur s'encadrant en apparence entre les bords de l'épreuve, comme si ces bords étaient ceux d'une fenêtre ouverte sur la réalité.

La conception géniale de notre Confrère comportait de nombreuses difficultés d'exécution, et les quelques tentatives faites alors ne furent pas démonstratives. C'est seulement, semble-t-il, en 1925 qu'une vérification vraiment concluante fut faite des idées émises sur ce genre de photographies. Elle est due à un physicien de Marseille, M. Estanave, utilisant pour remplir le rôle de la plaque gaufrée ces minuscules loupes incrustées dans certains porte-plume d'enfants (loupes Stanhope); après avoir verni en noir leurs faces latérales, il les réunissait au nombre de onze cent soixante en un bloc rigide, au verso duquel l'émulsion fut étendue. Il obtint ainsi, dans les conditions indiquées par la théorie, des photographies d'objets très brillants. Quoique beaucoup reste à faire dans cette voie, on peut affirmer aujourd'hui que les prévisions de Lippmann sur les effets pouvant être réalisés par des assemblages de lentilles sont exactes, et que la photographie intégrale est possible.

\*  
\*\*

Quoique curieux surtout d'effets nouveaux, Lippmann n'a jamais cessé de s'intéresser au perfectionnement des instruments, en astronomie comme en physique. Il plaisantait parfois les astronomes auxquels il reprochait de prendre plaisir à accumuler les corrections

dans leurs mesures, en continuant à employer leur matériel traditionnel au lieu de chercher la suppression des causes d'erreur par l'emploi de nouveaux dispositifs. Le reproche était fondé il y a quelque trente ans; il le serait moins aujourd'hui, où les ressources de la mécanique et de la physique sont de plus en plus mises en œuvre dans les Observatoires.

Lippmann est revenu souvent sur la comparaison des durées d'oscillation de deux pendules et sur l'entretien électrique du mouvement. Ainsi il a étudié avec grand soin les conditions à réaliser pour entretenir le mouvement d'un pendule avec un minimum de perturbation, tout d'abord en donnant une percussion instantanée au moment du passage du pendule par la verticale, et ensuite en rendant très petite l'amplitude des oscillations. Plusieurs pendules à entretien électromagnétique, avec un dispositif Lippmann, ont été construites d'après ses indications, à l'Observatoire de Nice et à celui de Montsouris.

Une ingénieuse remarque de Lippmann a conduit à la création d'un curieux instrument astronomique. On sait que l'observateur qui veut suivre à l'équatorial un astre entraîné par le mouvement diurne doit se déplacer constamment. Foucault a obvié à cet inconvénient avec son *sidérost*, qui immobilise par réflexion l'image d'une étoile dans une direction arbitrairement choisie. Vue dans le miroir du sidérost, l'image du ciel n'est pas immuable; les autres étoiles paraissent tourner autour de celle qui a été choisie. En 1895, Lippmann montra comment on pouvait construire un appareil donnant une image immobile du ciel tout entier, appareil qui mériterait le nom de *cœlost*. La solution est remarquablement simple. L'axe autour duquel tourne le miroir étant dans son plan et parallèle à la ligne des pôles, on fait tourner ce miroir avec une vitesse correspondant à un tour en 48 heures sidérales dans le sens du mouvement diurne; dans ces conditions l'image d'une étoile quelconque reste immobile. En particulier, tout le champ d'une lunette visant constamment le miroir est fixe, tandis que dans le sidérost il tournait autour d'un point fixe. A la suite de la communication de Lippmann, le *cœlost*, dont on peut faire un instrument

de précision en raison de sa simplicité a été employé dans divers Observatoires américains, principalement pour les éclipses de Soleil; il peut aussi être utilisé pour la photographie du Ciel.

Dans la Physique du Globe, comme dans l'Astronomie, notre Confrère cherchait à apporter des solutions élégantes et simples dans les problèmes que pose la technique instrumentale. A plusieurs reprises, il s'est intéressé à la sismologie, et il a indiqué le principe d'un sismographe à colonne liquide.

L'esprit de Lippmann était constamment en travail. Il jetait les idées à pleines mains, sans se préoccuper toujours de leurs réalisations, et il aimait à entretenir de ses projets le Bureau des Longitudes, auquel il appartenait depuis 1898. Plus d'une de ses suggestions pourra sans doute être fructueusement reprise; nous l'avons vu tout à l'heure avec sa belle conception de la photographie intégrale. Il disait peu de mois avant sa mort que, après sa mise prochaine à la retraite, il demanderait à entrer comme stagiaire à l'Observatoire de Paris pour achever de mettre au point certaines idées, notamment en ce qui concerne l'application à l'Astronomie de la méthode photographique qui devait remplacer de plus en plus la méthode visuelle.

\*  
\* \*

Tous ceux qui ont approché notre Confrère ont été frappés de sa distinction en même temps que de ses manières réservées, empreintes même parfois de timidité. Celle-ci s'accompagnait-elle de quelque méfiance; il se peut, car Lippmann savait que beaucoup d'amabilités sont intéressées. Il redoutait surtout d'être enrôlé dans ces petites chapelles que l'on voit fleurir dans les milieux scientifiques comme dans beaucoup d'autres, et où l'on arrive à perdre toute indépendance dans les jugements. Il pouvait se tromper; mais, quand il faisait une recommandation, les considérations scientifiques comptaient seules pour lui. Au reste, ménager de son temps, il intervenait rarement dans nos discussions tant à l'Académie qu'à la Faculté des sciences.

Chacun sait que d'illustres savants, tels Newton et Ampère,

furent extrêmement distraits. Lippmann l'était beaucoup moins qu'il ne paraissait. Il le fut cependant un jour dans son cours de la Sorbonne. Au début d'une leçon, il avait fait une très belle expérience. Émerveillés, les auditeurs applaudirent. Comme les applaudissements indiquaient habituellement la fin de la leçon, Lippmann se retira immédiatement.

J'ai déjà dit que de bonne heure les langues anglaise et allemande lui devinrent familières. Il était rare que l'on ne trouvât pas sur une table de son cabinet une revue anglaise. Très sensible à l'humour d'Outre-Manche, que de fois nous l'avons entendu citer, en riant de tout cœur, quelque plaisanterie d'un journal satirique anglais, comme le *Punch*, plaisanteries qui, il faut d'ailleurs l'avouer, perdent beaucoup de leur sel en changeant de langue.

Dès son enfance le goût de la musique classique avait été développé chez Lippmann par sa mère douée de remarquables dons musicaux. Il y avait aussi chez lui un œil de coloriste très sensible aux effets produits par la dégradation des teintes. C'est en artiste que le physicien de la photographie directe des couleurs jugeait les plaques qui lui passaient sous les yeux dans les innombrables essais qui durèrent près de cinq années. Il prenait un plaisir extrême à contempler les effets de la lumière dans les paysages. Arrêté un jour dans un voyage en Écosse à l'entrée du Canal Calédonien par suite du repos dominical, il se promenait dans la campagne pour jouir du charme de ce pays, et rendait ainsi ses impressions dans une lettre à un ami : « Ce n'est pas le paysage rappelant l'Alpe suisse qui m'intéresse ici, écrit-il, mais il y a le ciel et la lumière : figurez-vous un ciel aussi vaste, aussi haut que ceux du Midi; mais couvert de nuages blancs, gris et noirs, percés de ciel bleu pâle, nuées inondées de soleil, d'autres laissant passer la lumière et tout cela visible à la fois; de longs *lochs* argentés allant rejoindre la mer entre d'immenses rangées de montagnes bleu foncé. Il semble que l'on voie à la fois, non pas un, mais plusieurs ciels et paysages mis bout à bout et s'en allant à l'infini. »

La conscience délicate de Lippmann avait parfois des scrupules

infinis. Dans le même voyage en Écosse, il s'embarqua un jour pour visiter l'île de Fingal. Le bateau ne pouvant aborder directement, il fallait passer d'abord dans une barque. Mais Lippmann, s'exagérant l'ampleur d'une très légère houle, ne voulut pas descendre parce qu'il avait promis à sa mère de ne pas s'exposer au moindre danger; il ne vit que de loin les célèbres colonnades de basalte.

En dehors de ses mémoires scientifiques, d'ailleurs fort courts, Lippmann a peu écrit. On doit le regretter, car il avait sur bien des points des idées originales, dont s'émerveillaient ses amis quand il les développait dans l'intimité. Sa mémoire aussi était prodigieuse; il pouvait réciter des actes entiers de nos grands classiques, et aussi de Shakspeare qu'il goûtait particulièrement. Je crois bien qu'il eût pu, sans aucune préparation, faire une conférence sur n'importe quel roman de Walter Scott.

La haute culture de Lippmann s'était encore affinée dans les milieux qu'il avait fréquentés à la suite de son mariage avec la fille de Victor Cherbuliez. Mêlée à la vie intellectuelle de son père, M<sup>lle</sup> Cherbuliez l'avait accompagné dans des salons, où se rencontraient des hommes de lettres et des artistes, comme Taine, Renan, Gaston Paris, Paul Dubois et bien d'autres. Cette vie nouvelle fut pour notre Confrère la source de grandes jouissances. De son côté M<sup>me</sup> Lippmann voulut s'associer aux recherches de son mari sur la photographie des couleurs. Se rendant maître de sa technique, elle fut pour lui une précieuse collaboratrice; on lui doit plusieurs des admirables photographies que Lippmann aimait à montrer.

\*  
\* \*

Les questions générales relatives à l'enseignement ont beaucoup préoccupé notre confrère. Il a plusieurs fois exposé ses idées à ce sujet dans des conférences ou des discours. Dans une conférence faite en 1904 au Musée pédagogique, il insiste sur ce que l'enseignement des sciences fait partie de la culture générale au même titre que l'enseignement des lettres, et par culture il entend une éducation dévelop-

pant certaines facultés, et non pas une instruction qui enrichit seulement la mémoire. Suivant lui le but de l'enseignement scientifique est de donner aux esprits toute la vigueur et la rectitude dont ils sont capables, en permettant de leur faire faire l'apprentissage de l'intuition intellectuelle. Les sciences mathématiques et les sciences physiques sont pour Lippmann celles qui se prêtent le mieux à cet apprentissage; il traite sévèrement la science purement verbale de l'élève qui répète la démonstration d'une loi ou d'un théorème, sans être capable d'en faire l'application à des cas très simples. Lippmann ne pensait pas que les sciences naturelles présentent le même avantage; sans doute, elles peuvent développer le sens de l'observation, ce dont par parenthèse il semble faire trop peu de cas, mais la partie descriptive de ces sciences lui paraît trop étendue, et la partie expérimentale trop savante pour de tout jeunes gens. Seuls, des problèmes de mathématiques et de physique exercent l'esprit d'invention, et donnent à l'élève, par une expérience personnelle, confiance dans le pouvoir de la science, qui ne lui apparaît plus alors comme une simple affaire de mémoire. Lippmann aimait à répéter ce mot qu'il avait entendu dire à l'illustre chimiste Henri Sainte-Claire Deville dans son cours à la Sorbonne : « Voyez-vous, mes amis, on ne sait bien que ce que l'on a découvert. » Il faut entendre apparemment par là qu'on sait mieux ce que l'on a retrouvé soi-même, et sous cette forme la boutade d'Henri Sainte-Claire Deville est exacte. N'exagérons rien cependant; on montre parfois trop de dédain pour la science livresque. Celle-ci forme la plus grande partie de la science de chacun de nous, et le livre est le plus commode et le moins coûteux des instruments pédagogiques.

En 1906, Lippmann fit, comme Président de l'Association française pour l'avancement des Sciences, un discours sur l'*Industrie et les Universités*. Il y prend vigoureusement à partie la torpeur de l'Industrie française, et le ton un peu âpre surprend tout d'abord dans la bouche de notre Confrère habituellement si réservé. Sauf de très rares exceptions, dit-il, il n'y a dans nos grandes usines que des laboratoires

d'essais; on n'y trouve pas de laboratoires de recherches. Tant qu'une fabrication se résigne à rester stationnaire, on peut se contenter d'un personnel technique expérimenté; quand la nécessité d'un progrès se fait sentir, il faut un personnel scientifique pourvu de laboratoires de recherches installé dans l'usine. L'Allemagne qu'il connaissait bien, d'autres pays encore, lui fournissaient des exemples.

Quelle est donc pour Lippmann la raison de notre infériorité; c'est que l'esprit scientifique est moins répandu en France que dans d'autres contrées de l'Europe, moins répandu même qu'aux États-Unis et au Japon. « La masse dirigeante en France, écrit Lippmann, a ses qualités, est très civilisée, passablement lettrée et plus artiste peut-être qu'en d'autres pays; mais elle ne croit pas à la science ou elle y croit trop tard. » La conclusion que Lippmann formule expressément est sévère : la pédagogie de notre enseignement secondaire est dans ses grandes lignes une pédagogie d'ancien régime, ayant une vue trop étroite de ce que doit être à notre époque une culture générale pour la jeunesse. Les discussions sur ces questions ne datent pas d'hier, et le dosage entre les sciences et les lettres est toujours à l'ordre du jour, se compliquant de la question des humanités classiques et des humanités modernes. Pour ma part, s'il m'est permis de donner ici mon opinion, je dirai seulement qu'au tempérament français, épris d'éloquence et de joutes oratoires et se grisant facilement de mots, il importe de donner de bonne heure, sur des exemples précis et simples, une idée de ce qui constitue la méthode scientifique, opinion à laquelle aurait, je pense, souscrit Lippmann. Je ne voudrais pas d'ailleurs laisser croire que notre Confrère faisait peu de cas des langues anciennes comme instrument de culture, quoique son goût naturel le portât plutôt vers les littératures modernes.

\*  
\* \*

Lippmann a enseigné à la Faculté des sciences pendant plus de quarante ans. Tout en s'acquittant de ces fonctions avec sa conscience habituelle, il n'était pas de ceux qui aiment l'enseignement en lui-

même, et prennent plaisir à débiter une leçon soigneusement préparée. Il reconnaissait cependant que la nécessité d'exposer une question doit obliger le professeur de Faculté à en faire la critique, et qu'ainsi l'enseignement et la recherche peuvent se trouver étroitement mêlés. Et puis, comme on l'a dit souvent, la meilleure manière d'apprendre n'est-elle pas d'enseigner. Notre Confrère s'attachait surtout dans son cours à montrer de belles expériences, sur lesquelles il avait longuement réfléchi, particulièrement en optique et en électrocapillarité. Parfois des digressions improvisées, pleines de finesse et même empreintes de quelque malice, venaient charmer l'auditeur.

La partie théorique de son enseignement était le plus souvent très simple, se ramenant presque sans calculs à l'utilisation de lois générales, comme la conservation de l'énergie et le principe de Carnot, dont nous avons donné plus haut de très beaux exemples. Il avait une grande méfiance des théories compliquées et des longs calculs. On pourrait apercevoir une ironie discrète dans les lignes suivantes qui terminent la Préface de ses Leçons sur les unités électriques absolues : « Je désire, écrit-il, avoir rendu l'étude de l'électricité plus facile pour les jeunes physiciens, peut-être aussi pour quelques mathématiciens curieux; ceux-là n'ignorent pas combien il importe en physique mathématique de savoir ce que l'on met dans les équations. » Le mot « ceux-là » semble témoigner de quelque réserve relativement aux mathématiciens, même curieux.

On comprend que, avec cette disposition d'esprit, Lippmann se soit montré réservé à l'égard de la théorie générale de la relativité, où apparaît tout d'abord une forme quadratique de différentielles relative à quatre variables. Parlant de ces questions avec lui <sup>(1)</sup>, j'ai été étonné de voir qu'il se refusait même à discuter les hypothèses physiques placées à la base de ce qu'on appelait alors la relativité

---

(1) Ces conversations furent l'origine d'une conférence que je fis en 1921 au Bureau des Longitudes sur la théorie de la relativité. Cette conférence a fait l'objet d'une Notice, publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1922 : *La théorie de la relativité et ses applications à l'astronomie*.

restreinte et les déterminations qui en résultent. Telles la constance de la vitesse de la lumière dans un système entraîné d'un mouvement uniforme, et la notion de simultanéité dans ce système pour des événements se passant en deux de ses points; tel encore, pour l'observateur entraîné, le choix d'une unité de longueur et d'une unité de temps se rapportant à un phénomène physique produit dans le système, par exemple la longueur d'onde d'une radiation déterminée. Quoi qu'on puisse penser de la théorie de la relativité et de ses diverses transformations, c'est un mérite des théories relativistes d'avoir appelé l'attention sur ce que la mesure du Temps en physique peut dépendre des instruments utilisés et des conditions où ils se trouvent, mais Lippmann ne voyait en tout cela que confusions verbales. Certes, il est inexact de dire, comme on l'a fait parfois, que les idées relativistes sont imposées par l'expérience; ainsi, on pourrait dès le début remarquer que l'on n'a jamais mesuré directement la vitesse mise par la lumière pour aller d'un point à un autre, mais celle qui correspond à l'aller et au retour. D'ailleurs, d'une manière générale, nous pensons aujourd'hui qu'aucune théorie ne peut prétendre à être nécessaire, et nous ne disons plus que son accord avec l'expérience démontre qu'elle exprime le réel. En se plaçant à ce point de vue d'un scepticisme fécond, on peut, sans se lancer des anathèmes comme on le fit jadis, discuter froidement les conséquences logiques de certaines hypothèses initiales de la théorie de la relativité. Mais Lippmann n'avait aucun goût pour des discussions qu'il trouvait trop subtiles.

Des savants français et étrangers ont travaillé dans le laboratoire de Lippmann, d'où sortirent de nombreuses recherches originales. Il n'a jamais eu d'élèves, au sens étroit du mot. Il estimait que l'idée d'une recherche scientifique doit venir de celui qui la poursuivra, et il allait jusqu'à dire que le physicien doit créer lui-même, au moins en une première tentative, le matériel de ses expériences, aucun appareil n'étant parfaitement adapté au problème qu'il se pose. Il faudrait sans doute faire ici des distinctions; il est des domaines où l'on travaille, si j'ose dire, en série, faisant des applications plus ou moins intéressantes

de certaines méthodes générales. Peut-être Lippmann ne rangeait-il parmi les recherches véritablement scientifiques que les travaux témoignant de quelque esprit d'invention.

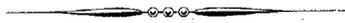
\*  
\* \*

Notre Confrère, dont les parents étaient de confession israélite, évitait avec grand soin les conversations d'ordre religieux. Il estimait inutile toute discussion sur des doctrines philosophiques ou religieuses qui lui paraissaient trop vagues, et auxquelles il reprochait d'avoir souvent armé les hommes les uns contre les autres. D'ailleurs, éloigné de tout dogmatisme, il ne faisait pas non plus de la science une religion. La pensée, qui a créé la science, restait pour lui une énigme ; il ne pouvait y voir l'épiphénomène cher à certaines écoles philosophiques. En réalité, comme ses amis de l'École Normale, Émile Boutroux et Jules Tannery, dont les idées ne furent pas sans influence sur lui, Lippmann soupçonnait dans la pensée une activité propre différente de ce qu'il connaissait des phénomènes mécaniques et physico-chimiques. L'essentiel de sa philosophie se résumait dans une sorte de foi spiritualiste, qu'il formulait un jour en ces termes : « Comment l'absence de pensée pourrait-elle créer la pensée. »

Lippmann, dépourvu de toute ambition, ne vivait que pour la recherche, et l'idée ne lui serait jamais venue de tirer quelque profit de ses découvertes. Admirons ce désintéressement des savants, assez commun en France dans la seconde moitié du siècle dernier, sans nous demander s'il ne serait pas juste que ceux qui profitent d'une découverte scientifique eussent, sous une forme ou une autre, quelque dette à payer. Absorbé dans son rêve de savant, Lippmann évitait le plus possible le contact avec la dure réalité, et il laisse le souvenir d'un homme dont la vie a dû être heureuse. La mort même le frappa presque subitement, sans qu'il ait eu à ressentir les atteintes de la vieillesse. En juin 1921, il partait pour le Canada avec la mission du Maréchal Fayolle ; quelques semaines après, il mourait en mer le 12 juillet 1921 sur le bateau qui le ramenait en France.

Toujours sur la brèche, parlant dans les diverses réunions en français ou en anglais, il avait été vraiment au Canada l'ambassadeur de la science française, et avait conquis la sympathie de tous. On en aura le témoignage dans un extrait d'une lettre de condoléances écrite à M<sup>me</sup> Lippmann par un Canadien français occupant dans son pays une haute situation : « J'ai gardé, écrivait-il, un souvenir attendri du temps que j'ai passé avec vous. Je dis attendri, parce que, nous qui vivons au milieu du matérialisme américain, ça nous réchauffe le cœur d'entendre un Français, tel que M. Lippmann, expliquer avec modestie son idéal de vie : un idéal si élevé, si désintéressé. Il parlait comme si c'eût été la chose la plus naturelle du monde que de sacrifier sa vie à la science. J'en étais tout ému, et j'ai senti, en l'entendant, comme si quelque chose de l'âme de la France venait, avec la brise du large, balayer les soucis de nos fronts et élever nos cœurs. Nous avons au fond de nous-mêmes une nostalgie latente pour la mère patrie, nous en souffrons souvent sans presque le savoir. Un mot fraternel venu de chez vous, comme un mot désagréable venu d'ailleurs qui nous fait sentir que la France est lésée ou méconnue, fait remonter à la gorge tous les regrets accumulés, tout le refoulé d'un chagrin vieux bientôt de deux siècles. Ceci vous fera peut-être comprendre ce que votre présence ici signifiait, le bonheur qu'elle nous a donné, et peut-être nous pardonneriez-vous d'avoir tant fatigué M. Lippmann. Tout le monde vous voulait à la fois, et M. Lippmann est vraiment mort au champ d'honneur, car il venait faire ici une œuvre de patriotisme, en nous apportant en sa personne ce que la France a de meilleur : la modestie dans la valeur. »

On ne saurait parler en termes plus justes et plus touchants du caractère si élevé du regretté Confrère, dont l'Académie conservera pieusement le souvenir.





LES

# AMMONITES DE LA CRAIE SUPÉRIEURE EN ÉGYPTÉ ET AU SINAÏ

PAR M. H. DOUVILLÉ.

---

En 1913 et 1914 <sup>(1)</sup>, je signalais les importantes découvertes de M. C. Barthoux dans le massif de Moghara, à l'est de l'isthme de Suez, comprenant au-dessus des grès du Sinaï les différents étages du Jurassique, l'Aptien, l'Albien, le Vraconnien, le Cénomaniens et le Turonien. En 1916 <sup>(2)</sup>, j'ai décrit les faunes du Crétacé inférieur; différentes circonstances m'ont empêché jusqu'à présent de compléter cette description par celle des récoltes faites dans le Crétacé supérieur et j'ai seulement signalé dans le Cénomaniens *Mantelliceras laticlavium*, et dans le Turonien *Acanthoceras Deveria*.

Plus récemment j'ai reçu en communication une série d'Ammonites recueillies dans le Crétacé supérieur de l'Égypte et du Sinaï, et il m'a paru intéressant de compléter par leur description les différents travaux déjà publiés sur ce sujet; c'est l'objet de ce Mémoire.

C'est ainsi que j'ai reçu de M. Hume, directeur du Service géologique de l'Égypte, par l'entremise d'abord de l'ingénieur Fourteau, puis de M. Creek du British Museum et enfin de M. l'inspecteur Sadek, plusieurs séries d'Ammonites recueillies dans ce Service et provenant en grande partie de la chaîne arabe; quelques autres avaient été recueillies sur les bords du plateau de Tih au nord du Sinaï. De cette même région provenaient d'anciennes récoltes faites en 1840 par Lefèvre et qui étaient conservées partie au Muséum d'histoire naturelle et partie à l'École des Mines. Enfin M. Sadek m'a également remis des échantillons qu'il avait recueillis dans le massif du Moghara.

---

<sup>(1)</sup> *C. R. Ac. des Sciences*, t. 157, p. 265, et t. 159, p. 365.

<sup>(2)</sup> *Mém. Ac. des Sciences*, 2<sup>e</sup> série, t. LIV, p. 1-184, Pl. I-XXI.

Cette étude, commencée dès 1913, a été interrompue par la guerre; je n'ai pu la mener à bonne fin que récemment.

### HISTORIQUE.

Les Ammonites du Crétacé égyptien nous étaient principalement connues par les récoltes du Dr Schweinfurth. D'après des échantillons provenant des environs des couvents de Saint-Paul et Saint-Antoine, Zittel (1) signalait en 1883 les espèces suivantes :

*Amm. Morreni*, Coq., *Amm. Vibrayanus*, d'Orb., *Amm. Martinpreyi*, Coq., *Amm. Mantelli*, Sow., associées avec *Hemiaster cubicus*, *Heterodiadema libycum*, *Sphaerulites Schweinfurthi* et *Exogyra olisiponensis*; c'est une faune nettement cénomanienne.

Il ajoutait d'après les collections du même explorateur déposées au musée de Munich et provenant de Wadi el Morr, *Amm. cf. Ewaldi*, Buch, *Amm. cf. Footeanus*, Stoliczka.

Ces mêmes collections ont été plus tard l'objet de travaux importants :

Solger en 1903 (2) donnait une description détaillée d'un échantillon de Wadi el Mor, sous le nom de *Pseudotissotia segnis*, n. sp.

En 1904, Fourtau (3) nous fait connaître quelques espèces intéressantes parmi lesquelles *Nautilus Munieri* du Cénomanién, *Tissotia Fourneli*, à qui il rapporte, non sans hésitation, quelques-uns des nombreux moules d'Ammonites que l'on rencontre si abondants en quelques points du massif d'Abou Roach et qui ont été attribués par quelques auteurs à *T. Tissoti*; il rapporte quelques autres à *T. Ficheuri*, de Gross. Il décrit ensuite quelques espèces nouvelles : *Neolobites Peroni* (nom préoccupé par Hyatt et changé plus tard par Pervinquier en *N. Fourtau*), *Schlönbachia Quaasi*, Peron, du Cénomanién supérieur (qui, d'après Eck, ne serait qu'un jeune de *Ps. segnis*), *Ammonites Pioni*, Peron et Fourteau (insuffisamment défini) également du Cénomanién supérieur. Il figure enfin un fragment de *Baculites anceps* du Campanien de Wadi am Rockam.

(1) ZITTEL, *Die Sahara; Ihre physische und geologische Beschaffenheit* (*Beitr. z. geol. und Pal. der libyschen Wüste, Paleontographica*, vol. XXX, 1883).

(2) *Ueber die Jugendentwicklung von Sphenodiscus lenticularis, Owen, und seine Beziehungen zur Gruppe der Tissotien* (*Zeitsch. d. deutschen geol. Ges.*, t. LV, p. 69).

(3) *Contribution à l'étude de la faune crétacique d'Égypte* (*Bull. Institut égyptien*, 4<sup>e</sup> série, vol. IV, p. 231 à 349, Pl. I à V, 5 figures dans le texte).

En 1903, H. von Staff et Otto Eck <sup>(1)</sup> révisaient et étudiaient le genre *Neolobites*; puis ce dernier auteur, poursuivant ses études sur la collection Schweinfurth, publiait successivement à ce sujet trois Notes intéressantes <sup>(2)</sup> en 1909, 1910 et 1911; dans la plus importante il nous faisait connaître trois espèces nouvelles, *Fagesia bomba*, *Tissotia Schweinfurthi*, *T. securiformis*. Enfin en 1914, il complétait son étude par la description complète des Céphalopodes recueillis par Schweinfurth <sup>(3)</sup>. Dans cet important Mémoire, les *Neolobites* sont étudiées minutieusement; les *Neol. Brancai* et *Schweinfurthi*, considérés comme nouveaux, ne sont peut-être que des variétés; l'auteur signale en outre du W. Mor une variété du *Neol. Fourtaui*, Pervinquière (= *Peroni*, Fourtau non Hyatt) comme ayant en plus une ou deux selles auxiliaires. Certains échantillons sont bien usés et d'une détermination douteuse; c'est le cas par exemple pour les échantillons rapportés au genre *Hoplitoïdes*; l'auteur cite *H. cf. mirabilis* et figure un *H. ingens* dont la cloison ne paraît pas avoir le caractère de ce genre. Bien mal conservé est également l'*Acanthoceras* cf. *Footeanum*; *Fagesia bomba* avait été figuré dans la Note de 1909; un autre échantillon mal conservé et non figuré est rapproché de *F. thevestensis* Peron. L'auteur signale plusieurs espèces des *Vascoceras* de Choffat, *V. cf. amierensis*, *V. Kossmati*, *V. barcoicensis* (celui-ci seul figuré, est indiqué comme usé, sans côtes ni tubercules) et en outre *V. Durandi*, Thomas et Peron.

Particulièrement intéressante est la description détaillée du *Pseudotissotia segnis* figuré à tous les âges depuis un diamètre de 18<sup>mm</sup> jusqu'à celui de 67<sup>mm</sup>; une dizaine de figures représentent le tracé de la cloison à tous les âges, toujours caractérisée par la dissymétrie du premier lobe; le *Schlönbachia Quaasi*, de Fourtau n'est, dit-il, qu'une forme jeune de cette espèce. Dans les *Tissotia*, l'auteur signale dans la région du Caire deux espèces algériennes *F. Fourneli* et *T. Tissoti*; en outre, il figure à nouveau *T. Schweinfurthi* et un fragment de *T. securiformis*, ce sont les deux espèces qu'il avait instituées dans

<sup>(1)</sup> Ueber Notwendigkeit einer Revision d. genus *Neolobites* (*Zeitsch. d. Ges. naturf. Freunde*; année 1908, n° 9).

<sup>(2)</sup> OTTO ECK, *Bemerkungen über drei neue Ammoniten aus der oberen ägyptischen Kreide* (*Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde*, n° 3, année 1909, p. 179 à 191, fig. 1 à 4); *Vorläufige Mittheilungen über die Bearbeitung der Cephalopoden der Schweinfurth'schen Sammlung und über die Entwicklung des Turons in Aegypten* (*Monatsber. d. deutschen geol. Gesellsch.*, vol. LXII, année 1910, n° 4, p. 379 à 387); *Die Cephalopoden der Schweinfurth'schen Sammlung aus d. oberen Kreide Egyptens* (*Inaugural Dissertation z. Erl. d. Doktorwürde; Phil. Fac. d. Friedrich-Wilhelms-Univ. zu Berlin*); 43 pages.

<sup>(3)</sup> OTTO ECK, *Die Cephalopoden der Schweinfurth'schen Sammlung aus d. oberen Kreide Aegyptens* (*Zeitsch. d. deutschen geol. Ges.*, vol. LXVI, avril-juin 1914, p. 179-216, 20 figures dans le texte, Pl. IX à XIX).

sa Note de 1909. Mais si l'on se reporte aux cloisons qu'il avait figurées, il est facile de reconnaître qu'elles diffèrent entièrement des vrais *Tissotia*, tandis qu'elles reproduisent la disposition caractéristique du *Ps. segnis*, dont ces formes ne sont probablement que des variétés. Un fragment figuré est attribué au genre *Hemitissotia*. Je signalerai enfin la figuration du type du *Libycoceras Ismaelis*, Zittel et d'un *Nautilus Mermeti*, Coquand, avec sa variété *Munieri*, du Cénomaniens; des fragments insuffisamment conservés sont rapprochés du *Pachydiscus Menu*, Forbes.

En résumé, si on laisse de côté les échantillons douteux ou insuffisamment conservés, on voit que les faunes particulièrement étudiées par l'auteur se réduisent presque pour le Cénomaniens au *Nautilus Mermeti* et au *Neolobites Fourtaui* avec ses variétés, et pour le Turonien au *Pseudotissotia segnis* avec ses nombreuses variétés et au *Fagesia bomba*.

Quelques années auparavant, en 1900, Blanckenhorn<sup>(1)</sup> avait publié un Mémoire très important sur la Géologie et la Paléontologie de l'Égypte; dans ce travail, il décrit successivement les différents étages du terrain créacé et leur répartition régionale; la partie paléontologique avec ses listes de fossiles nombreuses et détaillées est particulièrement intéressante. J'y signalerai la brève proposition d'une espèce nouvelle d'Ammonite, *Libycoceras chargense*.

#### CLASSIFICATION.

On sait toute l'importance des Ammonites pour la détermination de l'âge des couches, aussi ces fossiles ont-ils été l'objet de travaux extrêmement nombreux; les genres ont été multipliés et les déterminations sont devenues très difficiles. Ceux de la craie supérieure en Afrique sont particulièrement intéressants à cause de leur abondance et de leur bonne conservation; malgré les descriptions qui en ont été faites, le sujet ne semble pas encore épuisé et il m'a paru intéressant de faire connaître en détail les récoltes faites en Égypte, d'autant plus que la classification elle-même a besoin d'être révisée.

Comment doit-elle être établie? Il est nécessaire de tenir compte de tous les caractères et dans l'ordre de leur importance. La forme générale donne ordinairement de bons caractères spécifiques, mais il faut tenir compte des différences souvent considérables que l'on peut observer entre individus d'une même espèce; on peut fréquemment distinguer des formes épaisses à ombilic

---

<sup>(1)</sup> BLANCKENHORN, *Neues zur Geology und Paläontology Aegyptens* (Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges., année 1900, p. 21-47).

large et des formes minces à ombilic étroit, et ordinairement ces dernières sont bien moins ornées. On les a quelquefois considérées comme des espèces distinctes bien que les formes de passage ne soient pas rares; ce ne sont guère que des variétés dues probablement à quelques différences dans le genre de vie des animaux. On sait aussi que la forme des adultes diffère souvent de celle des jeunes; on peut observer des différences du même ordre entre des espèces du même genre et l'on peut être ainsi amené à placer des espèces à section ogivale à côté d'espèces à section ovale.

Le mode d'ornementation est ordinairement constant dans un même genre, mais son intensité peut varier beaucoup: des tubercules en se multipliant peuvent donner naissance à des carènes et l'on passe ainsi des formes tuberculées à des formes uni, bi ou tricarénées. Par contre, la disparition de tubercules terminaux permet aux côtes latérales de se rejoindre sur la ligne siphonale en y formant des côtes transverses.

Un caractère de première importance est donné par la disposition de la cloison; j'ai insisté précédemment sur les considérations tirées de sa forme générale, ce que j'ai appelé le plan de la cloison, mais il faut souvent tenir aussi compte de la forme des éléments et de leur plus ou moins grande complication; ainsi dans les vrais *Lytoceras*, les selles et les lobes sont bifurqués, tandis que le développement du premier lobe peut donner naissance à de véritables lobes auxiliaires; d'autre part, dans certains groupes, les selles et même les lobes peuvent devenir presque aussi simples que dans les Cératites; c'est un caractère infantile qui persiste plus ou moins longtemps et quelquefois même jusqu'à l'âge adulte comme dans les *Neolobites*. Dans les espèces où les lobes et les selles sont peu découpés, il est souvent difficile de distinguer les lobes accessoires du premier lobe latéral: c'est le cas par exemple pour les *Knemiceras*, où j'avais d'abord distingué trois lobes accessoires, ce qui plaçait ce genre entre les *Placenticeras* et les *Engonoceras*, tandis que maintenant je serais porté à n'en plus distinguer qu'un seul, dérivant plutôt de l'élargissement et de la division de la première selle.

#### Pulchelliidés.

Les formes les plus répandues dans le Crétacé supérieur africain paraissent dériver des Pulchelliidés de la craie inférieure très bien décrits par Nicklès en 1891 et 1914<sup>(1)</sup>.

Le plan de la cloison reste constant: on distingue toujours un premier lobe principal suivi de deux ou trois autres de grandeur régulièrement décroissante.

---

<sup>(1)</sup> *Contribution à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne (Mém. S. G. F. Paléontologie, I, 1891, et IV, 1894).*

Dans les formes jeunes, ou de petite taille, les lobes et les selles sont simples et arrondis (*Pulchellia Schlumbergeri*); dans *P. compressissima*, le premier lobe commence à se découper, puis peu à peu on voit ces denticulations se développer sur tous les éléments. Dans le premier lobe, on distingue habituellement deux lobules terminaux, tandis que la première selle est divisée par un lobule médian.

Au point de vue de la forme extérieure, Nicklès avait distingué trois groupes, suivant que la coquille était bicarénée, carénée ou à région ventrale arrondie; le premier groupe, disait-il, est bien homogène, les cloisons y paraissent plus simples et présentent à un haut degré le type cératitoïde, abstraction faite de la première selle toujours bifide. Dans le second groupe, la carène n'apparaît que plus ou moins tardivement et les cloisons sont ordinairement plus découpées.

L'ornementation est toujours formée de côtes un peu ondulées, légèrement infléchies en avant du côté extérieur; elles sont tantôt fines, tantôt plus ou moins épaisses et confluentes ou bifurquées vers l'ombilic; elles se terminent souvent par un tubercule tronqué transversalement et donnant naissance à une carène latérale discontinue.

Nous retrouverons ces caractères dans les espèces de la craie supérieure; j'ai essayé précédemment (1) de montrer comment ont pris naissance les principaux genres de cette famille; je renvoie à cette Note pour la bibliographie. Je passerai successivement en revue les différents genres représentés en Égypte.

#### GENRE KNEMICERAS, BÖHM.

Böhm en 1898 (2) a appelé l'attention sur les Ammonites dont la cloison se compliquait par le développement de lobes adventifs, à l'extérieur du premier lobe et il distinguait plusieurs genres *Indoceras*, *Placenticeras* et *Sphenodiscus*, *Knemiceras*, *Engonoceras*, caractérisés par le nombre de ces lobes adventifs qui seraient de 1, 2, 3 et 4. J'ai montré plus haut combien il était quelquefois difficile de déterminer le nombre de ces lobes. C'est ainsi qu'après avoir admis avec Böhm qu'il existait trois lobes adventifs dans *Knemiceras*, j'ai été amené à réduire leur nombre à un seul, et encore ce lobe ne serait-il peut-être que le développement d'un des lobules de la première selle notablement élargie par suite de l'écartement des deux carènes de la région siphonale.

(1) *Évolution des Pulchelliidés* (Bull. Soc. géol. de France, 4<sup>e</sup> série, t. XI, année 1911, p. 285).

(2) *Ueb. Ammonites pedernalis*, *Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft*, vol. L, p. 183.

Si l'on examine en effet soit les cloisons du *Knemiceras Ebrayi* <sup>(1)</sup> de l'Albien de Cosne, soit celle du *Kn. priscum* <sup>(2)</sup> et du *Kn. Uhligi* <sup>(3)</sup> du Moghara, il est difficile d'y voir une division du premier lobe comme je l'avais pensé d'abord; il semble plutôt que le lobe accessoire est le développement du lobule *s'l*, tandis que le premier lobe est réduit à *l'v*; *l'd* moins important devant être attribué au second lobe, tandis que *II* deviendrait le troisième. D'après cette manière de voir, il devient facile de rattacher la cloison du *Kn. priscum* à celle des *Pulchellia*, par exemple à celle de *P. Mariolæ*. L'analogie est même telle qu'on pourrait se demander si *Kn. priscum* ne serait pas encore un *Pulchellia*, et cela d'autant plus que la forme très mince et l'ornementation (*loc. cit. Pl. XVI, fig. 7 et 8*) rappellent certaines espèces de ce dernier genre.

On voit ensuite dans *Kn. gracile* (*Ibid.*, *fig. 9*) la coquille se renfler; les cloisons sont moins découpées et l'on passe progressivement aux formes jeunes du *Kn. Uhligi* (*Ibid.*, *fig. 3*) encore relativement minces, puis aux formes adultes renflées (*Ibid.*, *fig. 5 et 6*) qui ne se distinguent du *Kn. syriacum* que par ses cloisons plus dentelées; dans les échantillons types de Syrie, les selles sont plus étroites et les dentelures se réduisent à un seul lobule, tandis que les lobes sont relativement simples et découpés seulement dans la partie postérieure. En réalité, la disposition de la cloison dans *Kn. syriacum* est celle que l'on observe dans l'âge moyen des échantillons du *Kn. Uhligi* du Moghara; on pourrait en conclure que ceux-ci représenteraient en réalité la forme complètement développée et adulte du *Kn. syriacum*.

KNEMICERAS SYRIACUM, Buch (*Pl. I. fig. 1 abc*).

1843. *Ammonites Syriacus*, Buch, *Actes de la Soc. helvétique des Sc. naturelles de Genève*.  
 1849.       "       "       Buch, *Ueber Ceratiten*, p. 20, Pl. VI, fig. 1 à 3; cloison figurée Pl. VII, fig. 1. C'est le tirage à part de la communication faite en 1848 à l'Académie de Berlin.  
 1852.       "       "       Conrad, *Official report*, p. 221, Pl. XIV, fig. 74.  
 1884.       "       "       Hamlin, *Mem. Mus. compar. Zoology*, vol. n° 3, p. 11.  
 1898. *Knemiceras Syriacum*, Böhm, *Zeitsch. d. deutschen geol. Ges.*, vol. L, p. 200.  
 1903.       "       "       Hyatt, *Pseudoceratites of the cretaceous*, p. 146, Pl. XVI, fig. 4-8.

Cette espèce est essentiellement caractérisée par sa forme, largement tronquée dans la région siphonale et, par son ornementation, formée de tubercules

(1) H. DOUVILLÉ, *Évolution des Pulchelliidés*, p. 316, fig. 62.

(2) H. DOUVILLÉ, *Terrains secondaires du Moghara*, p. 124, fig. 37.

(3) H. DOUVILLÉ, *Ibid.*, p. 126, fig. 38 à 40.

ombilicaux très saillants au nombre de 6 environ, d'où partent de larges côtes radiantes entre lesquelles on en distingue ordinairement deux autres plus courtes; toutes ces côtes se terminent par des tubercules transverses dont la succession forme les carènes qui limitent la troncature de la région siphonale.

Les cloisons présentent deux lobes principaux d'abord étroits, puis élargis à leur extrémité où ils sont légèrement denticulés; nous avons vu plus haut que le premier serait un lobe accessoire, tandis que le second représenterait le premier lobe externe. La première selle est divisée par un lobule supplémentaire, et les autres selles sont également divisées mais par un lobule moins important.

J'ai rapporté précédemment au *Kuemiceras Uhligi* une forme très voisine recueillie par M. Barthoux dans le massif du Moghara, et qui ne s'en distingue guère que par ses cloisons lobes et selles, plus complètement denticulées; ces caractères ne sont d'ailleurs bien marqués que sur les grands échantillons adultes et quand la conservation est parfaite. Il semblerait d'autre part que ces deux formes ne sont pas rigoureusement du même niveau, *Kn. Uhligi* apparaissant dans l'Albien, tandis que *Kn. syriacum* serait vraconnien.

L'échantillon figuré a été recueilli par M. Barthoux au G. Chebreouet, à l'ouest au grand lac amer et au-dessous de l'*Hemiaster cubicus*; il serait donc bien vraconnien et représenterait le niveau le plus ancien, dans l'Égypte proprement dite; c'est ce qui fait son intérêt.

#### GENRE NEOLOBITES, FISCHER.

Ce genre a été proposé par Fischer en 1882 (*Manuel de conch.* p. 389) pour le groupe ayant pour type *Amm. Vibrayanus*; il est caractérisé dit-il, par ses lobes et ses selles simples, non découpés et ressemblant à ceux des *Lobites* triasiques. Il dit d'abord que la coquille est aplatie, à carène aiguë, ce qui est inexact, l'auteur de l'espèce type, d'Orbigny, mentionnant expressément que l'espèce présente un « dos comprimé, carré, pourvu sur les angles d'une série de petits tubercules peu saillants », c'est donc bien une forme bicarénée. Elle est ornée de côtes simples rayonnantes, peu marquées, partant de l'ombilic et s'étendant jusqu'aux deux tiers de la largeur. Les cloisons, ajoute-t-il sont très remarquables et tout à fait exceptionnelles, divisées de chaque côté en six lobes entiers non digités; selles également sans découpures.

Comme je l'ai indiqué plus haut, c'est la persistance jusqu'à l'âge adulte de la disposition que présentent les *Pulchellia* dans le jeune âge. La forme et l'ornementation sont également très analogues. Ces caractères du type se retrouvent sans modifications importantes sur toutes les espèces de ce genre; malgré cela, MM. Von Staff et Otto Eck avaient en 1908 considéré comme

nécessaire, une revision de tout ce groupe<sup>(1)</sup>, et M. Eck, dans cet ordre d'idées, en a examiné et décrit les échantillons de la collection Schweinfurth. Ce travail est accompagné d'une Bibliographie très-complète de toutes les espèces du groupe.

Parmi les espèces retenues par Otto Eck, je citerai :

*Neol. Peroni*, institué par Hyatt pour une espèce de Peron à forte ornementation et à renflements périombilicaux, qui semble établir un passage à *N. Vibrayanus*;

*Neol. Brancai*, n. sp., où la selle externe serait divisée par un lobe adventif;

*Neol. Schweinfurthi*, n. sp., qui présenterait autour de l'ombilic des indications de tubercules allongés et sur la région externe des tubercules nombreux, en partie assez épais et peut-être même des côtes; ces caractères rappellent bien *N. Peroni*.

Enfin une quatrième espèce déjà décrite par Fourtau, et très peu ornée, *N. Fourtaui*, Pervinquière.

Toutes ces formes qui occupent à très peu près le même niveau, le Cénomanién, ne sont peut-être que des races africaines du *N. Vibrayanus* européen.

NEOLOBITES FOURTAUI, Pervinquière (*Pl. I, fig. 2 ab, 3 ab*).

1904. *Neolobites Peroni*, Fourtau, *Contribution à l'étude de la faune crétacique d'Égypte* (*Bull. Inst. égyptien*), p. 253, fig. 2, non Hyatt.  
 1907. » *Fourtaui*, Pervinquière, *Études de Paléontologie tunisienne*, t. I, p. 209, Pl. VIII, fig. 2, 3 ab, 4 ab, 5 ab, 6 ab.  
 1908. » » Otto Eck, *loc. cit.*

Cette espèce se distingue, dit Fourtau, du *N. Vibrayanus* par sa ligne suturale à lobes très étroits et à selles très larges, en forme d'anse de panier; le type qu'il a figuré est peu orné; il présente de courtes côtes peu marquées autour de l'ombilic et de faibles ondulations partant des tubercules allongés qui bordent la troncature externe. Pervinquière a fait voir que le nom spécifique de *Peroni* avait été donné précédemment par Hyatt à une autre espèce du même genre et il l'a changé en *Fourtaui*; il a figuré en même temps plusieurs échantillons de cette espèce montrant que son ornementation ainsi que le diamètre de l'ombilic peuvent varier d'une manière notable.

Les échantillons que j'ai figurés ont été recueillis dans le désert arabe entre Haouaschich et Tarfa (Camp 36). L'un d'eux (*Pl. I, fig. 2 ab*) est presque lisse, le jeune présente deux carènes continues et c'est seulement dans l'adulte qu'elles

(1) I. Ueber die Notwendigkeit einer Revision des Genus *Neolobites*. — II. OTTO ECK, Bemerk. zu einigen *Neolobites* d. Samml. Schweinfurths (*Sitzungsbericht d. Ges. Naturforsch. Freunde, Jahrg.*, 1908, n° 9).

deviennent tuberculées. Le second échantillon plus robuste (*fig. 3ab*) présente autour de l'ombilic une série de renflements; les carènes sont formées d'une succession de tubercules aplatis distants de 5<sup>mm</sup> environ, il avait été rapproché du *N. Schweinfurthi*. Comme je l'ai dit plus haut, toutes ces formes sont bien voisines les unes des autres; comme elles caractérisent toujours le Cénomanién, elles ne paraissent représenter que des variétés.

La cloison (*fig. 1*) présente des lobes et des selles simples, arrondis; on

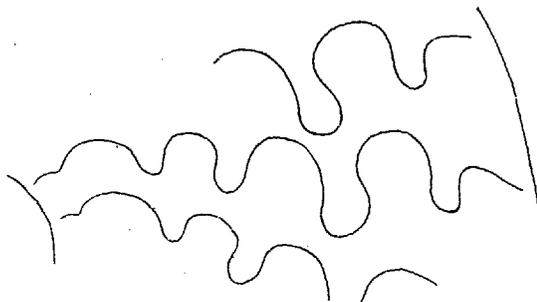


Fig. 1. — *Neolobites Fourtaui*, Perv.  
Désert arabique (camp. 36, entre Haouaschich et Tarfa). Gr. 2 fois environ.

distingue d'abord un lobe adventif, près de la carène, puis un lobe principal, suivi de deux autres de grandeurs régulièrement décroissantes; enfin un dernier à peine marqué.

#### Mantelliceratinés.

Ce groupe est caractérisé par des côtes rayonnantes inégales se terminant par des tubercules égaux, allongés transversalement, avant d'atteindre le plan médian; les côtes peuvent en outre présenter d'autres tubercules, en nombre variable. Les tubercules de la région externe peuvent disparaître plus ou moins tôt et alors les côtes se prolongent sur la région siphonale. La cloison se distingue par la grande largeur de la première selle et le développement du premier lobe toujours profondément divisé à son extrémité; on peut prendre par exemple, comme type de cette disposition, la cloison de *M. Martinpreyi* que j'ai précédemment figurée [*Évolution des Puchelliidés* (*Bull. Soc. Geol. Fr.*, 4<sup>e</sup> s., t. XI, p. 299, fig. 15)].

Ce groupe se distingue des Acanthocératinés, par l'absence de tubercules sur la ligne siphonale. La forme typique est le genre *Mantelliceras* principalement développé dans le Cénomanién. Les formes dérivées turoniennes se distinguent assez nettement et l'on a proposé pour celles-ci les genres *Mammites*, *Vascoceras*, *Fagesta*.