

*Paul Bronzeng*

# DUHEM

SCIENCE  
ET PROVIDENCE



UN

*un savant, une époque*

UN SAVANT, UNE ÉPOQUE

Collection dirigée par Jean Dhombres

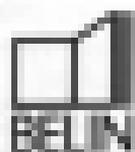
# DUHEM

1861-1916

## SCIENCE ET PROVIDENCE

par Paul Fournier

Professeur d'Adolphe Ferrière  
Membre correspondant de l'Académie des sciences



8, rue Élieux, 75006 Paris

1. **Introduction** | **Project Overview** | **Objectives** | **Scope**

2. **Methodology** | **Tools & Technologies** | **Development Process**

3. **System Architecture** | **Database Design** | **API Endpoints** | **Security Measures** | **Deployment Strategy** | **Testing & QA** | **Conclusion** | **Appendix**

## TABLE DES MATIÈRES

	Préface d'Adolphe Pataut	5
	Introduction	7
<b>CHAPITRES</b>		
	1. Jeunesse	11
	2. Premier combat	31
	3. L'entrée dans l'Université	47
	4. A la faculté de Bordeaux	63
	5. Philosophie de la physique	89
	6. Apport scientifique de Dubois	113
	7. L'histoire des sciences	135
	<b>Conclusion</b>	<b>151</b>
<b>ANNEXES</b>		
	Promotion 1882 des élèves admis à l'École Normale Supérieure (section Sciences)	155
	Liste des maîtres de conférences de l'École Normale Supérieure (section Sciences) en 1882	155
	Préface d'Oslander à <i>De revolutionibus orbium coelestium</i>	156
	Un document relatif à la réforme du calendrier	156
	Appel des personnalités favorables à l'Armée (3 janvier 1890)	157
	<b>Chronologie</b>	<b>161</b>
	<b>Index biographique</b>	<b>167</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>179</b>

## PRÉFACE

Pierre Dubem est un défenseur de la continuité en sciences et toute son œuvre est une réflexion des thèmes de rupture, de catastrophes et de révolutions. Il hérite et conserve une pensée dogmatique de l'environnement familial, religieux, social et politique de ses jeunes années et le maintien droit et simple comme une flèche. Brillant élève de la rue d'Ulm, il écrit d'abord une thèse et vaite — elle dérange tellement les idées en cours et l'homme en place — que la soutenance lui est refusée. Professeur remarqué à la faculté des sciences de Lille dans la proximité de Paris venant déjà à la fin du siècle derrière les normaliens penchés de venir à la Sorbonne, il est nommé à Rennes à la suite d'une respectable vacance institutionnelle, qu'un caractère différent du sien est occupé. Au bout d'un an, l'Université de Bordeaux l'accueille ; il y finit sa carrière, croyant toujours y être de passage.

Neuf ans plus, il consacre sa vie à diriger sa fille Hélène et à produire une œuvre considérable, à l'époque presque inconnue, dont l'importance commence seulement à frapper l'attention contemporaine internationale, ce que peut expliquer le renouveau de la physique mathématique. Une œuvre écrite comme sa vie, d'une large portée sociale, œuvre de physicien, de philosophe et d'historien.

Il était certains comme P. Lacombe, P. Langvin, A. Kastler et bien d'autres, que la dialectique ne peut pas se passer de l'histoire des sciences, idées qui, malheureusement répétées, n'auraient bien pu germer. Cette préface, courte et volontairement éphémère, invite le lecteur à découvrir ce livre que Paul Brusaing a consacré à Pierre Dubem dans la collection *Un vivant, une époque* dont l'objectif est de ne pas dissocier l'homme de son œuvre et de son histoire.

Mai mieux que Paul Brusaing, auteur d'une thèse magistrale sur Pierre Dubem, ne pouvait tracer cette globalisation.

A. BRUSAING

## INTRODUCTION

Le 14 septembre 1988, Pierre Dubois, professeur de physique théorique à la faculté des sciences de Bordeaux, membre non résident de l'Académie des sciences, meurt d'une angine de poitrine. Il est âgé de 51 ans. Il laisse derrière lui une œuvre considérable de physique, d'histoire des théories de la physique et de philosophie des sciences.

Étrange destin, ultime tragédie, Pierre Dubois disparaît prématurément à un moment où, semble-t-il, la communauté scientifique se prépare à reconnaître nombre d'aspects originaux d'une œuvre très controversée.

En s'engageant dans les affrontements de trois ordres, scientifiques, philosophiques, religieux, en prenant part, à la fin de ses études et au début de sa vie, avec conviction et fermeté, aux vifs débats politiques qui ont secoué la France, Pierre Dubois a conforté l'image peu flatteuse que ses adversaires s'attachaient à donner de sa personnalité, celle d'un homme autoritaire, intolérant, aussi bien que les jugements élogieux de ceux qui partageaient ses idées. Le poids insuffisant de ces derniers, dans la communauté scientifique, et, au contraire, l'exode de leurs propres dans la boue, ont plutôt contribué à l'oubli dans lequel est restée une part importante de l'œuvre de Dubois, en particulier son œuvre scientifique. On ne peut que regretter aujourd'hui l'incapacité de ses plus proches collaborateurs ou amis à valider et à diffuser les travaux de ce grand scientifique. Il faudra attendre 1992 pour qu'un premier ouvrage consacré à l'œuvre de Dubois soit publié en France par Pierre Humbert, professeur à la faculté des sciences de Montpellier. Il est vrai que l'œuvre scientifique de Dubois s'inscrit en marge des préoccupations principales de la communauté scientifique. En marge, parce que Dubois refuse de se limiter en effet dans les querelles d'écoles, mais des récentes découvertes sur la constitution de la matière. Pour Pierre Dubois les grands débats qui agitent la communauté scientifique ne constituent qu'une péripétie d'un travail allant toujours entre ceux qui, d'un côté, s'attachent à vouloir déterminer les causes premières des phénomènes et ceux qui, de l'autre, s'attachent à rechercher les lois et non les causes qui donnent à l'expérience un caractère mythique.

En attribuant à la physique un objectif précis, et limité, celui de classer et de représenter un ensemble de lois déduites de l'expérience dans le cadre d'une théorie constituée d'un système de propositions logiquement ordonnées et non d'une suite hiérarchique de recettes mécaniques ou algébriques, Dubois renvoie des à des atomes et notamment en refuse l'idée d'une « élite de la physique. En ce sens, sa démarche s'apparente quelque peu à celle d'Orsted<sup>1</sup>, héritier de l'énergétique, pour lequel l'ensemble des phénomènes peuvent être appréhendés comme la manifestation concrète d'un grand principe qui régit l'organisation du monde physique, l'énergie.

Mais l'approche de Dubois ne se confond pas avec celle d'Orsted. Le chimiste allemand, Dubois renouche, sans toujours l'affirmer clairement, une tendance à faire de l'énergie l'explication des choses et à étendre son propos à des domaines qui ne relèvent pas de la science. Pour Dubois, seule la méthode scientifique, et non l'énergie, présente un caractère de consécration, d'unité, de simplification et de pertinence. Nombre d'écoliers français ont fondé les travaux de Dubois. C'est pourquoi certains d'entre eux, notamment au début de la carrière de Dubois (entre 1884 et 1888), ont été imprimés hors de France, en Belgique par exemple.

Précisons enfin que certains manuscrits achetés, que Dubois était prêt à remettre à son éditeur au moment de sa mort, ont été retrouvés dans les cartons de sa maison de Calvignas plus de cinquante ans plus tard. C'est le cas des « Leçons sur les théories de la capillarité » qui auraient mérité, en raison de leur grand intérêt scientifique, un meilleur sort.

Certains documents attribués à Dubois, après la mort de Dubois, dans l'appartement qu'il occupait depuis 1896, rue de la Trinité, rattachés depuis rue Pierre Dubois, et transportés à Calvignas (petit village de Minervois, au pied de la Montagne Noire où Dubois possédait une maison de maître « l'Oréal des Alpes » et où son jardin était ouvert avant la fin des années 50. C'est à cette époque en effet que des scientifiques et historiens des sciences, américains pour la plupart, commencent à s'intéresser à l'œuvre de Dubois. La quête n'est pourtant pas terminée. Bien des documents ont été remis récemment à l'Académie des sciences (1991). Le fonds Dubois, ainsi constitué, après aux travaux déjà connus et publiés, contribue à réhabiliter une œuvre trop longtemps confondue ou méconnue. La consultation et l'étude de ces documents prouvent que l'héritier d'un Dubois gêné, victime de la médiocrité et de la méchanceté de quelques adversaires jaloux, n'est pas plus exacte que celle de scientifique connu dans l'étranger... promesse de recherches et de travaux inédits et valides. Il y a trop de raisons convaincantes à la science, à l'origine de ces interprétations, pour donner lieu à de tels jugements. L'esprit des affrontements n'était pas seulement la manifestation de divergences sur la conception de la physique. Elle portait également son origine dans les traitements qui ont secoué la société et l'économie françaises de l'époque, au point de les diviser en deux camps antagonistes. Dans les années 1875-1880, ce sont les fondements de l'organisation de la société française qui sont en débat... Pris d'un siècle après la Révolution, l'alternative République/monarchie n'est pas encore levée. Le choix irréversible en faveur de la République — entendons — date de l'adoption

1. Les personnes dans le titre ont suivi d'un ambrologie tout l'objet d'une notice biographique en annexes.

le 30 janvier 1875 du fameux amendement Wallon voté à une voix de majorité, et les affrontements sur cette question durèrent jusqu'à la fin de la III<sup>e</sup> République.

Autre diverge profond à propos de l'organisation de l'enseignement : la promulgation des premières lois qui consacrent en cause la toute-puissance de l'Église dans ce domaine datent des années 1880. La question souleva surtout de vives oppositions dans lesquelles toutes les composantes politiques vont prendre part. La politique de conquête coloniale, elle-même, favorisa la cristallisation de positions incompatibles qui se recroisent d'ailleurs pas nécessairement les autres diverges politiques. Par exemple, à l'époque, l'extrême droite monarchiste est hostile à cette politique et ce sont des républicains libéraux qui organisent les expéditions et consolident l'empire colonial. L'émergence, parfois viciée, des courants sociaux, le néoconservatisme et la structuration des organisations nouvelles (notamment des premières internationalistes), la prise de position éditoriales mais profondément marquées de la Commission en 1871 annoncent l'éclatement et les grandes fractures du xix<sup>e</sup> siècle.

Enfin, l'Affaire Dreyfus (1894-1899) affleura, mobilisa et divisa la nation en deux camps irréconciliables. L'Affaire favorisa l'affirmation des deux grands courants (de droite et de gauche) dans lesquels, bien au-delà des appartenances politiques ou religieuses, se reconnaissent et s'expriment encore les sensibilités profondes de nos contemporains, au risque, parfois, d'un affaiblissement du contenu concret des engagements. Par rapport à chacun de ces événements, Debord a clairement pris parti, et souvent un parti opposé à celui défendu par ses adversaires scientifiques. C'est pourquoi, la connaissance des événements marquants de la vie de Debord fournit quelque-une des clés, maintenant pas toutes. Elle donne certains éléments de cohérence à la vie et aux travaux de Debord, photographie des sciences, histoires des idées de la physique, scientifique, mais aussi homme et citoyen.

Il est évident que la connaissance de la vie de Debord est indispensable à la compréhension de son œuvre scientifique. C'est pourquoi, dans ce livre, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de l'homme et de son œuvre. Nous avons donc cherché à rassembler, dans une première partie, les éléments de sa biographie, de sa formation intellectuelle, de sa vie professionnelle, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie. Dans une deuxième partie, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de son œuvre scientifique, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie. Dans une troisième partie, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de son œuvre philosophique, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie. Dans une quatrième partie, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de son œuvre littéraire, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie. Dans une cinquième partie, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de son œuvre politique, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie. Dans une sixième partie, nous avons cherché à reconstituer, à partir de sources diverses, une image aussi fidèle que possible de son œuvre personnelle, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses engagements politiques, de ses relations avec les autres scientifiques de son époque, de ses positions sur les questions de physique et de philosophie.

## Jeunesse

### Un milieu conservateur

Pierre Dubernat naît le 9 juin 1861 à Paris. Son père, Pierre-Joseph Dubernat, est originaire du Nord de la France : il est commerçant, représentant ou associé des grandes maisons de l'industrie textile, à vivre dans un milieu relativement aisé, et a été élevé chez les pères jésuites à Brugeselles. La mort prématurée de son père devait précipiter l'arrêt de ses études. Il épousera Marie Fabre d'origine languedocienne dont la mère, née Hubault-Deforme, avait épousé François Fabre, né à Calmesgine. Les Hubault-Deforme, avec lesquels Pierre Dubernat restera très lié, étaient des bourgeois parisiens, serviteurs zélés de la monarchie. On retrouvera chez Pierre Dubernat cet attachement indéfectible à la religion et à la monarchie de la moyenne bourgeoisie conservatrice sur laquelle s'appuient et s'appuieront, dans les années 1877-1880 notamment, les partisans de l'« ordre moral », un ordre reposant en fait à une société dominée par les principes religieux. C'est dans le culte d'une tradition conservatrice et catholique intangible que sera élevé Pierre Dubernat. Dans les affrontements entre la France républicaine et libérale, qui a pour idéal la société sécularisée issue de la Révolution française et la libérale, et celle pour qui l'Évangile est le principe directeur des sociétés et Dieu le maître de l'histoire, Dubernat prendra consciemment le parti de l'Église et de la tradition. La vie de Pierre Dubernat (1861-1916) recouvre une période profondément marquée par des événements politiques qui ont accentué les oppositions entre les différentes composantes de la société française : la fin du Second Empire, la chute de 1870, l'insurrection et l'échec de la Commune en 1871 – le jeune Dubernat avait à peine 10 ans – la défaite des monarchistes et la naissance de la III<sup>e</sup> République (1871-1875), les lois laïques (1881-1883-1884), l'Affaire Dreyfus (1894-1906), la loi de séparation de l'Église et de l'État et les décrets contre les écoles congréganistes (1902, 1903, 1904), seront autant d'occasions d'entretenir les passions et d'approfondir les clivages entre les forces politiques et sociales.

C'est à Paris, 42 rue des Jeûneurs, que Pierre Dubou passe les premières années de sa vie ; enfant docile et obéissant, il partage avec ses sœurs, Antoinette et Marie, jumelles nées trois ans après lui, les plaisirs simples et tranquilles d'une famille aisée. A Ville-d'Avray, il rencontre la nature, au cours des vacances d'été, découvre passionnément qui a profondément marqué le jeune citadin. Sans doute faut-il chercher là le goût que Pierre Dubou manifesterà toute sa vie à l'égard des arbres, des animaux, des roches et des plantes. Les merveilleuses collections d'insectes, de minéraux, de fleurs retrouvées à Cabrepiac témoignent de cette véritable passion pour les sciences naturelles et d'un désir de comprendre l'organisation des choses, qui, à partir de l'observation, prépare déjà la démarche scientifique. Au collège Stanislas, il obtiendra également le premier prix d'histoire naturelle ainsi qu'un second accessit dans la même discipline en 1874 au Concours général des lycées de Paris et Versailles. Son camarade, Jean de la Lurade, raconte ainsi cette première passion scientifique :

« En vacances, nous nous retrouvâmes dans les Vosges. Me devenant ami des plantes, il me proposa d'herboriser. Nous opâmes pour le royaume des fougères et des sphérogées dont il connaissait par cœur les hâles et les marais. Un jour, on le vit transporter dans sa chambre un décor, voulant, disait-il, surveiller la capture des moucheron et le travail de digestion accompli par les petites feuilles carnivores. Toutefois, son jardin de prédilection, son jardin enchanté, c'était chez lui, rue des Jeûneurs à Paris, qu'il le cultivait, dans deux ou trois soucoupes contenant des jus de fruits. Au microscope, il suivait la prolifération des molécules, en devenant au fur et à mesure toutes les phases, avec une précision et une virtuosité remarquables ».

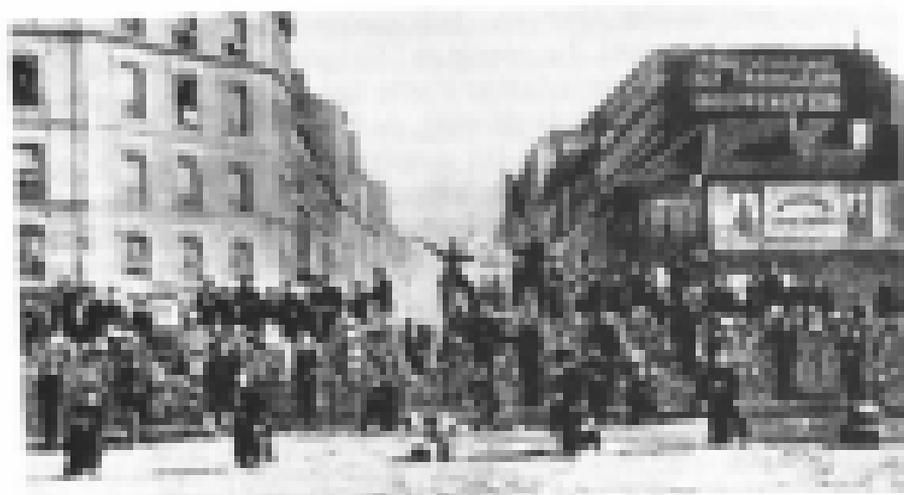
Plus tard, l'adulte confiera à sa famille et à son entourage les bonheurs rencontrés au contact des immensités de l'océan, sur la côte bretonne ou sur les plages flamandes, près des plus hauts sommets des Pyrénées, ou encore dans la Montagne Noire qu'il découvrait lors de longues excursions à partir de Cabrepiac pendant les vacances. Cet amour de la nature le rapprochait avec le monde. Des hommes, il enseignait les disputes et tout ce qui lui semblait à Ferrus. Car, tout jeune, déjà, Dubou fut confronté aux affrontements les plus violents, les plus cruels.

Le jeune Dubou à tout âge lorsqu'éclate la guerre contre les Prussiens. Depuis deux ans, il fréquente le cours de Mademoiselle Arnaud et la manière dont il décrit la prise de Châteaudun par les Prussiens un jour d'octobre 1870, un récit consigné dans un carnet

de notes personnelles, témoignage de la qualité des enseignements reçus dans cet établissement. La guerre de 1870 conduit la famille Duban (les deux parents, trois enfants : Pierre âgé de neuf ans, Anaisette et Marie, jumelles âgées de six ans), de Paris à Bordeaux, à travers des péripéties dramatiques. Un cousin de la famille, de la Foye, procureur impérial de la ville, héberge les Duban à Châteaudeux, au moment où les Prussiens s'emparent de la ville. Les Duban quittent Châteaudeux le matin du 19 octobre 1870 et arrivent à Bordeaux le 21. Ils y restent quelques mois, le temps que le siège de Paris soit levé. Le 28 février 1871, le jour où s'installe le gouvernement de la Commune, les Duban rejoignent Paris. Pour eux, cette insurrection signifie le triomphe de l'anarchie et de l'irréligion. On imagine le soulagement avec lequel ils assistent à l'écrasement de la Commune, le 28 mai 1871. Marie, la sœur de Pierre, témoignait, quelques années plus tard, de la manière dont la famille vit ces événements :

« Avec nous s'ouvrit la seconde phase de départs et de craintes : la Commune. Pierre qui, cette fois, restait en plein Paris, allait tout entendre et tout voir. Peu d'enfants assistèrent d'aussi près à la guerre civile. Son père se prêtait volontiers à satisfaire sa curiosité, malgré le danger, par des promenades sur les boulevards déserts, devenus la propriété de bandes bruyantes allant, le drapeau rouge déployé, faire des manifestations de la Bastille à la Madeleine, de l'Archevêché à la place Vendôme, des résidences des Pères jésuites à Marais, portant partout, avec l'insulte, le fer et le feu. A Notre-Dame-des-Victoires, il fut même à constater la fureur des commandés qui avaient habillé la Sainte-Vierge en carillonneur, puis descendé les corps des religieux de l'ancien couvent des Pères-Fères, pour les profaner.

Le 28 mars, il n'y avait plus que barricades, canons, fusils armés dans la cité... Les femmes elles-mêmes, les pétroleuses avides, faisaient sur les naves passants dans les rues ; des dillies de francs-maçons affublés de leurs insignes les escortaient. Ce fut le moment où la colonne Vendôme tombe, en ébranlant la ville. Pierre choisit d'être conduit, le soir de cette nouvelle catastrophe, sur les débris de la place Vendôme ; il rapporta sa part mécènes de cette colonne, à adjoindre à sa collection de projectiles, ramassés dans la cour de sa maison : précieux souvenirs conservés longtemps avec d'autres plus intimes. Pierre fut l'un des six intrépides qui, bravant le danger des rues, retournèrent au catéchisme de Saint-Roch pour ne rien perdre des instructions religieuses et afin de s'assurer de la vie du clergé resté fidèle à son poste. Il trouva de cher et aimable curé (M. l'abbé Millaud), une médaille.



**En haut :** La Commune de Paris a été proclamée le 26 mars 1871 et l'insurrection versaillaise a commencé le 2 avril.  
**Au centre :** Le 24 mai 1871, les communards brûlent les images qu'ils détestent depuis quelques semaines, dans l'archevêché de Paris, le premier président de la Cour de cassation et le card de la Médaille.  
**En bas :** Un groupe de communards sur la place Vendôme à un instant, le major Louis Meyer qui sera fusillé après la chute de la Commune, le 26 mai 1871.



Ce adèle pasteur fut poursuivi, dès le lendemain, dans son appartement, par d'inflames citoyens : il ne dut son salut qu'à son extrême agilité, en fuyant par une porte dérobée. Il le reféra plus tard, au cathédrale, avec ce charme de contour d'histoire, tant aimé de ses petits auditeurs.

Les Galeries brûlèrent pendant des jours et des jours ; la Sainte-Chapelle entourée des flammes qui incendiaient le Palais de Justice, sans la toucher, parut un miracle palpable de la bonté visible de Dieu, en faveur de cette France alors si coupable... Tout fut pour Pierre matière à réflexion ».

### *De Stanislas à l'École Normale*

De 1872 à 1882, Pierre Dubern est collégien à Stanislas, établissement qui offrait, selon sa mère, « les avantages universitaires à la parfaite éducation ». Tout, dans cette expérience, conforte Pierre Dubern dans les choix, les orientations et les engagements auxquels sa famille l'a préparé. Le directeur de Stanislas est l'abbé de Lagarde qui restera sa grande conscience. Au collège, Pierre Dubern se lie d'amitié avec nombre de jeunes gens de milieux sans doute plus aisés dont les idées vont fortement influencer le jeune et brillant collégien. Joseph Ricquier, Cap de Saint Gertrude, Jean de Guébriant, puis Charles Binche, Léon Vivet, Jean et Lionel de la Lurincie, tous de l'ancienne noblesse ou de la grande bourgeoisie, allaient faire partie, avec Dubern, de cette catégorie d'« intellectuels » porteurs d'idéaux progress et de valeurs aristocratiques liés au monde ultra-conservateur et catholique intransigeant. Parmi eux, d'autres choisirent de devenir prêtres ou missionnaires, d'autres optèrent pour des professions libérales, Dubern seul fera carrière dans l'Université française. On peut légitimement s'honorer de ce choix puisque l'Université s'affirmait à l'époque comme un bastion républicain. Joseph Ricquier, par exemple, devint un médecin, Léon Vivet présida aux destinées de l'Association technique maritime, Jean de Guébriant occupa Supérieur des Missions étrangères. La plupart vont s'engager dans les querelles qui vont agiter la France dans les premières années de la III<sup>e</sup> République, en faveur de l'ordre et de la religion, contre la République.

À Stanislas, Dubern est un excellent élève. Il le doit aussi à des enseignants remarquables et ne manquera jamais de manifester ses plus brillants d'entre eux une grande reconnaissance. De nombreux ouvrages scientifiques, publiés par Dubern ultérieurement, font état

des leçons reçues de Jules Mossier<sup>4</sup>, professeur à Stanislas (qui avait l'esprit du futur normalien aux théories de la physique et aux méthodes de la thermodynamique), et de la qualité des enseignements dispensés par Fougère, son professeur de rhétorique, Coët, professeur d'histoire, et Yavellès, professeur de mathématiques. Son ami, Jean de la Laurencie, qui a connu Dubem sur les bancs de Stanislas, le décrit comme le « plus gai des compagnons » :

« Indispensable quant aux principes, de jugement probe et sûr, il était ouvert à tous les enthousiasmes. D'ores et déjà apparaissait à tous les yeux sa haute intelligence riche de promesses. Au cours de physique de Monsieur Mossier, qui se déroulait dans une atmosphère favorable encouragée par le maître lui-même, dès que Dubem était appelé « à la planche », l'amplichibètre se faisait muet ; on ne voulait rien perdre de son exposé. Au cours d'analyse professé par Monsieur Bießer, tout le monde savait que les notes prises et les figures dessinées par l'élève Dubem battaient le record. De la même plume, il avait trouvé moyen de « croquer » son professeur avec son visage tout rond d'une incroyable placidité avec ses lunettes, son petit bonnet grec et sa redingote d'un autre âge. Portrait d'une ressemblance criante pour lequel il lui avait suffi de tracer une courbe, aussi nette qu'un profil d'épure.

[...] Il me souvient de certains soirs au musée du Luxembourg. Dubem tombant en arrêt devant un groupe de Fénelon ; et aussitôt, une lueur de malice illuminant son regard. C'était le satyre foudra, insolent, qui distribue un gâteau de miel à deux courses. A peine rentré, Dubem apportait ses dessins ; le satyre plaisamment métamorphosé en Monsieur Bießer, les deux courses en Messieurs Mossier et Maleys. Caricaturiste, il savait choisir et placer les accents essentiels. Mais il savait aussi traduire la poésie d'un sous-bois, avec quelques touches d'encre de Chine. Un artiste né ! »

Au collège Stanislas, le jeune Dubem laissa le souvenir d'un être sociable. Ses amis, Jean et Lionel de la Laurencie, admiratifs, rapportent qu'« à des dates multiples, Dubem joignait les dents du rire », et rappellent dans leurs souvenirs personnels que le jeune prodige ne se faisait jamais prier pour venir à la rescousse d'un camarade embarrassé par une démonstration : « Une belle figure géométrique tracée au vitros, deux mots d'explication et voici la solution "élégante" indiquée, les autres dissipés ». Ces maîtres, ajoutent-ils dans leur témoignage, contre lesquelles Dubem se battit toute sa vie, de toutes manières et dont il devait dériver un jour :



Dubern, élève du collège Stanislas en 1877.

« On a revendiqué le droit de parler obscurément des choses obscures. Non, mille fois non ! On n'a pas le droit de parler d'une chose obscure si ce n'est pour l'éclairer. Si votre serilage ne doit avoir pour effet que de l'embrouiller encore, taisez-vous ! »

L'élève Dubern s'était fixé dès les premières années un objectif — entrer à l'École Normale Supérieure — et il le poursuivait avec une rare détermination. « Dubern Pierre, élève du collège Stanislas, candidat à l'École Normale seulement. Vocation dès longtemps décidée, n'a jamais varié. Tient le premier rang dans la classe pour les sciences naturelles. Caractère bon, docile, excellent esprit, jugement sain ». Ainsi le jugent les autorités du collège Stanislas dans le rapport transmis aux services de l'École Normale Supérieure en 1882, lors du dépôt du dossier de candidature.

C'est en 1881 que Pierre Dubern aurait dû entrer à l'École Normale Supérieure. Malheureusement, de graves soucis de santé l'empêchèrent de se présenter au concours cette année-là. Ce n'est pas la première fois que la scolarité du jeune collégien se trouve perturbée par des crises de sténose laryngienne articulaire aiguë. Le candidat



William (John Brown) Thompson.

fait d'ailleurs, lui-même, état de ces problèmes dans le manuscrit que vous exige dans le dossier de candidature à l'École Normale Supérieure.

L'ordre du concours d'entrée à l'École Normale Supérieure, section sciences, de 1882, est fixé aux 26, 27, 28 et 29 juin. Il se compose de quatre épreuves : mathématiques, physique, dissertation et version latine. Pierre Dubois se retrouve quatrième après avoir obtenu : 16,75 en mathématiques, 18 en physique, 14 en dissertation, 14 en version latine. A l'oral, il rattrape son retard sur Topet, Mordier et Huard, en obtenant les notes de 17,5 en mathématiques, 17 en physique et 17 en chimie. Pierre Dubois termine le concours en tête des vingt candidats définitivement admis dans la section sciences dont on trouvera en annexe la liste telle qu'elle est conservée dans les archives de l'École. Carnot\*, maître de conférences de chimie à l'École Normale Supérieure, examinateur, adresse à la fin du concours la note suivante à Jean-Baptiste Dumas\*, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences qui souhaitait s'informer :

« Je suis heureux de vous annoncer qu'à la suite du concours d'admission à l'École Normale Supérieure, M. Dubois s'est trouvé le premier de la liste avec une supériorité marquée sur ses concurrents. Le jeune homme me paraît digne à tous égards de l'honneur que vous voulez bien lui témoigner et j'estime qu'il fera honneur à l'École Normale. »

Parmi les professeurs les plus éminents, il faut citer Jules Tannery\*, Paul Appell\* et Émile Picard\* en mathématiques, Henri Debray\* et Désiré Gernez en chimie, Émile Bertin en physique. On trouvera en annexe la liste complète de ceux qui enseignaient en 1882 à l'École.

Le lendemain de la proclamation des résultats au concours d'entrée à l'École, le jeune « cacique » écrit à son ami de Stanislas, Jean de la Laurencie – avec lequel il correspondra régulièrement toute sa vie durant – pour lui annoncer son succès :

Mercredi matin.

Mon cher ami,

C'est à ne pas le croire, mais enfin il n'y a pas moyen d'en douter. Depuis hier soir, je suis cacique, c'est-à-dire que j'ai reçu le premier rang dans cette tribu de Peaux Rouges, de Sauvages, d'Anthropophages qui va s'engouffrer dans le sanctuaire trois fois saint de l'École Normale au mois de novembre prochain. Lorsque je cherche la part qui me revient dans ce succès, je suis



ronné de son exiguité. Je vois bien ce qu'on fait les recommandations de M. X ou de M. Y, je vois surtout ce qu'on fait des recommandations de M. Monsieur qui, comme toujours, s'est mis en dix pour moi ; mais mes examens ! Dieu vous préserve d'en passer jamais d'aussi terribles et d'aussi médiocres ! Il n'y a eu qu'une séance amusante ; c'est l'examen de physique, où, pendant une heure vingt minutes, Monsieur Berlin a essayé de démontrer à votre serviteur qu'il n'avait jamais vu de masse et qu'il ne savait pas ce que c'était, et où votre serviteur demeurait bien convaincu que ses sens ne le trompaient pas, et que c'était bien une masse (une rude masse, encore) qui était là, devant lui, accablée sur le tapis vert. L'examen de chimie a consisté en une aimable conversation de dix minutes « de conseil et de subtilité et de quelbuenisme allié » avec M. D. Cornet, homme connu pour ses petites cloches à ébullition.

Je suis très honoré que vous veuillez bien me communiquer vos documents géologiques ; je suis malheureusement sur ce point d'une nullité effrayante ; mais j'espère que votre exemple me forcera à sortir de mon ignorance.

Le collège est dévasté. Deux ou trois taupins seulement y étaient encore ces derniers jours. Parmi les catastrophes que nous avons à déplorer se trouve l'échec de Léon Vivet, qui avait passé assez bien ses examens, et qui a cependant des notes très faibles. Marie (pauvre Marie) a dit, je pense, qu'elle avait dit pendant son examen et est persuadé que Vivet a mal passé. Le diable étrangle ce damné Marie !

Rappelez-moi au bon souvenir de vos parents et présentez-leur mes respects. Mes amitiés à Lioud ; pour vous une affectueuse poignée de main.

Pierre Dufrenoy.

### Amitiés et politique

En 1802, le jeune prodige de Stanislas entre donc à l'École Normale Supérieure. L'École tout simplement, comme chaque normalien la nomme, est dirigée par Fauriel de Coudanges\* pour une année encore. Georges Ferrus prendra sa succession pour un « règne » exceptionnellement long : il se poste jusqu'à ce qu'il ne cultivera ses fonctions qu'en 1804. Créée par la Convention (art III de la République) par décret du 30 octobre 1794, sur recommandation du Comité d'Instruction publique ainsi par l'aristogéomètre Joseph

Lekans<sup>1</sup> dans le but d'apprendre à l'élite de la nation l'« art d'enseigner » et d'approvisionner l'État en professeurs de qualité, l'École a constamment été associée à la vie du pays, malgré deux périodes pendant lesquelles elle fut dissoute. Cultivant la liberté de pensée, évitant l'esprit de caste ou de secte, les normaliens pratiquaient entre eux une tolérance qui n'excluait pas la vivacité des controverses. L'attachement à la République y était cependant très ancien et majoritaire. Ainsi, en 1877, un mannequin représentant Mac-Mahon<sup>2</sup> considéré, à juste titre, comme le partisan et l'artisan d'un retour de la monarchie, fut brûlé solennellement. En même temps, l'École découvrait le socialisme. Jean Jaurès<sup>3</sup>, entré en 1878 dans la section lettres, puis Lucien Herr<sup>4</sup>, entré en 1883, contribuaient à la promotion des idées révolutionnaires et sont accusés de jacobinisme par les catholiques les plus intransigeants dans l'École et hors de l'École. De manière générale, les débats entre normaliens reflétaient de manière accentuée, et parfois dérivée dans les écoles, ceux de la société. Ainsi, lors du grand mouvement de fervent patriotisme qui suivit l'effacement de 1870, les normaliens demandèrent, dans une pétition adressée à l'Assemblée nationale, de n'être en aucun cas dispensés de service militaire.

L'École Normale Supérieure : session d'élèves dans la salle des Actes.



— A partir de 1879, les dispositions sur l'enseignement entraînent des prises de position parfois divergentes chez les normaliens et leurs professeurs. Les professeurs de l'École ne furent pas absents de ces débats, certains d'entre eux manifestant de manière parfois originale leurs sympathies. Le philosophe Ollivier-Laprune\* — surnommé « la graine au lait » — se permit, en cours, de déclamer :

J'entendis un ange  
Qui me disait change  
L'École en convent...

— Ce qui n'eût pas du goût de tous les normaliens. L'École se nourrit de ce mélange d'intelligence, de véritable piété intellectuelle et parfois de dérision, conçu comme une forme de tolérance lorsqu'un bon mot met fin aux affrontements les plus vigoureux.

— En entrant à l'École, Dubois rencontre aussitôt un monde moins homogène que celui qu'il vient de quitter, mais il découvre en même temps les richesses de la diversité. Emile Picard confirmera plus tard que ces années (1882-1887) passées à la rue d'Ulm furent les plus heureuses de sa vie. Il semble en effet que ses années



de santé sient provisoirement disparu. Il est absent en 1883, du 14 février au 3 mars, « autorisé à passer quinze jours dans sa famille ». Le 28 avril de la même année, il est « autorisé à découvrir pour raisons de santé », mais revient le lendemain. Il sera de nouveau absent du lundi 9 au mercredi 11 juillet. C'est bien peu pour un jeune homme que l'on dit de santé fragile. Quant à la longue absence du 3 mars 1885 au 10 avril 1885, elle correspond à une décision prise par les pouvoirs publics de fermer l'École « en raison des symptômes d'une épidémie de fièvre typhoïde dans la capitale ». Il semble donc que les maux dont souffrit l'enfant, puis le collégien de Stanislas, se soient dissipés, ou calmés pour le moins, et que le normalien ait pu travailler sereinement au cours de ces cinq années.

Cette période de la vie de Dubem à l'École Normale Supérieure est marquée par des rencontres importantes et des événements déterminants. Jusqu'ici, la famille puis le collège l'avaient protégé et avaient retardé le contact avec un monde qui se correspondait peu aux exigences et aux principes stricts d'une éducation plus orientée vers les vertus que vers les interrogations. La rencontre de ce monde devait être rude car, au cours de ces années 80, les affrontements furent continus entre monarchistes et républicains. Il faudra attendre 1884 pour que la Constitution de 1875 soit révisée et consacre le refus de recourir à toute monarchie, voire à toute aventure bonapartiste. La toute jeune « Troisième République » procède alors à des aménagements, prend des décisions destinées à installer la France dans le républicanisme conservateur, tel que le prévalait Adolphe Thiers<sup>4</sup>. Après la mort de ce dernier (3 septembre 1877), sont votées et promulguées les lois qui fondent les écoles de la République. En 1878, ce sont les lois sur l'enseignement supérieur (Jules Ferry<sup>5</sup>) et sur la création des Écoles normales de jeunes filles (Paul Bert<sup>6</sup>). En 1881, le 16 juin, est promulguée la loi sur la gratuité de l'enseignement primaire ; en 1882, le 28 mars, celle rendant l'enseignement primaire obligatoire. En 1886, la loi du 30 octobre instaure la laïcisation des maîtres des écoles publiques.

Ces lois annoncent les décrets pris contre les écoles congréganistes par le ministre Combar<sup>7</sup> en 1901, 1903, 1904, dans une atmosphère tendue après les affrontements des deux France provoqués par l'Affaire Dreyfus. Les grandes années vécues par Pierre Dubem à l'École Normale ne résisteront pas toujours, par la suite, à la violence des affrontements politiques, et notamment à ceux de l'Affaire Dreyfus (1894-1908). Ainsi, de son amitié pour Paul Painlevé<sup>8</sup>, figure éminente de la science française et dont les engagements politiques débrièrent bientôt à l'autre bord.

Entré en 1883 à l'École Normale Supérieure, Paul Painlevé obtient le titre de docteur en sciences mathématiques, le 19 juin 1887,

avant de rejoindre la faculté des sciences de Lille en septembre de la même année. Connu par l'Institut en décembre 1890 (Grand Prix des Sciences mathématiques), il rejoint la Sorbonne en juillet 1892, date de sa nomination de maître de conférences à la faculté des sciences. Il est de nouveau consacré par l'Institut en décembre 1894 (Prix Bordin) puis nommé répétiteur à l'École polytechnique. Il obtient le Prix Poncelet décerné par l'Institut en décembre 1896, enseigne au Collège de France la même année et à l'École Normale Supérieure l'année suivante. En 1898, à l'âge de trente-sept ans, il est élu membre de l'Académie des sciences. Il en sera vice-président en 1917 et président en 1918. Entre temps, il est nommé professeur à l'École polytechnique.

Ses travaux ont porté principalement sur les équations différentielles et la mécanique, notamment la théorie du frottement. La notoriété de Paul Painlevé dépasse largement les frontières de la communauté scientifique. Son engagement dans la défense de Dreyfus, le rôle joué à cette occasion en faveur de la création de la Ligue des droits de l'Homme (4 juin 1899) et les responsabilités politiques qui le conduisent aux fonctions ministérielles les plus élevées (Président du Conseil à plusieurs reprises, notamment pendant la guerre 1914-1918, de septembre à novembre 1917) ont fait de Paul Painlevé un homme public dont les contours sont aujourd'hui dans la croye du Français.

Le destin de Paul Painlevé ne pouvait que s'éloigner de son ami de l'École Normale, puis de Lille, Pierre Dubem. Les affrontements et les rapprochements provoqués par l'Affaire Dreyfus renforcèrent plutôt les sympathies flegmes par ce dernier portées au collège Stanislas, à une époque où de nombreux élèves de cet établissement ou d'autres établissements catholiques, notamment l'École Sainte Geneviève, entrèrent à l'École Normale Supérieure. Leur présence modifia d'ailleurs sensiblement l'atmosphère de l'École, considérée longtemps comme un « séminaire laïc » pourvoyant l'Université française en cadres de qualité. Au cours de cette période fut créé le fameux argot d'école, les « salas », utilisé par les normaliens pour distinguer ceux d'entre eux, catholiques pratiquants, qui allaient à la messe. Les jeunes élèves, issus des collèges religieux, sont assurément les artisans du renouveau catholique qui s'échoua ensuite aux grandes écoles. Tout au long de sa vie, Pierre Dubem rencontra régulièrement les éléments catholiques les plus convaincus, les plus militants. En 1912 et 1913, par exemple, l'ancien « raqueté » des années 1881-1884 rega à plusieurs reprises Pierre Peyer<sup>6</sup>, normalien de la promotion 1907-1910, section sciences, présenté comme l'apôtre de l'École Normale Supérieure et responsable de la commission tardive de l'histoire Ernest Lavisse<sup>7</sup>. Dubem joua un rôle considérable pour

favoriser l'organisation et l'expression de la communauté catholique de l'École Normale Supérieure. D'abord parce qu'il jouissait de l'estime et de l'admiration de ses camarades en raison de ses qualités intellectuelles. Tout au long de sa scolarité, il ne quitta jamais la place de premier de sa promotion et ses résultats étaient remarquables. Ensuite parce que ce catholique fervent et convaincu demeura cinq années, et non trois — durée normale de la scolarité — à l'École. Le 30 octobre 1885, en effet, au moment où il avait dû quitter Paris pour embrasser la carrière magistrale, Pierre Dubem est admis en quatrième année de l'École. L'année suivante, il est nommé, le 20 octobre 1886, agrégé préparateur de physique en remplacement de Finchon jusqu'à la fin de la faculté des sciences de Bordeaux, deux ans plus tard.

Ces années passées à l'École Normale Supérieure ont permis à Pierre Dubem de rencontrer des générations d'élèves et de les marquer de son empreinte. En 1884, par exemple, quatre élèves, originaires du collège Stanislas, sont admis dans la section lettres de l'École Normale : Fouquier, Nollet, Wehrli et Jordan. Ce dernier, reçu premier à l'entrée, se retrouve également premier à l'agrégation d'histoire, avant d'occuper une chaire à la Sorbonne. De fait, Jordan partagera plus tard avec Dubem les plaisirs des grandes excursions pédestres dans le Massif central et les Pyrénées. Wehrli, lui, démisionne en juillet 1885 et entre dans les ordres. Il occupera, plus tard, un poste d'archiviste au Vatican et correspondra longtemps avec Dubem.

Issu de la même promotion, mais en section sciences, Jacques Hadamard<sup>4</sup>, brillant mathématicien, entré premier à l'École, se fit d'amitié avec Pierre Dubem. L'estime réciproque que se portaient les deux hommes ne se démentit jamais alors que tout, hors des activités scientifiques, les opposait. Les affrontements dans la vie politique et sociale survinrent à chaque fois les deux anciens normiens dans des camps antagonistes. Bien qu'antidreyfusard déclaré, et qu'il hésitait à se connaître parfois avec l'antisémitisme, Dubem n'en continua pas moins d'entretenir, avec le mathématicien d'origine juive, des relations empreintes de respect. L'amitié de Dubem, et l'ouïvement, illustre des aspects parfois contradictoires. Pour l'ardeur des idées républicaines avec une rigueur qui parfois atteint les limites totalitaires, Dubem avait aussi bien manifesté des sentiments d'intérêt, voire d'attachement à l'égard de personnages pourtant profondément différents, dont les engagements étaient opposés aux siens. Les échanges rigoureux avec Paul Painlevé à Lille n'impliquèrent seulement les deux scientifiques, un temps, de cultiver l'estime et l'amitié. Quant à Jacques Hadamard, il parlait, au soir de sa vie, en 1958, plus de soixante ans après avoir quitté Dubem

à Bordeaux en 1897, de l'amitié fraternelle et de l'admiration qu'il portait à son « noble et grand ami ». Dans une lettre adressée en 1928 (le brillant mathématicien avait alors 93 ans) à D.-G. Miller, professeur à Liverpool — un des premiers scientifiques à s'intéresser à l'œuvre de Pierre Duhem — Hadamard évoque le souvenir de son arrivée à l'école et « l'élan si spontané » avec lequel il y fut chaleureusement accueilli par son aîné et poursuit :

« Duhem était très averti des choses mathématiques et c'est à lui, à nos multiples échanges de vues, que je dois d'avoir eu mes premières idées sur les idées d'Hugoniot<sup>1</sup> ; à lui aussi d'avoir réfléchi de bonne heure à la question du principe de Huygens<sup>2</sup>, bien que mes conceptions aient, par la suite, assez profondément évolué sur ce chapitre.

Un des traits les plus remarquables de cette magnifique intelligence, est le rôle qu'y jouaient les tendances les plus contradictoires. De telles contradictions se sont manifestées pour moi à propos de ce qui fut au premier plan de ma pensée scientifique, à savoir la thermodynamique. J'ai profité largement de sa maîtrise en cette matière et lui dois ce que je possède d'idées claires à cet égard. Il voyait la thermodynamique gouverner toute la science. C'est dans cet ordre d'idées qu'il s'opposa et cela, victorieusement, à la thermochimie de Berthelot<sup>3</sup>, au principe ancien de travail maximum, aujourd'hui banni de la science. A qui lui reprochait la vivacité de sa polémique, il fit un jour cette élégante réponse : "Je ne veux pas être de ceux qui attaquent Berthelot après sa mort".

Sur un autre terrain il voulait aussi — et c'est là que j'eus l'occasion de noter la coexistence dans son esprit de tendances opposées — faire triompher la primauté de la thermodynamique aux dépens des doctrines atomiques : en quoi, cette fois, il fut le denué. Sa position à cet égard était des plus voisines de celle d'Onsager, évitant toutefois l'erreur de recourir comme lui à l'objection insipide de réversibilité. A cela près, il n'aurait pas été loin de contraindre *La Dénouée de l'atomeisme contemporain*, et il allait jusqu'à récuser dédaigneusement — en y supposant l'intervention de quelque "coup de pouce" — les faits expérimentaux qui commençaient à venir confirmer ces doctrines. Quel de plus étonnant, dans ces conditions, que de l'entendre, comme cela lui arrivait en causant de lui à moi, décrire la matière comme essentiellement discontinue, formée de points distants entre eux et séparés par un vide total. Cette curieuse contradiction est, je pense, ce que je me rappelle de plus frappant de mes conversations avec mon noble et grand ami.

Parmi les camarades de Dubem à l'École Normale, il faut également citer Henri Bouasse<sup>2</sup>. Dubem fit sa connaissance lors de son entrée à l'École en 1885. Initialement 17<sup>e</sup>, Bouasse obtint trois ans plus tard l'agrégation brillamment (1<sup>er</sup>), puis fut nommé préparateur de physique au Collège de France avant d'occuper un poste de professeur de physique à la faculté des sciences de Toulouse. Dubem polifixa et préleva dans des revues scientifiques certains des ouvrages d'enseignement de son collègue et ami, ouvrages copiés dans un style personnel très élevé et qui furent vite des classiques. C'est enfin Vicos, nommé à la faculté des sciences de Bordeaux en même temps que Dubem, en 1894, et qui entra à l'École la même année et dans la même section que Bouasse.

Autre lien maintenu avec d'anciens amis de Stanislas, notamment Joseph Ricamier, de la famille du mari de la célèbre beauté. Au cours de la scolarité de Dubem à l'École Normale, le père de Joseph Ricamier propose au jeune prodige scientifique d'illustrer un pamphlet antirépublicain, antisémitique, publié en 1883 sous forme d'un album intitulé « Au pays des Gorilles ». Étonnant document dans lequel Dubem exprime ses talents de dessinateur et d'artiste, témoignage de l'idéologie dans laquelle baignait ce milieu de la moyenne bourgeoisie, irrédigible, imprégnée d'idées traditionnelles et de catholicisme intégral. Les lecteurs apprécieront les illustrations extraites de ce document que nous avons joint au présent ouvrage et la manière dont Dubem parvient, au travers d'une série de tableaux satiriques mettant en scène les singes Jolico, Jokinis, Jokkina et un vieux chimpanzé, tout ce qui est républicain ou favorable à la laïcité : les ministres, le parlement, les ouvriers. On y reconnaît au hasard des portraits de singes, des personnages importants : Jules Cély<sup>3</sup>, Jules Ferry, Flouquet<sup>4</sup>, Casse<sup>5</sup>, Gambetta<sup>6</sup> et même Darwin<sup>7</sup> sous la houlette de Sapajoukoff qui représente Sereygas de Boura<sup>8</sup>.



*Caro Mr. Joubert,*  
 Je suis ravi de voir que vous  
 avez obtenu la présidence de la  
 République. C'est une grande  
 victoire pour le peuple espagnol.  
 Je vous prie de croire,  
 à l'assurance de ma haute  
 estime, de votre dévoué,  
 G. G. G. G. G.

## LE PRÉSIDENT PROTOPITHECK

Un signe se propose entre les peuples pour consacrer le principe de leur accord



*Signe, pour se joint effacer  
 Une alliance absolue,  
 Nous allons point alléger  
 Le cœur avec le prodige,  
 Plus de content, plus de content,  
 Plus de content, plus de content,  
 Et famille, et content,  
 Plus de content et plus de content...*

AMSTERDAM

AMSTERDAM

*Au pays des Carilles,  
 tout national des économistes de droite, de gauche et de Dabon.*

## Premier combat

## Une thèse agitée

Pierre Dubois obtint l'agrégation de sciences physiques à la fin de la troisième année d'école en 1883. La préparation duraît un an. A la fin de la deuxième année, les normaliens étaient répartis en trois groupes, les premiers préparaient l'agrégation de mathématiques, les seconds celle de physique, les troisièmes l'agrégation de sciences naturelles. Parmi les six élèves présentés à l'agrégation de physique, quatre furent reçus : Dubois (1<sup>er</sup>), Miran (2<sup>e</sup>), Aubin (3<sup>e</sup>) et Houlléger (4<sup>e</sup>).

Une année auparavant, le 20 octobre 1884, Pierre Dubois, élève de 3<sup>e</sup> année, présente devant un jury composé de Charles Hermite<sup>2</sup>, Gabriel Lippmann<sup>3</sup> et Émile Picard, une thèse de physique mathématique ayant pour sujet « le potentiel thermodynamique ».

Une telle pratique n'était pas habituelle dans l'Université française, mais il semble que Dubois ait voulu rapidement prouver qu'il traitait des idées nouvelles à promouvoir dans le domaine de la physico-chimie. On ne connaît pas le texte remis par le candidat au jury. On sait cependant qu'il est rendu à l'auteur par Lippmann le 12 juin 1885, puis retiré le 19. En revanche, on connaît bien le rapport de la commission constituée des trois membres du jury, un rapport extrêmement sévère à l'égard du candidat. Le voici :

Rapport de la Commission de Trois Membres :  
MM. Hermite, Lippmann, Picard.

Thèse de Physique Mathématique ayant pour sujet  
« Le Potentiel Thermodynamique »

Présentée le 20 octobre 1884 par M. Dubois,  
Élève de 3<sup>e</sup> Année à l'École Normale Supérieure.  
Thèse remise par M. Lippmann le 12 juin 1885.  
Retiré le 12 juin à M. Dubois de venir la voir.  
Reçu le manuscrit de ma thèse le 19 juin 1885.

Signé : P. Dubois

## Rapport de thèse :

« Dans ce travail très étendu, M. Dubhem s'est proposé d'étudier divers phénomènes physiques et chimiques à l'aide d'un principe de thermodynamique qu'il attribue à M. Clausius\* et qui serait le suivant : pour tout cycle fermé irréversible, l'intégrale :  $\int dq/T$  a toujours une valeur positive ;  $dq$  représentant la quantité de chaleur infinitésimale développée à la température  $T$ . Cette formule :  $\int dq/T > 0$  se trouve en effet chez M. Clausius ; mais avec une signification différente, et accompagnée de commentaires et de restrictions essentielles (Clausius, *Mechanische Warme Theorie*, tome I, pp. 212, 228 et 229) qui paraissent avoir échappé à l'auteur. De sorte que l'on ne saurait attribuer à M. Clausius ce principe tel que l'auteur le conçoit. On peut admettre néanmoins, à titre de postulat ou le principe  $\int dq/T > 0$  tel que l'auteur le conçoit. Mais on ne saurait admettre les raisonnements qui suivent et par lesquels l'auteur essaie d'en faire l'application.

Comme premier exemple d'application, on considère un fait de thermochimie, la dissociation de l'acide iodhydrique. L'auteur imagine que les gaz qui prennent part à la réaction, d'abord séparés, se mélangent ensuite sans dégagement de chaleur chimique, en passant simplement sous silence un phénomène qui est pourtant l'essentiel en thermochimie. Les seuls dégagements de chaleur dont l'expression soit introduite dans les formules sont ceux qui accompagnent les variations de pression et de température d'un gaz parfait.

Or, par hasard, et afin de permettre la formation de certaines fonctions, l'auteur suppose que le phénomène a lieu à pression et à température constantes. Il en résulte qu'en définitive, l'auteur calcule des termes qui doivent tous être identiquement nuls d'après son hypothèse. Et de fait, on vérifie aisément que tous les termes de la formule finale à laquelle il parvient contiennent en facteur le logarithme de l'unité.

L'auteur invoque l'autorité de M. Kirchhoff\*\* en renvoyant au travail bien connu de ce savant (Ann. de Pogg., tome, CIII). On ne voit pas quelle relation il y a entre les deux mémoires : d'ailleurs M. Kirchhoff avait uniquement en vue dans son travail, le calcul d'une chaleur chimique, c'est-à-dire précisément de la grandeur que l'auteur a négligé dans la mise en équation.

Les conclusions que l'auteur tire de son analyse sont trop vagues pour servir de contrôle : elles s'appliqueraient également à une infinité de formules différentes.

Dans d'autres applications de son principe, l'auteur prend pour seule variable le poids total du système. Cette manière de raisonner est dénuée de sens au point de vue de la thermodynamique : on suppose en effet en thermodynamique que les paramètres qui définissent le système sont tous variables, sauf précisément le poids total qui demeure constant.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur expose divers travaux théoriques relatifs à l'électricité, sans d'ailleurs y ajouter de conclusions nouvelles. Il s'occupe également des actions exercées à distance par le courant électrique : action électrodynamique et induction. Cette dernière partie est sans lien logique avec la précédente, ni avec la thermodynamique en général. Car on sait que les actions exercées à distance par le courant sont indépendantes de la teneur du circuit et par conséquent de la température et des actions calorifiques ou autres qui ont lieu dans le circuit.

En conséquence, le travail de M. Duhem ne paraît pas de nature à être soumis comme thèse devant la faculté des sciences de Paris. »

Refuser une thèse à un candidat aussi brillant que Duhem n'était pas dans les traditions de l'Université française. Naturellement, Duhem n'avait que vingt-trois ans et n'avait qu'une pratique limitée de la recherche. Cependant, il avait déjà travaillé de longues années avec des scientifiques de renom, par exemple avec Jules Moirer, auteur de nombreuses publications dans les *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*.

Mais les conclusions du travail de Duhem mettaient en cause les résultats présentés et proposés par l'un des personnages les plus puissants de la science et de l'université de l'époque : Marcelin Berthelot. Le célèbre chimiste, membre de l'Académie des sciences depuis mai 1875 – il en sera le secrétaire perpétuel en 1889 –, auteur de travaux inépuisables en matière de synthèse chimique, résidait, à Paris, aux destinées de la Chimie. Il était par ailleurs depuis toujours lié à cette partie de l'intelligentsia parisienne qui se reconnaissait dans une sorte de philosophie positiviste, laïque et républicaine. Grand ami de Renan<sup>4</sup>, Marcelin Berthelot avait en outre été appelé, par la République naissante, à participer aux affaires publiques. Dès 1871, il était élu député, après avoir en 1870 occupé une fonction de conseiller technique de l'administration de la guerre. En 1881, nommé sénateur inamovible, il obtenait le portefeuille de ministre de l'Instruction publique dans le cabinet Goblet. Pris de 35 ans plus tard, du 2 novembre 1895 au 29 mars 1896, il était ministre des Affaires étrangères dans le cabinet Bourgeois. Son fils,



**Marcelle Burdick (1927-1997).**

Le savoir républicain s'oppose sur la communauté électorale française et singulièrement sur la droite :

Exilés le dimanche au premier tour et le contraire au second.

Philippe Berthelot, également diplomate, jouera un rôle important auprès de Briand<sup>1</sup> avant 1914, et auprès de Clemenceau au moment de l'élaboration du Traité de Versailles, et se verra reprocher d'avoir été l'un des principaux responsables de la destruction politique de l'Autriche-Hongrie.

Des travaux scientifiques remarquables sur la synthèse chimique ont assuré la célébrité de Berthelot. On le décora de la Légion d'honneur : chevalier en 1866, officier en 1867, commandeur en 1878, grand-officier en 1898. En 1864, il enseigne au Collège de France « Les méthodes générales de synthèse en chimie organique ». Il est également nommé en 1875 inspecteur général de l'Enseignement supérieur. Une carrière scientifique tout à fait exceptionnelle pour un homme qui, par ailleurs, occupe souvent dans le domaine politique le devant de la scène. Sa mort en 1907, à quatre-vingts ans, sera l'occasion d'une manifestation d'une ampleur semblable à celle déployée pour Victor Hugo, et jamais auparavant pour un scientifique. Un véritable culte est voué à celui dont on dépose la dépouille au Panthéon. On compose, à cette occasion, un hymne en l'honneur du savant, sur l'air de *La France guerrière*, qui commence ainsi : « De Berthelot, France, chante la gloire », et les refrains se terminent par ces mots : « Pour Berthelot, pour Berthelot ».

Ce culte était entretenu depuis longtemps, non seulement par les autorités officielles de la Science et de la République, mais encore par diverses associations. Le Grand-Orient de France, lors avril, fit élever à l'occasion du « Banquet Berthelot » organisé le 4 avril 1895 un fascicule « publié par les soins du grand Collège des rites du G.O.F., suprême conseil pour la France et les possessions françaises » intitulé : *A Monsieur Berthelot, A la Science triomphante*.

En 1927, le centenaire de sa naissance servira de prétexte à une commémoration à laquelle participent les plus hautes autorités nationales et internationales : Raymond Poincaré, ancien président de la République (de 1913 à 1920) prend la parole dans le Panthéon en l'honneur de « celui qui avait incarné, au plus haut niveau, les valeurs les plus sacrées de la Science et de la République ».

Ce destin exceptionnel ne peut trouver son unique justification dans les travaux, aussi brillants fussent-ils, du savant, expérimentateur conséquent et théoricien de la synthèse chimique et de la thermochimie. C'est également parce qu'il apportait, par sa participation directe à l'exercice du jeune pouvoir républicain, une sorte de légitimité et de caution à la fois scientifique et philosophique que Berthelot devint l'objet d'un véritable culte. En portant au plus haut degré des idées héritées du positivisme en matière scientifique et d'une sorte d'idéalisme saint-simonien proclamé en matière politique et sociale, en défendant les vertus éducatives et émancipatrices de la

science, Berthelot symbolisa les valeurs défendues par les couches républicaines modérées qui assuraient le pouvoir depuis 1870 en France, profondément attachées à la République mais refusant les réformes sociales. Dans les affrontements sociaux et politiques qui accablent la société française en cette fin du XIX<sup>e</sup> siècle, Berthelot se réfugia dans une prudente réserve en attendant la fin des «*émeutes*». Au plus fort de la guerre de 1870, alors que la famille vivait dans la population parisienne, quelques membres de l'aristocratie et de l'aristocratie cultivée de la capitale, se réunissaient autour de plantureuses tables au Restaurant Yachette tenu par un certain Brillant. Une médaille en or fin, frappée, à l'époque, à la monnaie de Paris, d'une valeur de trois cents francs, porte à son revers le nom de Berthelot à côté de ceux d'Émile Berthelot, de Pierre de Saint-Victor, de Charles Blanc, de Scherer, de Dumoulin, d'A. Naffoux, directeur du *Trajet*, de Ch. Edmond Thuret, de J. Bertrand, de Marry, d'E. de Goncourt, de Théophile Gautier et d'A. Hébrard. Sur l'avant de cette médaille figure une inscription dont l'importance se passe de commentaires :

PENDANT  
LE SIÈGE DE PARIS  
Quelques personnes ayant  
Accoutumé de se réunir chez M. Brillant  
Tous les quinze jours ne se sont pas une seule  
Fois aperçues qu'elles vivaient dans  
Une ville de deux millions  
D'âmes assiégées  
1870-1871

On connaît par ailleurs les liens d'amitié entre Berthelot et Berthelot qui, lui, ne cachait point ses sentiments «*anticonformistes*». Enfin, pendant l'Affaire Dreyfus, Berthelot, contrairement à la plupart des «*intellectuels*» français, se réfugia dans un mutisme total, ce qui surprit nombre d'observateurs.

Le tableau serait incomplet si l'on ne soulignait le rôle joué pendant de longues années par le chimiste dans le développement des recherches et des connaissances scientifiques. Au-delà des travaux inépuisables publiés par le savant à propos de la synthèse chimique des substances, Berthelot eut le mérite d'associer à son œuvre des collaborateurs qui devinrent illustres. Signalons plus particulièrement : Henri Moissan (1852-1907), qui obtint le prix Nobel de Chimie en 1906 pour ses recherches sur le fluor et la «*mise au service de la science du fluor élémentaire qui porte son nom*» ; Paul Sabatier (1834-1901), qui fut également lauréat en 1912 «*pour sa méthode d'hydrogénation des combinaisons organiques en présence*

de réactions linéairement réduits », méthode qui a fait faire de grands progrès à la chimie organique : Alfred Werner (1866-1919), prix Nobel de Chimie en 1913, qui fut récompensé « pour ses travaux concernant la liaison des atomes dans la molécule, par lesquels il a éclairé certains domaines d'investigations scientifiques et en a ouvert d'autres, notamment en chimie organique ».

## La lutte contre Berthelot

Bien que l'on n'ait pas connaissance de la thèse remise par le jeune Pierre Duberné – il a 23 ans – aux membres du jury, en ce 20 octobre 1884, il y a tout lieu de penser que l'essentiel des développements et des conclusions de la thèse se trouvent dans la première publication de Duberné, éditée chez Hermann en 1886 sous le titre *Le Potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électrochimiques*. L'auteur fait en effet référence dans l'introduction de cet ouvrage à des travaux effectués en 1884, quelques mois avant la soutenance, grâce aux « affectueux conseils » de Jules Moutier. C'est dans ce document que l'on découvre la raison essentielle du refus opposé par le jury aux thèses développées par Duberné : l'auteur conteste pour la première fois, publiquement, l'un des principes fondamentaux de la thermochimie de Marcelin Berthelot, le principe du travail maximum. Voici ce qu'écrivit le jeune normalien :

« Les physiciens ont cherché à établir des propositions qui jouent dans la mécanique chimique le rôle que le principe des vitesses virtuelles et le théorème de Lagrange jouent dans la mécanique rationnelle.

La première tentative qui fut faite dans cette voie est due à M. Berthelot. La règle qu'il proposa sous le nom de Principe du Travail Maximum était énoncée de la manière suivante : Toute action chimique accomplie sans l'intervention d'une énergie étrangère, tend vers la production du système de corps qui dégage le plus de chaleur.

[...] D'après la règle posée par M. Berthelot, la possibilité d'une réaction suppose que cette réaction produit une diminution d'énergie. [...] En un mot d'après cette règle, l'énergie joue dans la statique chimique le rôle que le potentiel joue dans la statique d'ordinaire dit.

Cette règle rencontre malheureusement, dans un certain nombre de phénomènes, des exceptions difficiles à expliquer. [...] L'énergie ne peut donc, dans la mécanique chimique, jouer le rôle de potentiel : l'entropie ne peut jouer le rôle de fonction de forces. Les physiciens ont été conduits à rechercher, parmi les autres quantités qu'étudie la thermodynamique, une fonction qui peut servir à déterminer les équilibres chimiques ».

Une constatation présentée par Duhem sans passion, avec pour unique préoccupation, la vérité scientifique. Les remarques de Duhem, fort pertinentes, s'appuient sur les définitions récentes données par I.W. Gibbs<sup>2</sup> et Massieu<sup>3</sup> des fonctions thermodynamiques : F et G.

Les lecteurs avertis reconnaîtront en F et G les fonctions potentielles thermodynamiques internes, utilisées en mécanique chimique notamment, déduites par généralisation à des systèmes chimiques des fonctions potentielles de la mécanique.

**F est appelée énergie libre**

Dans l'expression de cette grandeur  $F = U - TS$ ,

U représente l'énergie interne ( $U = W + Q$ )

W, le travail échangé ( $W = - \int P dV$ )

Q, la quantité de chaleur échangée

P, la pression

V, le volume

T représente la température

et S, l'entropie

**G est appelée enthalpie libre**

Dans son expression  $G = H - TS$ ,

H représente l'enthalpie ( $H = U + PV$ )

T, la température

S, l'entropie

En mécanique classique, la variation d'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme des travaux de forces extérieures et des forces intérieures, ce qui peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\Delta^1 E_c = \Delta^1 W_{ext} + \Delta^1 W_{int}$$

ou encore

$$\Delta^1 W_{int} = \Delta^1 E_c - \Delta^1 W_{ext}$$

Sous cette forme, la variation de travail des forces intérieures ou potentielles internes représente l'énergie réellement utilisable d'un système, celle qui, par exemple en hydraulique, permet de déterminer l'action d'entraînement exercée par l'eau sur une turbine.

En thermodynamique, F et G correspondent à ces énergies utilisables du système telles que les nommait Duhem (available energy dans Gibbs, *voir Énergie chez Helmholtz*<sup>1</sup>).

$$\Delta_i^T F = \Delta_i^T (U - TS)$$

$$\Delta_i^T G = \Delta_i^T (H - TS)$$

Ces fonctions potentiels thermodynamiques internes caractérisent le système. Maxwell, en 1858, avait étudié les propriétés mathématiques de ces fonctions caractéristiques. Les deux fonctions F et G correspondent respectivement à des transformations d'un système effectuées à volume constant et sous pression constante.

Duhem démontre que ces fonctions jouent le rôle du potentiel en mécanique et il s'attache dans la thèse incriminée à calculer leur valeur dans des cas particuliers. Il rectifie donc Berthelot car, dans l'énoncé du principe du travail maximum, ce dernier attribuait aux fonctions U (énergie interne) et H (enthalpie) les propriétés qui appartiennent, comme le démontre Duhem, respectivement aux fonctions F et G. Il faut noter cependant que, si le principe de Berthelot est inexact, son application, pour des valeurs de températures faibles — H et U sont alors très supérieures à TS —, s'avère commode. Au zéro absolu, la règle émise par Berthelot serait dès lors exacte. Cette affaire, qui relevait du débat scientifique le plus courant, allait, pour des raisons diverses, prendre des proportions inattendues et empoisonner pendant de longues années l'atmosphère de la communauté des chimistes, des mathématiciens et des physiciens français.

Est-ce parce que Duhem s'affirme dans ses premiers écrits solidaire d'une école scientifique, l'école émergiste<sup>2</sup>, considérée comme rivale par les tenants de la chimie en France? Toujours est-il que Duhem se trouve brutalement isolé dès lors qu'il s'oppose à Berthelot. Ce dernier n'a au demeurant nullement besoin d'insister auprès des chimistes français, généralement tous dévoués à la cause, pour qu'ils participent directement ou indirectement à cette mise à l'écart.

Il semble que Duhem n'ait jamais rencontré Berthelot: il n'a donc probablement pas eu l'occasion d'échanger quelques paroles avec le maître incontesté de la chimie française à l'époque. Berthelot

1. Cette école émergiste fut créée par Kundt<sup>1</sup>, auteur du premier traité d'énergétique en 1855. Selon Duhem, les principaux « maîtres » en furent Gibbs, Helmholtz et Darwin. L'énergétique, comme Poincaré, 1914, est une science d'algorithmes et il ajoutait: « L'énergétique, telle que l'encadrait Duhem, est une science morte, drapée dans ses squelettes, ne se permettant aucune image ni aucun modèle ». On se rapproche à l'énergétique de manière quelque peu l'exacte de l'écologie et aux émergistes de manquer de rationalité.

5 février 1933

Monsieur le Professeur

Les communications sont  
très nombreuses et je  
suis sûr que vous en  
avez beaucoup. Je suis  
sûr que vous en avez  
beaucoup et que vous  
en avez beaucoup.

Je suis sûr que vous en  
avez beaucoup et que  
vous en avez beaucoup.  
Je suis sûr que vous en  
avez beaucoup et que  
vous en avez beaucoup.  
Je suis sûr que vous en  
avez beaucoup et que  
vous en avez beaucoup.

Elle semblait d'ignorer Dubrovin. Ce dernier utilisait ses publications pour régler quelques comptes, si l'on ose dire. La seule relation directe que nous connaissions entre les deux hommes consista en une lettre adressée par l'académicien au professeur de Bourdeaux le 3 février 1933. Elle ne présentait qu'un intérêt mineur si elle ne nous donnait quelques informations sur les difficultés rencontrées par le bureau de l'Académie des sciences devant l'accroissement du nombre de publications. Cette instance allait prendre quelques années plus tard des contours limitant le nombre de publications autorisées annuellement pour un même auteur.

5 février 1933

Monsieur le Professeur,

Vos communications ont été reçues, suivant l'usage, à Monsieur Darboux\*, qui a la charge des sciences mathématiques. Leur intérêt n'est pas douteux. Mais il a été observé par le bureau que leur fréquence depuis quelque temps avait dépassé l'équilibre assigné par le règlement des comptes rendus et que la publication en serait retardée sur quelques semaines. Il serait regrettable

Monsieur le Professeur,  
 J'ai l'honneur de vous adresser  
 ci-joint le journal de chimie  
 de l'année 1904.

M. Berthelot

Ci-joint : Lettre de Berthelot à Dubau, au sujet de la plainte d'être désemparé au bout des « limites malheureusement restreintes de notre budget ».  
 (Archives de l'Académie des sciences.)

Ci-joint : Lettre de Dubau au chimiste tchèque Frantisek Wrocl (1861-1904), autre victime de l'insuffisance de Berthelot : *Le Journal de Chimie* refuse de publier ses travaux qui concernent certaines réactions du manganèse.

Paris, le 10 janvier 1904

Monsieur,

Comme je vous l'ai dit, je suis très  
 désolé de ne pas pouvoir vous adresser  
 ce journal et je vous prie de vouloir  
 bien excuser la situation. Je vous prie  
 de vouloir bien m'excuser de ne pas  
 pouvoir vous adresser ce journal et  
 de vous prie de vouloir bien m'excuser  
 de ne pas pouvoir vous adresser ce  
 journal et de vous prie de vouloir  
 bien m'excuser de ne pas pouvoir  
 vous adresser ce journal et de vous  
 prie de vouloir bien m'excuser de ne  
 pas pouvoir vous adresser ce journal.

Je vous prie de vouloir bien  
 excuser la situation et de vouloir  
 bien m'excuser de ne pas pouvoir  
 vous adresser ce journal et de vous  
 prie de vouloir bien m'excuser de ne  
 pas pouvoir vous adresser ce journal.

Je vous prie de vouloir bien  
 excuser la situation et de vouloir  
 bien m'excuser de ne pas pouvoir  
 vous adresser ce journal et de vous  
 prie de vouloir bien m'excuser de ne  
 pas pouvoir vous adresser ce journal.

Très respectueusement,  
 M. Berthelot

M. Berthelot

d'ailleurs, à mon avis, qu'elle éprouvait d'autres contraintes que celles exigées par les limites malheureusement restreintes de notre budget, budget encore amoindri à la fin du dernier mois de décembre par les insuffisances et difficultés financières.

- Veuillez, Monsieur le Professeur, agréer l'assurance de ma haute considération.

Signé : M. Berthelot

Au-delà du cercle restreint des initiés qui, pour la plupart, furent les meilleurs de ses élèves, Dubau ne bénéficia d'aucun appui conséquent dans la communauté des chimistes en France, les plus

influence ayant travaillé dans le laboratoire de Berthelot : c'est le cas de Délongne<sup>2</sup> par exemple qui avait passé plusieurs années (de 1883 à 1902) comme préparateur au Collège de France avant d'occuper plus tard la chaire de chimie dans cette même institution, et qui défendait encore en 1902 le principe du travail maximum plus par respect pour la mémoire de Berthelot que par conviction scientifique, comme l'indique le témoignage adressé à Donald G. Miller. Le soutien que lui apportèrent certains physiciens de renom, dont Jean Perrin<sup>3</sup>, dans cette affaire ne péna pas lourd et ce, semble-t-il, pour deux raisons : d'abord parce que les chimistes constituant à l'époque une communauté distincte de celle des physiciens et que, par conséquent, le point de vue d'un spécialiste de physique atomique n'a pas grand écho dans le milieu des chimistes, ensuite, parce que les orientations de Dubem dans les recherches de physique et son attitude à l'égard des travaux réalisés par les physiciens français ne favorisent pas, de leur part, un engagement rigoureux sur des questions que, somme toute, ils peuvent considérer comme étrangères à leur domaine de compétence.

C'est hors des frontières que Dubem fut, semble-t-il, le mieux compris. Par exemple de Francisco Wald<sup>4</sup>, savant et ingénieur tchèque, directeur d'un laboratoire d'analyses chimiques à Klatsko et correspondant d'Orwald. Dans les deux lettres adressées en 1893 à Wald par Dubem, alors que ce dernier était maître de conférences à Lille, on admirera la clarté de l'expression, la calligraphie et on découvrira, s'il le fallait encore, « l'excellente diction » entre Dubem et Berthelot.

L'émancipation dont en victime Dubem en France lui ferme également la plupart des portes de l'édition scientifique française. A Lille, Rouen ou Bordeaux où se poursuivait sa carrière universitaire, Dubem sera contraint de s'adresser à des éditeurs étrangers pour diffuser ses théories opposées à celles de Berthelot et des thermo-chimistes dont la critique fait l'objet d'une œuvre larvée.

En 1891, Dubem publie à la Librairie Hosta, à Gand, son *Introduction à la Mécanique Chimique*. Il consacre dans cet ouvrage quarante pages à une étude critique et historique des travaux et des méthodes concernant les problèmes de mécanique chimique en débat. Revenant dans le détail le genre du Principe énoncé par Berthelot en 1873, Dubem rappelle que Thomson<sup>5</sup> publia aussitôt une réclamation très vive à propos de ce Principe, inventé par lui dès 1854, et montre comment Berthelot, pour échapper aux critiques et expliquer les cas où le principe ne se vérifie pas, découvrit la notion d'énergie dissipée et corrigeant ainsi l'énoncé du Principe : « Toute réaction, accomplie sans le secours d'une énergie étrangère, dégage de la chaleur ». Dubem, avec une ironie mordante, démontre qu'il

peut alors ainsi se formuler : « Toute réaction qui n'absorbe pas de la chaleur en dégage », ce qui, en effet, transforme le troisième principe de la thermochimie en « ridicule tautologie ». La querelle prend chez Dubern un ton d'aussant plus vif que le savant ne peut exprimer son opinion dans les conditions normales d'un débat scientifique. Lorsqu'en 1890 Berthelot publie sa *Thermochimie*, Dubern répond aussitôt dans un article de la *Revue des Questions Scientifiques* imprimée en Belgique chez Peeters et Casterick, à Louvain. Il confirme avec vigueur le travail de l'académicien rappelle les trois principes sur lesquels il construit la thermochimie et qu'il formule ainsi :

1. Le principe des travaux moléculaires, d'après lequel la quantité de chaleur dégagée dans une réaction mesure la somme des travaux chimiques et physiques dans cette réaction.

2. Le principe de l'état initial et de l'état final ainsi exprimé : si un système de corps simples ou composés, pris dans des conditions déterminées, éprouve des changements physiques ou chimiques capables de l'amener à un nouvel état, sans donner lieu à aucun effet mécanique extérieur au système, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par l'effet de ces changements, dépend uniquement de l'état initial et de l'état final du système ; elle est la même, quelles que soient la nature et la suite des états intermédiaires.

3. Le principe de travail maximum : tout changement chimique, accompli sans l'intervention d'une énergie étrangère, à température constante, tend vers la production du corps ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur.

On constate que le troisième principe est prisant sans modification par rapport aux écrits du même Berthelot qui datent de 1873.

Dubern renouvelle ses critiques et, malgré un ton polémique, maintient le débat sur le terrain scientifique. Par contre, dans le dernier paragraphe, l'énergétisme se livre à une attaque sans concession de l'homme et du rôle efficace qu'il joue dans le développement des recherches en France, lui reprochant notamment de s'attacher étouffement aux doctrines condamnées au détriment de la promotion des théories nouvelles. La conclusion de Dubern est éblouante :

« Pendant qu'il contemple les ruines des idées pour lesquelles il a combattu, que M. Berthelot prête l'oreille aux murmures qui sortent de la foule des physiciens et des chimistes français qu'un voile de crainte superstitieuse empêche encore d'élever la voix, et



Henri Fabre (1854-1912).

avec "le dilpôle des trahisons, des déceptions et des abandons", ces murmures lui apparaissent une sorte de commentaire anticipé de ces paroles : Dites-moi où sont maintenant ces maîtres et ces docteurs que vous avez connus lorsqu'ils vivaient encore et qu'ils travaillaient dans leur science ? d'autres occupent à présent leur place, et je ne sais s'ils pensent seulement à eux. Ils semblaient, pendant leur vie, faire quelque chose, et maintenant, on n'en parle plus ».

Ces murmures ne furent cependant pas suffisants pour permettre la promotion de la Chimie physique à laquelle l'énergisme comme son langage, et la rigueur, voire la violence du propos, ne favorisaient pas les appels que Dubois pouvait espérer. On peut regretter que certaines questions scientifiques posées par Dubois n'aient pas rencontré plus d'écho, qu'elles n'aient pas notamment donné lieu à de véritables débats dans la physique nous a, à la même époque, évité l'extraordinaire incendie. Par exemple, le refus de créer en Sorbonne une chaire de Chimie physique, vivement souhaitée par



## L'entrée dans l'Université

### *Lille et les intellectuels catholiques*

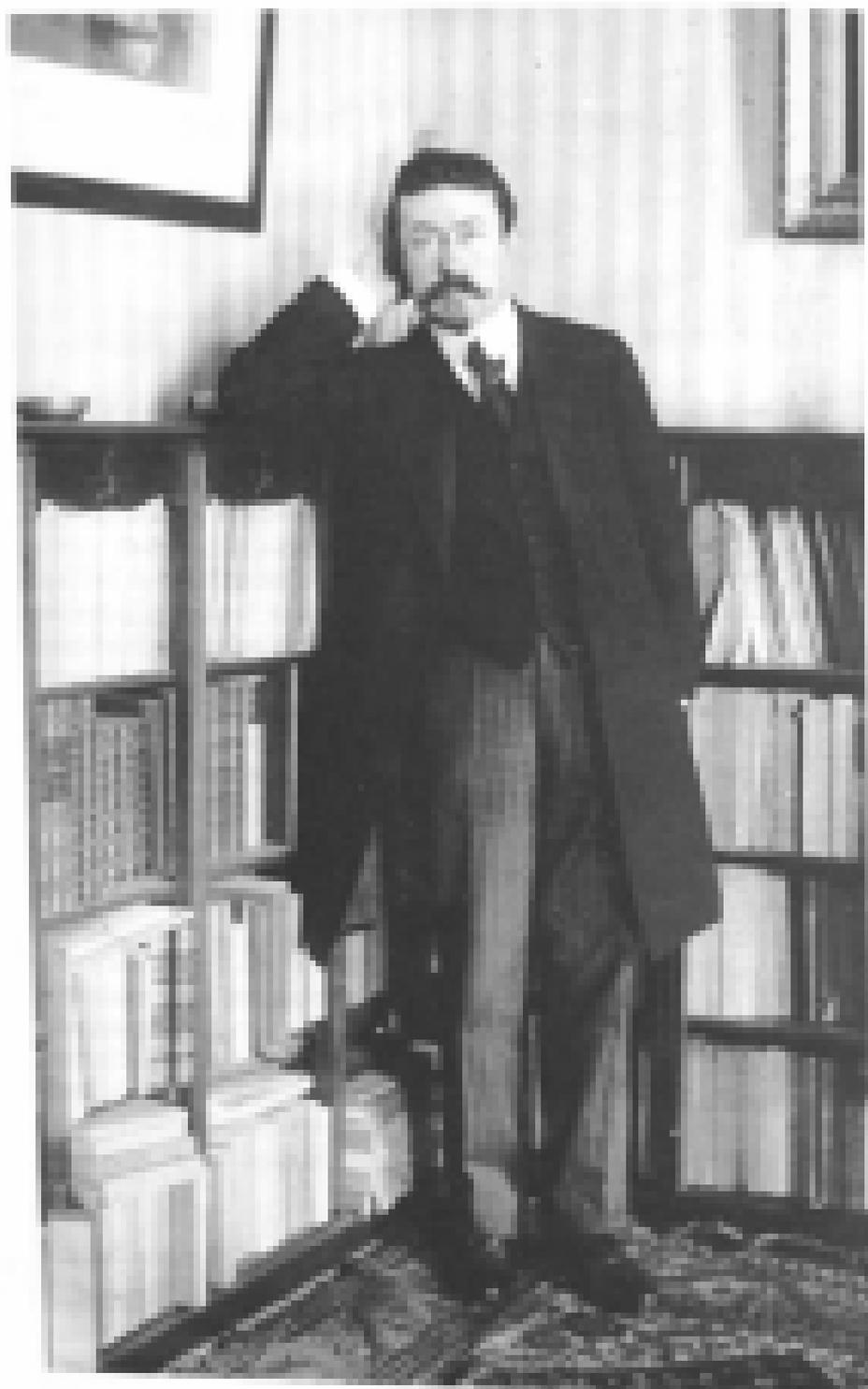
Pierre Dubern est nommé maître de conférences à Lille en mai d'octobre 1887 ; ses premières publications scientifiques et ses engagements dans la société civile l'ont déjà mis en difficulté vis-à-vis de ses collègues et de la plupart des tenants de la science officielle. Le jeune maître de conférences espère néanmoins que ce séjour dans une faculté de province, habituel pour les plus brillants des normaliens (les autres vont enseigner dans les lycées), précède une nomination vivement souhaitée dans une chaire à la Sorbonne. Au cours de ces six années passées à Lille, Dubern partage son temps entre les cours de physique qu'il dispense à ses étudiants, la poursuite et la mise en forme des travaux scientifiques engagés précédemment et les rencontres avec le milieu intellectuel de la faculté des sciences et surtout de l'Institut catholique de la grande ville industrielle du Nord de la France.

Son travail universitaire fait l'objet de jugements négatifs de la part des étudiants comme des responsables de la faculté. Les rapports annuels adressés par le recteur Bayet à l'administration en 1888-1889-1890 insistent sur les qualités de ce « très brillant professeur » qui sait être concis et remarquablement clair malgré la complexité des théories présentées à son auditoire. Les inquiétudes et les regrets, manifestés par exemple lorsque ses étudiants échouent à l'agrégation, illustrent la grande conscience professionnelle du jeune maître de conférences. Il s'en ouvre à son ami Paul Painlevé — qui vient d'être nommé à la faculté des sciences de Lille — lequel lui adresse cette réponse significative :

Saint-Jean de Thiennes, 28 septembre 1889 (sans doute).

Mon Cher Ami,

J'ai reçu ta lettre avec grand plaisir bien que les nouvelles incluses ne m'aient pas pleinement satisfait. Il est certainement regrettable qu'un au moins de tes candidats n'ait pas été reçu, mais



*Paul Fisher (1865-1933).*

je crois pourtant que tu attaches trop d'importance. Où je retrouve à coup sûr ton imagination pessimiste, c'est que tu prévois le jour où l'on t'ouvrira préparant le bachelier au lieu de l'agrégation. Ce jour est au moins aussi éloigné que le triomphe de la Boulangie. Ne te tourmente donc pas à ce point des membres de Damien et des impressions de la Sorbonne. Remarque que tu n'as, sur les dites impressions, que les renseignements de tes candidats, lesquels pour être de très bonne foi ne sont pas des témoins que je prends au pied de la lettre. Au fond, tout cela me produit l'effet d'une pierre qui tombe au fond d'un puits : pendant un instant, on fait des ronds et il n'en est plus question. Tu es nommé pour un an à Lille : tena-toi tranquille, fais ton service comme tu sais le faire, en en sortant le moins possible et en arrondissant les angles dans la mesure de tes moyens. Dans un an, personne ne songera à te chercher noise ou, si cela vient à l'idée de quelqu'un, il sera fort empêché.

En admettant même que cette attitude coûte un peu à ton caractère, tu es assez d'instinct à venir à Lille pour ne pas reculer devant ce petit sacrifice. Indépendamment de ta famille, d'autres attaches, comme tu le dis toi-même, te retiennent au rivage. J'espère que des renseignements plus précis te permettront bientôt de sortir de cette période d'attente qui est vraiment trop longue et trop incertaine. Je souhaite de tout cœur que ta patience soit enfin récompensée. Je suis sûr que ta santé se montera bientôt plus accommodante. Nous verrons d'ici peu à quel nous en tenir.

Ici, je résume depuis le 13 août une existence paisible et laborieuse, dans un pays qui est ravissant dès que le soleil luit, et il a lu presque tous les jours ces six dernières semaines. J'ai beaucoup travaillé, j'ai fait quelques mathématiques, quelques vers et surtout de la prose. J'ai achevé complètement la nouvelle dont je t'ai parlé. Ce chef-d'œuvre compte une cinquantaine de pages d'impression. J'en ai donné lecture au comité mensuel et anticipé que nous lisons dans ce trou perdu et l'impression a été très bonne. Je souhaite que ces juges, sincères à coup sûr, n'aient pas été trop indulgents. Je tâcherai de la publier aussitôt renvoyé à Paris. J'ai d'autres nouvelles fort avancées. Enfin je me suis mis à une grande machine très sombre et très passionnée dont je t'ai touché un mot déjà, et qui, dans ma pensée, doit constituer un roman. Tu penses que je n'ai pas dû perdre beaucoup de temps pour venir à bout de toute cette besogne, et en effet, j'ai travaillé presque sans interruption. A part trois jours que j'ai passés avec mon père, une excursion au Mont-Saint-Michel, une course à Arraches et à Gourville, toutes mes journées ont été sérieusement employées. Depuis cinq ans peut-être, je n'avais pas traversé une

période d'activité quasi féconde et aussi heureuse. Je profite de ces belles dispositions pour aller le plus loin possible, avant de me replonger l'hiver prochain dans les mathématiques.

C'est une fois rentré à Lille, je travaillerais d'arrache-pied au fameux mémoire et je ne le lâcherai qu'à parachèvement. Ce sera bien par devoir d'ailleurs, car les mathématiques me laissent maintenant fort indifférent; mais il faut bien justifier la confiance du gouvernement.

Je rentrerai à Paris le 7 ou le 8 octobre. J'y resterai jusqu'à la Toussaint. Vaudras-tu voir l'Exposition expirante? Sinon nous ne nous retrouverions qu'en novembre dans la ville éternelle. En tout cas, je te souhaite bonne santé et bonne chance (ou suis persuadé). Rappelle-moi, je te prie, au bon souvenir de ta famille, et reçois de ton vieil ami une bien affectueuse poignée de main.

Paul Painlevé

Je joins à cette lettre une de mes dernières productions poétiques; cela pourrait s'appeler: Pêcheur d'Islande.

Nous nous étions assis au falot de la dune  
 Pour voir le port bleuir dans les brumes du soir,  
 Dans le chenal doublant le cap rocheux et noir,  
 Les banques de pêcheurs sentaient une par une.

Elles sentaient, coiffant leurs voiliers au vent  
 Comme des goélands qui déplaieraient leurs ailes  
 Puis s'élançant d'un bond sur la mer, en avant  
 Et vers le Nord faisaient leurs silhouettes folles.

Elles attendaient pour les ventres charnus  
 Bien loin, pour l'écume de l'Océan polaire,  
 Qui, sous le jour doré, enroulé de frimas  
 Les attendait, livide et froid, comme un veaire.

Là-bas, c'étaient les longs hivernages à bord,  
 Par les brouillards sans fin les mornes traversés  
 Et la mer pétilleuse, et, pour combler l'âme morne  
 Dans le fracas des vagues sinistres et glacées.

Nous restions tous deux songeurs, sans nous parler.  
 Autour de nous creusait l'ombre crépusculaire  
 Puis la brise fraîche et souffla vers la terre  
 Et sur les grands rochers le flot vint déborder.

La nuit profonde avait revêtu les blanches roches,  
 La lang de quai, restaient les femmes en priant.  
 Immobiles, les yeux tournés vers l'Orient,  
 Nous regardions monter les premières étoiles.

Paul Painlevé

— Au cours de ces premières années à l'Université, Duhem accumule les travaux scientifiques, publications, ouvrages et communications diverses. En 1898, il signera six publications, dont trois dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences, et son premier ouvrage de synthèse sur le potentiel thermodynamique est édité. En 1897, dix-sept publications dont dix à l'Académie des sciences, en 1898 un ouvrage et une quinzaine de publications. Ces premières années sont extrêmement fécondes. Elles permettent à Duhem de formaliser et de diffuser ses travaux sur la base d'orientations scientifiques déjà très élaborées, tant en ce qui concerne l'énergétique que l'histoire des théories de la physique dans l'intervalle de la connaissance et de la recherche.

La lecture de *L'introduction à la mécanique chimique* publiée en 1899 révèle que le projet de Duhem est déjà clairement défini et que ses travaux ultérieurs s'inscrivent dans des perspectives ouvertes notamment par Borchgrevink, Sainte-Claire Deville<sup>17</sup>, Gibbs et Moutier, selon les principes d'une énergétique ou thermodynamique générale dont Duhem va s'attacher à constituer les bases.

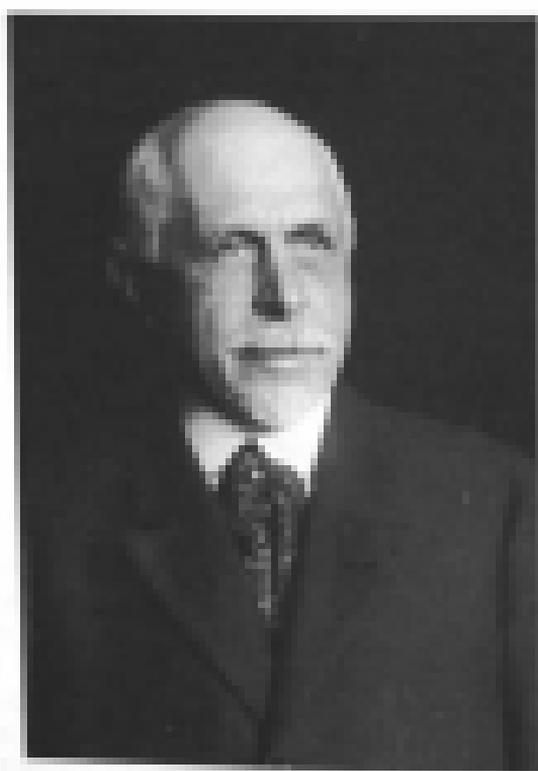
Toutes les recherches engagées par Duhem contribueront à illustrer et à enrichir la théorie physique, préalable selon lui à toute démarche scientifique et à organiser le « désordre, le chaos et l'effroyable dédale des faits déjà connus ». Duhem va consacrer l'essentiel de son activité scientifique à définir les principes sur lesquels doit être fondée cette théorie, puis à construire l'« œuvre » dans laquelle vont s'inscrire les connaissances et les résultats déjà connus ainsi que les recherches à engager. *La théorie physique*, son objet, se structure, publiée en 1906, définit les éléments et l'architecture de cette œuvre.

— Le *Traité d'énergétique ou de thermodynamique générale*, publié en 1911, constitue l'aboutissement de cette immense tâche qui se fit Duhem et qui consista, en quelques années, à construire la réalité à ces principes. Si la réalisation concrète de cette œuvre demanda du temps, les principes de base sur lesquels elle va s'appuyer sont déjà fermement établis dans la pensée de Duhem. L'orientation des premiers travaux du savant ne laisse planer aucun doute à ce sujet. Duhem connaîtra des difficultés, des échecs. Ses choix ne s'avèrent pas toujours pertinents. Néanmoins, en mesure mieux actuellement ce que l'on est doit à Duhem : il fit l'un des artisans les plus convaincus et les plus combats de la promotion de la chimie-physique dans notre pays, le pionnier de la thermodynamique des phénomènes irréversibles, discipline appelée à d'importants développements à partir des années 1920.

— Duhem discutait et tentait de diffuser ces idées scientifiques devant des auditoires d'étudiants mais également lors des réunions

organisées à Lille à l'initiative d'Éugène Mounier, professeur de chimie à « la Catho », c'est-à-dire l'Institut catholique de Lille. Dans ce cadre, l'abbé Bourgeois, géologue, l'abbé Mounier, théologien, André Chevillon, professeur de littérature anglaise, nommé d'Hippolyte Taine<sup>4</sup>, Paul Fabre, historien catholique mystique, Émile Artaud, juriste, Auguste Angellès, assistant de Chevillon et Maurice Rougais, futur professeur à l'École de Droit de Paris, animaient des débats sur des thèmes très divers dans un groupe constitué très majoritairement de catholiques ardents et convaincus. Paul Painlevé, libre-penseur et républicain, nommé à Lille, répondant à l'invitation de Pierre Dubon à participer à ces réunions, vint à troubler quelque peu ces discussions, sans que cela entame l'estime et l'amitié que se portaient les deux anciens normaliens.

C'est dans ce cercle lillois que Pierre Dubon rencontre, en 1888, sa future femme, Adèle Chayet, au cours d'une soirée chez Madame Mounier. Cinquième enfant d'Alexandre Chayet, qui fut directeur



André Chevillon, de l'Académie française, nommé de Taine et professeur de littérature anglaise à l'université de Lille, il est un des membres du groupe d'intellectuels catholiques qui fréquentent Dubon.



Adèle Chazot

épouse Dubem en 1890 et disparaît d'atoutement en 1892.

des Forges de Fourchambault, Adèle était également la sœur de l'académicien Saint-Boné Tallandier, la cousine germaine d'Odile-Laprasse, philosophe connu pour ses engagements religieux, et belle-sœur du docteur Ernest Bailus, professeur de la faculté libre de médecine de Lille. Cette alliance soude au cours des années auxquelles le jeune maître de conférences était régulièrement invité, notamment chez Bailus, permit à Pierre Dubem de accéder dans ce milieu catholique et conservateur confiant un environnement fort ressemblant à celui qu'il venait récemment de quitter à Paris. Léon Odé-Laprasse — déjà rencontré à l'École Normale Supérieure où il enseignait la philosophie — avait connu quelques années auparavant certaines difficultés dans ses rapports avec l'Administration. Ses prises, souvent hostiles à la République et à l'enseignement public, largement diffusés dans la presse, avaient entraîné une décision de suspension de cours à son encontre, prise par le directeur le 5 novembre 1880. Pierre Dubem se voit donc, dans cet environnement, conforté dans des engagements déjà très affirmés.

Pierre Dubem et Adèle Chayot se marient le 28 octobre 1890. Le 29 septembre 1891, une fille, Hélène-Pierre, vient au monde. Le 28 juillet 1893, Adèle meurt, laissant Pierre Dubem seul avec Hélène. Cette tragédie affecte profondément Dubem et contribue à assombrir son caractère. Si les obstacles de tous ordres dressés dans le domaine professionnel et les affrontements de la vie sociale favorisent à eux seuls ses tendances à l'isolement, la disparition brutale d'Adèle ne pouvait qu'aggraver la difficulté de ses rapports humains hors de la sphère très protégée de ses intimes. Le comportement de Dubem vis-à-vis de ses contradicteurs et de ses ennemis empêche toute indulgence à son égard et ses réactions, parfois violentes, lui offrent pour une bonne part l'appui de ceux-là mêmes — et ils furent nombreux — qui reconnaissent par ailleurs la qualité de ses travaux.

Les conditions dans lesquelles Dubem quitta Lille sont révélatrices de cette situation. Le 6 juillet 1893, à la suite d'un malentendu, semble-t-il, Dubem trouve close la porte du laboratoire où il devait faire passer les examens de licence. Il prend violemment à partie Paillet, préparateur et garçon du laboratoire, et va se plaindre au doyen Gustave Demartres avec lequel pourtant, jusque-là, il semblait en bons termes. Demartres, quelque peu irrité, demande à Paillet d'adresser à Dubem une lettre d'excuses, ce que Paillet fait aussitôt le 7 juillet. Dubem considère que la sanction est insuffisante. On inflige un blâme à Paillet, Dubem manifeste toujours sa volonté de voir une sanction encore plus stricte (l'exclusion définitive semble-t-il) s'abattre sur Paillet. Demartres écrit à Dubem en lui demandant « de se contenter du blâme infligé à Paillet et de la lettre d'excuses ». Dubem refuse toujours... L'affaire est portée devant le recteur Beun par Demartres. En outre, ce dernier se plaint du comportement de Dubem qui refuse même de le saluer. Le recteur transmet la lettre de Demartres à Dubem en lui demandant « de ne pas venir à la faculté afin de ne pas rencontrer Demartres ». La lettre du recteur parvient à Dubem le 19 septembre... La réponse de Dubem est immédiate :

« Quant à mon salut, il faut de sa part (celle de Demartres) une singulière impudence pour le réclamer, les droits de l'homme me donnent le droit de lui adresser tout autre chose qu'un coup de chapeau.

[...] Il a osé de mon pouvoir ou m'excluant arbitrairement le 6 juillet d'un jury de licence en sciences physiques alors que j'avais déjà fait partie de l'examen. [...] Il m'a insulté en levant la main sur moi... »

Le 21 septembre, Bayet convoque Duhem pour le mardi 3 octobre. Le 22, Painlevé, qui est à Paris à l'époque et qui prend fait et cause pour son ami, écrit à Duhem pour lui conseiller soit le mépris, soit « de provoquer Demarees en duel ». Le 23 septembre parvient au physicien une lettre de Fabre<sup>2</sup> qui lui conseille plutôt le calme et l'engagement à quitter Lille, ce que Duhem acceptera lors de son départ du 3 octobre avec Bayet. Une lettre de Bayet, datée du 11 octobre, regrette poliment, semble-t-il, le départ de Duhem mais « c'était, écrit Bayet, comme vous-même l'avez reconnu, la seule solution possible ». Cette violente altercation n'est pas la première querelle de Duhem à Lille. Une lettre adressée, le 13 mai 1888, à Lacaze-Duthiers<sup>3</sup>, membre influent de l'Université française, est pour une raison mal déterminée signée « votre irréconciliable ennemi ». Un tel incident ne pouvait qu'ébranler les relations avec les membres de l'Académie et de la Sorbonne, où exerçait Lacaze-Duthiers comme professeur de sciences naturelles. Duhem quitta Lille et l'appartement qu'il occupait dans un quartier résidentiel, 78 rue Cassegrain, pour la faculté des sciences de Rennes où il vient d'être nommé.

### *Physique et religion*

De Rennes et de son travail à la faculté des sciences, Duhem ne conservera pas un bon souvenir. Il n'y trouvera ni les conditions matérielles, ni la qualité des contacts avec le monde universitaire et intellectuel rencontrées à Lille. Heureusement, la présence d'Édouard Jordan, nommé à la faculté des lettres de Rennes, puis celle d'Émile Artur à la faculté de droit, viendront enrober une vie un peu sombre, sorte d'exil dans une ville de province. Les efforts du jeune maître de conférences chargé des cours de physique pour doter l'Université et la ville d'une bibliothèque digne de ce nom, se heurtent à une évidente indifférence de ses collègues scientifiques, au point d'ailleurs que l'on prête à un des professeurs de la faculté des sciences et mathématiques, lancé au moment du départ de Duhem à Bordeaux en octobre 1894 : « En maintenant qu'il est parti, qu'allons-nous faire de tous ces livres ! ».

Au cours de son séjour dans la capitale bretonne, Duhem fut associé à la préparation du congrès international des scientifiques catholiques qui se tint à Bruxelles en septembre 1894. Les interventions du professeur de Rennes y furent particulièrement remarquées : les débats philosophiques engagés entre Duhem et nombre

de congrès, consignés dans les actes du congrès, illustrent les interrogations des théologiens catholiques confrontés à un développement des connaissances scientifiques qui bouleversent toutes les conceptions traditionnelles, bien au-delà des instances religieuses. Ces rencontres fournirent à Dubem l'occasion de préciser ses propres réflexions à propos des rapports entre physique et métaphysique. Les idées de Dubem sur ce sujet sont clairement exprimées dans les premières pages de *La théorie physique*, son objet et sa structure, œuvre maîtresse publiée en 1906, dont le premier chapitre s'intitule : « *Théorie physique et explication métaphysique* ».

Dans une lettre adressée à sa mère, Dubem décrit la manière dont il fut conduit à intervenir, à la suite d'une communication faite à ce congrès de 1894 :

« [...] Un brave ecclésiastique, venait de traiter une objection prise dans la mécanique. On m'a demandé mon avis sur la partie scientifique. Alors, calmement, j'ai dit à tous ces bons philosophes catholiques que, tant qu'ils s'obstinaient à parler de la science sans en savoir un traître mot, les libres penseurs se moqueraient d'eux, que pour parler des questions où la science et la philosophie catholique se touchent, il fallait avoir fait dix ou quinze ans de science pure, et que tant qu'ils n'auraient pas formé des hommes ayant des connaissances scientifiques approfondies, il fallait garder le silence. L'été est lancé, elle fera son chemin ; toute l'après midi, on n'a parlé que de cela au congrès ; je ne regrette pas d'être venu ; je crois que le grain que j'ai semé germera ; c'est la première fois que ces braves gens s'osent dire la vérité ; cela les surprend un peu ; mais je suis surpris de voir qu'ils y mettent, au moins que plusieurs d'entre eux y mettent une grande bonne volonté. »

Il est probable que ce sont ces débats qui déterminèrent Dubem à écrire de nombreux articles et ouvrages sur le thème de la science et de la religion. Il éprouve en effet le besoin d'explicitier ses propres choix philosophiques à l'intention d'une communauté scientifique et intellectuelle fortement marquée, en France notamment, par le positivisme libre-penseur, et de conforter, en leur donnant des arguments théoriques nouveaux par sa propre pratique de scientifique et d'historien des théories de la physique, la communauté et la hiérarchie catholiques dans leurs choix fondamentaux. Sans doute faut-il voir là quelques-uns des raisons qui ont inspiré les très nombreux travaux et recherches de Dubem sur le rôle de la pensée religieuse dans l'élaboration de la démarche scientifique au Moyen Âge, ainsi que les articles publiés dans les *Annales de philosophie*

publiées en 1903 et 1906 sous le titre « Physique de croyant ». Cette dernière série d'articles sera d'ailleurs publiée à la suite de la *Théologie physique*, son objet et sa structure, lors de la deuxième édition de cet ouvrage en 1914 (la première édition date de 1906).

Dubois défendra ses conceptions dans la *Revue de philosophie* tout à fait l'un des fondateurs avec le Père Peillaube<sup>4</sup> et le Père Baillet, professeurs à l'Institut catholique de Paris. Il contribuera ainsi à la promotion de l'idée selon laquelle la croyance religieuse et la pratique scientifique ne sont pas antagonistes mais au contraire complément des vérités de « divers ordres ». La lettre adressée au Père Baillet le 21 mai 1911 éclaire bien cette position, prise dès la lettre N°1 :

Bordeaux, le 21 mai 1911

J'ai eu à lire que l'Institut catholique de Paris se préparait à organiser un ensemble coordonné d'enseignements philosophiques. Cette nouvelle m'a causé grande joie, et elle causera grande joie, je pense, à tout catholique clairvoyant : il est temps, en effet, qu'un nombre et une variété d'enseignements de la philosophie indifférente ou adverse, nous opposions tout un collège de chaires où la philosophie traditionnelle du catholicisme soit exposée en toute sa force et en tout son développement.

Au sujet de la composition du futur Institut de philosophie, des réflexions me sont venues, dont je vous demande la permission de vous faire part. Ce ne sont pas des conseils qui, venant de moi, seraient importants ; ce sont, bien plutôt, de simples renseignements. Vivant au milieu de ceux qui professent des doctrines contraires aux nôtres, je suis bien placé pour connaître leur plan d'attaque contre nous et pour voir où nos défenses doivent être surtout renforcées.

Le champ où la bataille est déjà engagée, où sans aucun doute elle va devenir de plus en plus violente, c'est l'incompatibilité de l'esprit scientifique et de l'esprit religieux.

Je ne dis pas incompatibilité de telle découverte scientifique avec telle doctrine religieuse. De ces antagonismes particuliers fut faite la polémique du 17<sup>e</sup> siècle. On s'y ingérait, par exemple, à opposer telle théorie géologique à tel verset de la Bible. Mais ce furent là escarmouches isolées qui préparaient la grande affaire. Celle-ci est beaucoup plus ample et le résultat auquel elle tend menace d'être beaucoup plus radical. Il s'agit de dénier à toute religion le droit de subsister, et cela au nom de toute la science. On prétend établir qu'aucun homme sensé ne saurait, en même temps, admettre la valeur de la science et croire aux dogmes d'une

religion ; et comme la valeur de la science s'affirme chaque jour davantage par mille inventions merveilleusement utiles, comme un esprit aveugle pourrait seul la déroger en doute, s'en est fait de la foi religieuse.

Pour établir cette incompatibilité essentielle et absolue entre toute science et toute religion, on fait appel à l'analyse logique des méthodes par lesquelles l'une et l'autre se produisent.

La science, dit-on, prend pour fondement soit des axiomes qu'aucune raison ne peut nier, soit des faits qui ont toute la certitude du témoignage des sens : tout ce qu'elle bâtit sur ces fondements est construit à l'aide d'un raisonnement rigoureux ; et par surcroît de précautions, l'expérience vient contrôler chacune des conclusions auxquelles elle aboutit ; l'édifice entier garde donc l'indéfectible solidité des premières assises.

Les dogmes religieux, au contraire, sont issus d'aspirations et d'émotions vagues et insaisissables, qui naissent du sentiment et non point de la raison, qui ne se soumettent à aucune règle logique et ne sauraient, même un instant, soutenir l'examen d'une critique quelque peu rigoureuse.

Dès lors, ou bien l'on déclarera que tout ce qui a fait l'objet des dogmes religieux est absurde et dénué de sens, et l'on se contentera d'un positivisme étroit et absolu, bien voisin du premier matérialisme qui se est comme une conclusion forcée. Ou bien l'on regardera cet objet, qui échappe aux démonstrations de la science, comme incapable d'être connu avec la moindre certitude : on professera un agnosticisme pour lequel toute religion n'est qu'un rêve plus ou moins poétique et consolateur ; mais comment celui qui a éprouvé les fermes réalités de la science se laisserait-il encore tenter par un tel rêve ?

Cet antagonisme entre l'esprit scientifique et l'esprit religieux, on ne se contente pas de le mettre en évidence à l'aide de la logique. On veut encore que l'histoire du développement des connaissances humaines le fasse éclater aux yeux les moins clairvoyants. On nous montre comment toutes les sciences sont nées de la seconde philosophie hellénique, dont les plus brillants adeptes abandonnaient au vulgaire le soin ridicule de croire aux dogmes religieux. On nous dépense avec épouvante cette nuit du Moyen Âge pendant laquelle les écoles, asservies aux agissements de l'Église, ne furent que de vastes ateliers de discussions théologiques, et nous nous souvenons la moindre parcelle de l'héritage scientifique des Grecs. On fait revivre à nos yeux les débâcles de la Renaissance où les esprits, libérés enfin du joug de l'Église, ont retrouvé le fil de la tradition scientifique, en même temps que la source de la beauté artistique et littéraire. On se plaît à

appeser, à partir du XVII<sup>e</sup> siècle, la marche toujours ascendante de la science, à la décadence, toujours plus profonde, de la religion. On se croit alors autorisé à prophétiser la mort prochaine de celle-ci en même temps que le triomphe universel et incontesté de celle-là.

Voilà ce qui s'enseigne dans une foule de chaires, et qui s'écrit dans une multitude de livres.

Devant cet enseignement, il est temps que l'enseignement catholique se dresse, et qu'à la face de son adversaire, il jette ce mot : mensonge ! Mensonge dans le domaine de la logique, mensonge dans le domaine de l'histoire ; l'enseignement qui prétend établir l'irréductible antagonisme entre l'esprit scientifique et l'esprit chrétien, est le mensonge le plus colossal, le plus audacieux qui ait jamais tenté de duper les hommes.

Pour opposer la méthode qui conduit aux vérités scientifiques à la méthode qui mène aux dogmes religieux on décrit à faux l'une et l'autre de ces méthodes ; on les regarde toutes deux d'une manière superficielle et comme du dehors ; on s'empare de quelques caractères qui servent en examen rapide, et l'on en fait l'essence même des procédés que l'on prétend avoir analysés.

Combien ces méthodes se montrent différentes à celui qui les a réellement pénétrées jusqu'au cœur, qui a saisi, en chacune d'elles, le principe de vie ! Celui-là sait reconnaître à la fois et qui donne de la variété à ces procédés et ce qui en fait l'unité. Partout, il voit une même raison humaine user des mêmes moyens essentiels pour parvenir à la vérité ; mais en chaque domaine, il voit cette raison adapter l'usage qu'elle fait de ces moyens à l'objet spécial dont elle veut acquérir la connaissance ; ainsi, à l'aide d'opérations communes qui constituent proprement notre intelligence, il voit naître une méthode de la physique, une méthode de la chimie, une de la biologie, une de la sociologie, une de l'histoire ; sur les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie, la sociologie, l'histoire ont des principes différents et des objets différents et, pour atteindre ces objets, il faut, de points de départ divers, mais du même pas, suivre des routes différentes. Il reconnaît alors que pour aller aux vérités religieuses, la raison humaine n'emploie pas d'autres moyens que ceux dont elle se sert pour atteindre les autres vérités ; mais elle les emploie d'une manière différente parce que les principes dont elle part et les conclusions auxquelles elle tend sont différents. L'antagonisme que l'on avait dit existait entre la démonstration scientifique et l'intuition religieuse disparaît à ses yeux, tandis qu'il perçoit l'harmonieux accord des doctrines multiples par lesquelles notre raison s'efforce d'expliquer les vérités des divers ordres.

— Que dire de l'étrange histoire par laquelle on prétend constater qu'une analyse logique insuffisante avait affirmé à la légère ? Dès la naissance, la science hellène est toute imprégnée de théologie, mais d'une théologie païenne. La théologie enseigne que les cieux et les astres sont des dieux : elle enseigne qu'il ne peuvent avoir d'autre mouvement que le mouvement circulaire et uniforme qui est le mouvement parfait ; elle maudit l'impie qui ose attribuer un mouvement à la terre, foyer sacré de la divinité. Si ces doctrines théologiques ont fourni quelques postulats profondément utiles à la science de la nature, si elles en ont guidé les premiers pas, elles sont bientôt devenues pour la physique ce que les livres devenues pour l'enfant : des entraves. Si l'esprit humain n'avait brisé ces entraves, il n'aurait pu en physique dépasser Aristote<sup>2</sup>, ni Ptolémée en astronomie.

Où, ces entraves, qui les a rompus ? Le Christianisme. Qui a, tout d'abord, profité de la liberté ainsi conquise pour s'élancer à la découverte d'une science nouvelle ? La scolastique. Qui donc au milieu du quatorzième siècle a osé déclarer que les cieux n'étaient point nés par des intelligences divines ou angéliques, mais par une impulsion indétructible reçue de Dieu au moment de la création, à la façon dont se meut la balle lancée par le joueur ? Un maître en arts de Paris : Jean Buridan<sup>3</sup>. Qui a, en 1377, déclaré le mouvement diurne de la terre, plus simple et plus satisfaisant pour l'esprit que le mouvement diurne du ciel, qui a nettement réfuté toutes les objections élevées contre le premier de ces mouvements ? Un autre maître de Paris, devenu évêque de Lisieux : Nicole Oresme<sup>4</sup>. Qui a fondé la dynamique, découvert les lois de la chute des graves, posé les fondements d'une géologie ? Le scolastique parisiens, en des temps où l'orthodoxie catholique de la Sorbonne était proverbiale dans le monde entier. Quel rôle ont joué, en la formation de la science moderne, ces libres esprits, tant saints, de la Renaissance ? En leur superstitieuse et routinière admiration de l'Antiquité, ils ont méconnu et dédaigné toutes les idées fécondes qu'avait émises la scolastique du quatorzième siècle, pour reprendre les théories les moins remarquables de la physique platonicienne ou péripatéticienne. Que fut, à la fin du seizième siècle et au commencement du dix-septième siècle, ce grand mouvement intellectuel qui a produit les doctrines désormais admises ? Un pur et simple retour aux enseignements que donnait, au Moyen Âge, la scolastique de Paris, en sorte que Copernic<sup>5</sup> et Galilée<sup>6</sup> sont les continuateurs et comme les disciples de Nicole Oresme et de Jean Buridan. Si donc cette science, dont nous sommes si légitimement fiers, a pu voir le jour, c'est que l'Église catholique en a été l'accoucheuse.

Tels sont les éléments, qu'en histoire comme en logique, il nous faut opposer aux affirmations monogènes partiellement régnantes. Ne croyez-vous pas, mon Père, que ce serait l'un des rôles les plus importants, peut-être même le rôle essentiel, que le futur Institut de philosophie aurait à jouer ? Voilà pourquoi je me prends à penser que deux chaires seraient bien à leur place en cet Institut : l'une, consacrée à l'analyse des méthodes logiques par lesquelles progressent les diverses sciences, nous montrerait que l'on peut, sans contradiction, ni incohérence, poursuivre l'acquisition des connaissances positives et, en même temps, méditer les vérités religieuses. L'autre, suivant au cours de l'histoire le développement de la science humaine, nous amènerait à reconnaître qu'aux temps où les hommes étaient soucieux avant tout du royaume de Dieu et de sa justice, Dieu leur accordait par surcroît les pensées les plus profondes et les plus fécondes sur les choses d'ici-bas.

Me jugez-vous bien capable de vous avoir ainsi communiqué mes souhaits ? Assurément non : car vous savez que le seul souci qui me guide en cette affaire, c'est le désir de voir le règne de Dieu rétabli parmi nous ; et pour un tel objet, il n'est pas d'audace qui ne soit non seulement permise, mais ordonnée.

D'ailleurs, lorsqu'à la vue de l'anarchie intellectuelle où se débat, en ce moment, l'esprit humain, je crie vers Dieu : *Adveniat regnum tuum*, il me semble entendre votre prière qui fait écho à la mienne. Pussions-nous être exaucés ! C'est le vœu que je forme en vous offrant mes très respectueux hommages.

Pierre Dubois

À la fin de l'année universitaire 1893-1894, Dubois espérait enfin obtenir un poste à Paris. Il n'en fut rien. La correspondance alors tenue entre Dubois et Palaiseau indique clairement que la vive mise en cause des travaux de Berthelot en matière de thermochimie peut mener sur le devant du maître de conférences de Rennes. C'est à Bordeaux que Dubois est nommé le 13 octobre 1894. Il fait part de sa déception à Jules Tannery alors sous-directeur de l'École Normale Supérieure. Ce dernier informe son ami Louis Liard<sup>27</sup>, directeur de l'enseignement supérieur, qui répond : « Dites à votre ami Dubois qu'il doit accepter. Il faut qu'il comprenne que Bordeaux est le chemin de Paris ».

## A la faculté de Bordeaux

### *Esprit déçu*

C'est à Bordeaux que Dubern est donc nommé le 13 octobre 1894. Devant le Conseil général des facultés de Bordeaux, présidé par le Recteur d'Académie et constitué de membres nommés (les Doyens des quatre facultés, Médecine et Pharmacie, Droit, Sciences et Lettres) et de membres élus (2 professeurs par faculté), Bousquet, professeur à la faculté des lettres, membre élu, chargé du rapport général pour l'année 1894-1895, signale la nomination de Dubern :



BORDEAUX. — Le quai de Saint-Jean

*1894. L. Dubern*

« A la faculté des sciences la chaire de physique, précédemment occupée par M. Poncelet, a été dédoublée dans le cours de l'année en une chaire de physique théorique et une chaire de physique expérimentale : la première a été attribuée à M. Duhem et la seconde à M. Moriset, que la faculté a été heureuse de s'attacher ainsi tous les deux à titre définitif. »

Les conditions de ce dédoublement de chaire sont précises et justifiées par Rapet, doyen de la faculté des sciences et directeur de l'Observatoire de Bordeaux-Mérignac, rapporteur devant la même instance — le Conseil général des facultés — des travaux de la faculté des sciences.

« L'histoire de la faculté des sciences pendant la dernière année scolaire se résume en deux points : le dédoublement de la chaire de physique ; l'installation des cours élémentaires préparatoires au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles dont doivent maintenant être pourvus les futurs élèves des facultés de médecine. Les progrès de la physique pendant le dernier quart de siècle ont depuis longtemps rendu ses enseignements trop lourds pour un seul professeur, qui ne peut guère être à la fois assez mathématicien pour suivre dans toutes leurs conséquences analytiques les hypothèses qui semblent le mieux représenter les lois immédiates que l'expérience découvre, et assez expérimental pour indiquer utilement aux élèves l'art si difficile de combiner un instrument et d'étudier toutes les causes d'erreurs que peut amener son emploi. Ce n'est pas qu'il existe deux physiques, mais cette science est aujourd'hui assez vaste et assez certaine pour être enseignée à deux points de vue. La faculté avait depuis longtemps le désir d'avoir deux professeurs traitant de physique : elle a été assez heureuse pour voir, en décembre, la chaire unique, occupée par Abris, dédoublée en une chaire de physique théorique et une chaire de physique expérimentale. Nous avons tous éprouvé une grande satisfaction à voir définitivement attachés à l'Université de Bordeaux MM. Duhem et Moriset. »

En 1891-1892, le Conseil général des facultés devient Conseil de l'Université. La faculté des sciences où Bruas remplace Ruyff en démission est représentée par Hademann et Duhem qui succèdent à Bruas et Millardet, et dernier professeur de botanique. En 1896-1897, Hademann était nommé maître de conférences à la Sorbonne ; Marchis, élève de Duhem, arrive à Bordeaux où il est nommé maître de conférences dans des conditions quelque peu confuses sur lesquelles on reviendra.

La faculté des sciences est représentée par trois membres élus au Conseil d'Université : Dubern, Millardet et Fallot, ce dernier étant professeur de géologie et minéralogie. En 1897-1898, le recteur Cosan, appelé à faire valoir ses droits à la retraite, cède sa place à Bixot qui présidera le Conseil de l'Université jusqu'en 1901. Dubern, nommé officier de l'Instruction publique en juillet 1898 représente toujours la faculté des sciences avec Fallot. L'année suivante, Dubern disparaît du Conseil. Vives, récemment nommé à la faculté des sciences où il est chargé d'un cours de chimie industrielle, le remplace. Le rapport général sur l'état des facultés présenté par Camille Jullian, professeur d'histoire à la faculté des lettres, en 1898-1899, ne fait nullement référence à Dubern. Brunel, doyen de la faculté des sciences, chargé du rapport sur cette dernière, souligne dans son intervention les mérites de Vives, comme pour justifier son entrée inattendue dans le Conseil. L'arrivée de Marchis, la nomination de Bixot, comme recteur, l'exclusion — ou la démission ? — de Dubern, ne sont pas seulement, on le verra, de simples coïncidences.

— Bixot les publications que les actes du Conseil rappellent chaque année, aucune référence aux cours et à l'activité de Dubern n'apparaît dans les rapports présentés devant le conseil de l'Université. Il faut attendre 1904 — Bixot est mort depuis un an et remplacé par Thomis à la présidence du Conseil — pour que Gayon, rapporteur devant le Conseil d'Université de l'état de la faculté des sciences, cite les initiatives originales de Dubern, cours publics s'adressant aux étudiants en sciences et en lettres, et vante les mérites de son collègue :

« Les cours et conférences ont été faits avec zèle et succès avec assiduité. Une mention spéciale est due à une brillante innovation que nous devons à notre infatigable et éminent collègue M. Dubern. Dans une vingtaine de leçons consacrées à la Théorie physique, son objet et sa structure, il a intéressé non seulement les physiciens mais les philosophes. Aussi son cours a-t-il réuni à la fois des étudiants des deux Facultés, des professeurs de lettres et plusieurs de nos collègues de la Faculté des Sciences et de la Faculté des Lettres. Tous ses auditeurs rendent hommage à sa science, à sa clarté, à "ses disquisitions pressantes et persuasives". Le cours de M. Dubern, publié dans la *Revue de philosophie*, paraîtra bientôt en volume. »

— Ces indications font écho aux informations communiquées dans le rapport sur l'état général des facultés, présenté par Sigales, professeur de la faculté de médecine :

« Les facultés des sciences et des lettres ont eu, cette année, dix-sept cours publics qui attirent en des personnes de toutes conditions, désireuses de s'instruire agréablement dans les différentes sciences, ou des auditeurs spéciaux, heureux de trouver là des enseignements qui leur sont pratiquement utiles. Je n'en citerai qu'un, parce qu'il constitue une heureuse innovation. Dans une vingtaine de leçons consacrées à la Théorie physique, son objet et sa structure, M. Duhem a intéressé non seulement les physiciens, mais les philosophes ; son cours a réuni à la fois des étudiants des deux facultés, des professeurs des Enseignements secondaires et supérieurs et des amateurs. Ajoutons que ces leçons, publiées dans la *Revue de Philosophie*, paraîtront bientôt en volume. »

Ces références publiques aux travaux de Duhem marquent la fin d'une sorte de traversée du désert et sans doute le début d'une reconnaissance-explicite de la valeur du physicien. Dès lors, Duhem est convaincu qu'il terminera sa carrière à Bordeaux. Ce n'est qu'en 1901 qu'il comprend que, bien qu'ilu, dès 1898, membre correspondant de l'Académie des sciences pour la section mécanique, il restera encore longtemps dans ce qu'il appelait lui-même « une sépulture honorable », c'est-à-dire à la faculté des sciences de Bordeaux. C'est en effet le 3 juillet 1901 que Duhem tente une dernière fois par une intervention personnelle auprès de Louis Liard, alors vice-recteur de l'Académie de Paris, d'obtenir un poste à la Sorbonne.

Bordeaux, 3 juillet 1901.

Monsieur le Directeur,

Lorsque vous m'avez fait l'honneur de me nommer à Bordeaux, j'hésitais à accepter : « M. Duhem devrait comprendre, avez-vous dit à ce moment à M. Tannery, que c'est le chemin de Paris ». Sur ce chemin, je viens de faire une marche de sept années. Jusqu'ici, je ne me suis jamais plaint de sa longueur, et je n'ai rien fait pour l'abrèger. Deux fois j'ai été sollicité par diverses personnes de faire acte de candidat : lorsque la mort de M. Tissotani, puis la mort de M. J. Bertrand ont amené les vacances de la chaire de mécanique physique à la Sorbonne et de la chaire de physique mathématique au Collège de France ; je n'ai pas voulu suivre ce conseil, et je me suis rangé de bon cœur pour laisser passer mes amis, MM. Koenigs et Brillouin\* ; je n'ai pas voulu non plus, malgré la supériorité non douteuse de mes titres sur ceux des candidats, demander le cours de chimie physique qu'avait

occupé M. Robin ; je comprenais que certaines polémiques, qu'il avait dit de mon devoir de soutenir, et sans lesquelles l'enseignement français ne serait peut-être pas entré dans les véritables voies de la Mécanique théorique, rendaient difficile ma nomination. Mais aujourd'hui je crois pouvoir, sans hésitation, considérer que mon tour est venu, et je viens vous demander de songer à moi lorsqu'un poste auquel je sois propre se trouvera vacant.

Je ne me ferai pas moi-même juge de mes titres dans l'enseignement. Je me permettrai seulement de vous rappeler que dans l'espace de cinq ans, huit thèses de doctorat, issues de cet enseignement, ont été soutenues à Bordeaux, par MM. Monnet, Pilabon, Marchis, Turpaïn, Sauré, Lenoble, Chevallier, Caubet. M. Sauré était venu de New York pour suivre mes leçons. Je n'appreciais pas davantage mes travaux scientifiques ; dans la seule année 1980, l'Université Jagellonne de Cracovie, en me conférant le doctorat honoris causa à l'occasion de son cinquantième centenaire, la Société hollandaise des Sciences de Haarlem, en me donnant le titre d'associé étranger, enfin l'Académie des sciences, en me nommant correspondant dans la section de mécanique, ont rendu à mes travaux un témoignage que vous jugerez sans doute suffisant.

Ce qui m'a aidé à attendre jusqu'ici que vous vouliez bien m'offrir une des chaires de la capitale, c'est mon vif désir de me rendre utile à l'Université bordelaise et à sa faculté des sciences. Au Conseil de l'Université, je me suis fait le défenseur d'un grand nombre d'initiatives et j'ai eu la joie de contribuer au succès de plusieurs, jusqu'au jour où l'inévitable et injuste violence de M. Bixou m'a obligé à sortir de ce Conseil ; à la Faculté, je n'ai cessé de multiplier les leçons de toute nature bien au-delà de ce qu'exigeait mon devoir professionnel, de proposer une foule de doctrines qui n'avaient jamais pris place dans l'enseignement, de stimuler le zèle de nos jeunes travailleurs. Aujourd'hui, je suis obligé de constater avec douleur que mes efforts seraient vains désormais et que la faculté des sciences de Bordeaux entre dans une irrémédiable décadence...

Aussi la population scolaire disparaît-elle rapidement. Cette année M. Marchis et moi avons dû donner tous nos cours de licence devant un seul étudiant et nous ne savons si l'année scolaire prochaine ne nous laissera pas devant des bancs vides.

Si, du moins, à défaut de candidats à la licence et à l'agrégation, il nous restait la possibilité de pousser nos préparations et nos chefs de travaux vers le doctorat ! Mais ceux dont le cerveau, vide d'idées, n'a jamais pu faire germer une thèse, ne songent qu'à éteindre l'impulsion donnée par quelques-uns d'entre nous.



La première faculté des sciences de Bordeaux (jusqu'en 1935).

Hier, quelques-uns de nos chefs de travaux, docteurs et chargés depuis plusieurs années de donner des conférences complémentaires, demandaient à recevoir le titre de « chargés d'un cours complémentaire », qui, sans accroître leur traitement, leur eût permis, du moins, d'être officiellement dans le corps enseignant de la faculté. A leur tête se trouvait M. Caubet, dont les conférences de physique sont un des faits qui empêchent le P.C.N.<sup>1</sup> de croquer. M. Caubet a justement récemment une thèse d'une grande importance et la soutenance a été exceptionnellement brillante. Le Conseil de la faculté, malgré les efforts de quelques-uns d'entre nous, n'a même pas voulu examiner les titres de ces mérites, et a décidé qu'aucune démarche de nature à introduire de nouveaux membres à l'Assemblée de la faculté ne serait tentée.

Ce vote, dicté par de mesquines considérations électorales, a mis le comble aux dégoûts que me cause l'état actuel de la faculté des sciences de Bordeaux. Il m'a décidé à m'adresser à vous, à vous supplier de m'appeler sur un théâtre où mon activité puisse produire quelque effet utile, avant que cette activité n'ait été tuée par le désespoir.

1. P.C.N. : conseil de sciences physiques, chimiques et naturelles.



La nouvelle faculté des sciences de Bordeaux (vers 1903).

La supplique du professeur de physique théorique de la faculté des sciences de Bordeaux demeurera sans effet. Dubern est condamné à rester à Bordeaux et de fait y restera jusqu'à sa mort en 1914.

### L'essor de l'Université bordelaise

Pourtant, les premières années réservent à Dubern quelques satisfactions. La faculté des sciences, composante d'une université en plein développement, connaît un essor important. Dans cette métropole, les responsables universitaires et municipaux ont la volonté de créer des structures d'enseignement supérieur de qualité. Cette volonté s'appuie sur une tradition fort ancienne et une histoire riche dont il est utile de rappeler quelques éléments.

Il existait à Bordigha, dès le premier siècle de notre ère, une université. Mais la création de l'Université de Bordeaux date réellement de 1441. Le 7 juillet de cette année-là, cinq facultés sont constituées par décision de l'archevêque Pey-Berland : une faculté de théologie, une faculté de droit canon, une faculté de droit civil, une faculté de médecine et une faculté des arts. Elles sont maintenues jusqu'aux événements de 1789. Le 15 septembre

1793, un décret de la Convention supprime ces facultés et les enseignements correspondants. En 1809, au moment de la création de l'Université de France, Napoléon I<sup>er</sup> accorde à Bordeaux 3 facultés : Théologie, Lettres et Sciences. La faculté des lettres sera supprimée par la Restauration en 1816 puis rétablie en 1838. La faculté de théologie disparaîtra en 1885. Bien que la création de la faculté des sciences date, sur le papier, de 1809, elle resta un lieu de collation de grades et ne fut réellement instituée qu'en 1838 par ordonnance royale du 24 avril. Elle compte à l'époque 7 chaires : Mathématiques pures, Astronomie et Mécanique rationnelle, Physique, Chimie, Zoologie et Physiologie animale, Botanique, Minéralogie et Géologie.

Des modifications sont ensuite apportées à la répartition et au contenu des chaires. Ainsi, la chaire d'astronomie physique liée à la création de l'Observatoire est créée en 1878. Le rattachement de l'Observatoire à l'Université sera réalisé le 1<sup>er</sup> janvier 1908. Le développement de la faculté des sciences entraîne la création de postes supplémentaires et son installation dans de nouveaux locaux en 1886, cours Pasteur. C'est dans ce mouvement général de l'Université, illustré notamment par la création récente de la faculté de médecine en 1888, que s'inscrit l'effort mené par des responsables de la faculté des sciences, effort destiné à doter Bordeaux d'un potentiel de recherche et d'enseignements supérieur digne d'un pays prestigieux.

Le développement universitaire de Bordeaux ne saurait être dissocié de l'essor général des activités industrielles et économiques de la France et, plus précisément, de l'Aquitaine. L'engagement des élites, par exemple, en matière universitaire, au cours de la dernière partie du XIX<sup>e</sup> siècle, témoigne d'une idéologie de confiance et d'optimisme dans le progrès sous toutes ses formes. C'est au cours de cette période, en 1874 également, que sera créée l'École de Commerce et d'Industrie sous l'égide de la Société philomathique de Bordeaux. Cette École devait devenir plus tard l'École Supérieure de Commerce. D'autres initiatives illustrent les efforts consentis par Bordeaux pour s'assurer un grand rayonnement et maîtrise scientifique. Ainsi, le premier Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, fondée en 1872 sur l'impulsion de A. Wurtz<sup>10</sup>, de Quatrefages<sup>11</sup>, membres de l'Académie, et d'A. Courc<sup>12</sup>, professeur à l'École polytechnique, et dont le premier président fut Claude Bernard<sup>13</sup>, eut lieu du 3 au 12 septembre de la même année à Bordeaux. Dans le Comité local d'organisation, on relève les noms de nombreux professeurs de la faculté des sciences parmi lesquels : Abria, Dreyer, Baudouinot, professeur de chimie, Lapière, professeur de mécanique et d'astronomie, etc., ainsi que Lecoq, président de la Société philomathique. A. et

développement de la faculté des sciences correspond une augmentation sensible de l'effectif des étudiants inscrits. De 1890 à 1905, leur nombre passe d'une centaine à 450, la progression la plus forte se situant entre 1896 et 1905.

Entre 1894 et 1918, période au cours de laquelle Duham vit et travaille à Bordeaux, la faculté des sciences a connu cinq doyens : Rayet de 1893 à 1896, Brunel de 1896 à 1900, Gayon de 1900 à 1905, Padé de 1905 à 1908, Picard de 1908 à 1908. En 1898, c'est-à-dire quatre ans après l'arrivée de Duham à Bordeaux, le corps enseignant de la Faculté était constitué de dix professeurs et de trois professeurs adjoints : doyen : Brunel, professeur de calcul infinitésimal ; professeurs : Féra, zoologie et physiologie animale ; Millander, botanique ; Rayet, astronomie physique ; Gayon, chimie ; Joannis, chimie industrielle ; Fallot, géologie et minéralogie ; Duham, physique théorique ; Cossard, physique expérimentale et Tarnetberg, mécanique ; professeurs adjoints : Kuntzer, Picard et Yvry.

On comprend que Duham ait, dans un premier temps, en dépit des regrets provoqués par une situation d'« exilé », participé, non sans enthousiasme, à cette dynamique de « régionalisation » universitaire. Il tente d'intéresser le public bordelais aux activités de l'Université. Les articles de Duham, dans la *Revue philomathique de Bordeaux*, témoignent de cette volonté de donner à l'Université un rôle moteur dans la vie intellectuelle, culturelle, industrielle et économique du pays et de la région. Le physicien y écrit, entre 1897 et 1900, cinq articles dans lesquels il développe ses idées sur la science, ses rapports avec la technique, l'organisation de la recherche en France, la promotion de la chimie physique et le rayonnement nécessaire de la Science française. Il manifeste ses craintes devant l'évolution de la chimie en France et son sentiment de voir la Science dans son ensemble sérieusement éprouvée par cette stagnation : dans l'article « Usines et Laboratoires », publié le 1<sup>er</sup> septembre 1899 dans la *Revue philomathique*, Pierre Duham s'insurge contre l'insuffisance de moyens attribués à la recherche scientifique en général et à la recherche effectuée dans l'Université de Bordeaux en particulier. Il dénonce le fait qu'un chercheur dont il dirige les études ait été conduit à travailler dans un local « bénévolement mis à sa disposition par un industriel, tout en reconnaissant néanmoins que ces conditions particulières possèdent de nombreux éléments favorables, notamment l'habitude à ne jamais séparer le « vrai » du l'« utile » :

« Que le physicien sorte [...] de son laboratoire, qu'il franchisse le seuil de l'usine et de l'atelier en conservant son esprit théorique face à l'esprit commercial de l'industriel... L'usine saura le

laboratoire de sa méthode byzantine : un laboratoire de garder l'usage contre l'empirisme et la routine. »

Et il assigne à l'Université une nouvelle mission, celle de « répondre à l'attente des ingénieurs et des praticiens qui, au pied des chaires d'Université, recherchent les éléments théoriques indispensables à leur perfectionnement. » Il déplore que l'Université ne soit pas préparée à ce rôle... « L'Université a ses modes », dit-il et il pense déjà à la manière dont la collaboration pourrait s'établir entre ces deux mondes, la recherche et l'industrie. Il voudrait, indique Dubem, que les laboratoires soient des « logis souples », afin d'éviter que de « palais aujourd'hui » ils se transforment en « cavernes demain » et en « tombeaux après-demain ».

On doit souligner l'actualité de ces propositions et l'intelligence précoce des questions abordées. Remarquable également le souci de promouvoir la chimie physique (Révue philomatique, mai et juin 1899, « Une science nouvelle : la chimie physique ») dont il souligne l'intérêt. Il déplore que « la France reste en dehors », alors que les pays modernes gardent de nombreux centres de recherches dans cette discipline : l'Allemagne à Gœttingen avec Nernst<sup>1</sup> et à Leipzig avec Oswald notamment, la Hollande avec Van't Hoff<sup>2</sup> et Koochoven, les États-Unis avec Bancroft et Thron, élèves de Gibbs. Dubem exprime son inquiétude devant cette situation qui « met en péril et les intérêts de la Science française et les intérêts généraux de la pensée ». Et il prévoit à terme des « difficultés industrielles » pour notre pays. Il accuse les « pouvoirs de la Science officielle en France » de « laisser sécher la plante crue sur notre sol ». Il insiste sur la nécessité, face « aux savantes et rigides théories allemandes et à l'esprit positif des Anglais », de maintenir « le règne de l'esprit chimique ».

Il s'efforce d'obtenir que l'on rompe avec les habitudes centralisatrices de l'Université française, en donnant par exemple aux étudiants la possibilité de présenter leur thèse de doctorat d'un des des facultés de province. C'est en effet à Bordeaux que ceux dont Dubem dirige les travaux ont finalement soutenu leur thèse. Ce fut le cas de Monnet, Pélissier, Marchis, Lenoble...<sup>3</sup> tous élèves de Dubem. Ce fut aussi le cas de Paul Sauret, qui, venant de New York, soutint à Bordeaux, grâce à Dubem, une thèse d'université en juin 1900. Dubem tint d'ailleurs à donner à cette occasion un levain

1. Un échange de lettres entre Couerbe<sup>1</sup> et Dubem montre à quel point de telles initiatives étaient mal vues. Dans une lettre datant de novembre 1897, Couerbe conseille à Dubem d'abandonner l'idée de faire soutenir la thèse de Pélissier à Bordeaux et de choisir Paris. Dubem obtint, malgré tout, que la soutenance ait lieu bien à Bordeaux.

particulier, d'abord parce qu'il considérait que c'était un honneur pour l'Université de Bordeaux, ensuite parce que le travail présenté par le professeur américain, à partir des travaux de J.W. Gibbs, correspondait tout à fait aux orientations scientifiques que le physicien français souhaitait promouvoir dans notre pays, enfin parce que c'était la meilleure manière, disait-il, d'assurer le maintien du renom et de la gloire de l'Université française dans le monde. Il faut, disait-il, que la nation américaine prenne l'habitude de « faire entrer dans notre vieille Europe les futurs maîtres des Universités (sic) américaines au culte de l'idée ». Il regrette les difficultés rencontrées par les étudiants étrangers à préparer des thèses en France.

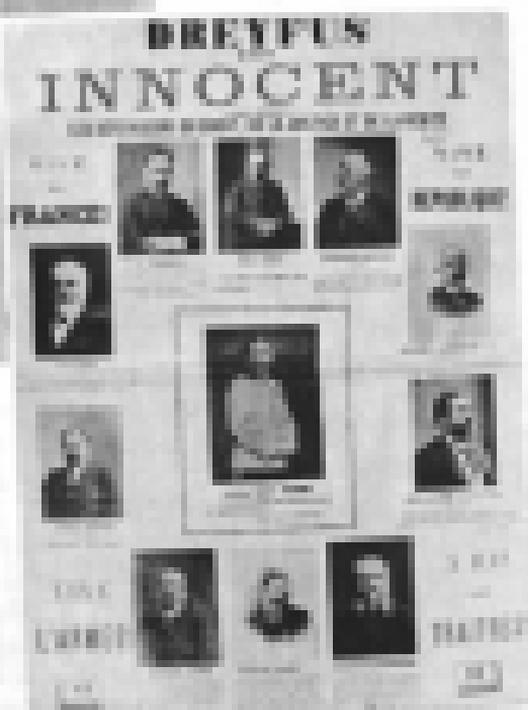
Et, mettant en garde les universitaires contre l'envahissement des thèses, méthodes et livres allemands au détriment des ouvrages français, Dubem s'écrie : « A bref délai, le savoir humain sera une Babel, si la France n'y maintient le règne de l'esprit classique. »

Il semble que le physicien n'ait pas réussi à convaincre ses collègues de la faculté du bien-fondé de ses vues. Ceux-ci adoptèrent à son égard une attitude poliment réservée. Il faut dire que Dubem n'avait pas attendu bien longtemps, pour manifester ses exigences à Bordeaux et pour affirmer des positions publiques que ses collègues considérèrent comme de véritables provocations. Exigences dans l'Université d'abord. A la fin de l'année 1896, Dubem apprend qu'une chaire se libère, pour le début de l'année universitaire suivante à la suite de la mort d'un professeur (M. Morison). Il décide de faire nommer à Bordeaux un de ses anciens étudiants de Lille, Léon Marchis (chargé de cours à l'Université de Caen où il terminait une thèse sous la direction de Dubem). Mais Marchis n'est pas docteur et risque d'être éliminé au profit d'un candidat docteur. Dubem écrit à Rayet, doyen de la faculté, qui demande à Liard, directeur de l'Enseignement supérieur, de nommer Marchis. Pour que l'opération réussisse, il ne faut pas qu'un candidat docteur se présente. C'est pourquoi Dubem écrit à Merlin (qui fut son camarade de promotion à l'E.N.S.), candidat alors en poste à Montpellier, pour obtenir son déstachement. Lorsque Rayet est informé de cette manœuvre, il reproche vivement à Dubem de l'avoir quelque peu manipulé et surtout d'avoir écrit à Merlin à fin de faire place nette pour pouvoir nommer Marchis. Rayet n'approuve pas le procédé. L'opération réussit pourtant. Le protégé de Dubem est nommé mais les collègues de la faculté, notamment Rayet, s'opposent au jeune physicien les méthodes utilisées.

Cette affaire semble avoir laissé quelques traces dans les rapports de Dubem avec ses collègues de l'Université. Elle a été



« L'effluve antidreyfusiste agaçait une effluve dreyfusiste romantique qui va jusqu'à reprendre les mêmes slogans : « Vive l'armée », « À bas les traîtres » alors que le gauche dreyfusiste était habituellement d'un anticléricalisme virulent.



sans doute pas étranger à l'élection, fin 1898, de Dahem au Conseil de l'Université de Bordeaux, dont il était membre depuis 1895. Il y avait del dia avec Hadamard pour y représenter la faculté des sciences.

### Dahem antidreyfusard

Accusé de haute trahison, le capitaine Alfred Dreyfus fut condamné, dégradé et déporté au Cayenn en décembre 1894 : prison deux ans, jusqu'à juillet 1896, date de la réhabilitation de



Dans les années 1870, le propagande monarchiste ne se limite pas de caricaturer la République en une sorte d'hydre sanguinaire. La violence des antirepublicains ne se comprend pas hors de cette tradition.

Dreyfus, l'Affaire déclenche les passions en France. Même si les vicissitudes des deux camps qui s'affrontent alors ne sont pas toujours aussi précis qu'on le croit généralement, les forces politiques qui se cristallisent autour de la défense de Dreyfus ou de sa condamnation marquent la naissance de la gauche et de la droite modernes, jusqu'à être définies surtout par l'opposition des républicains et des monarchistes. Dubois se détermine publiquement dans le camp des antidreyfusards, allant jusqu'à envoyer son obole et donner son nom à l'occasion de la souscription ouverte en décembre 1898 par le journal de Drumont<sup>1</sup> *Le Libre Parole*, pour permettre à la veuve du colonel Henry<sup>2</sup> de poursuivre en justice Joseph Reinach<sup>3</sup>, collaborateur de Chamberta, puis directeur du journal *La République Française*, militant pour la révision du procès Dreyfus.

Dubois participe à l'organisation de la Ligue de la Patrie Française animée par deux professeurs, Louis Doussier<sup>4</sup> et Gabriel Servien<sup>5</sup>. La création de la Ligue de la Patrie Française répond à celle de la Ligue des Droits de l'Homme, regroupant des dreyfusards, fondée le 17 février 1898. Paul Painlevé compte parmi les adhérents de la première heure de la Ligue des Droits de l'Homme.

Dès lors, les relations entre Dubernet et Falisnev vont se dégrader. Un appel en faveur de l'armée, publié le 31 décembre 1894, signé par vingt-deux académiciens, de nombreux membres de l'Institut, professeurs au Collège de France et des professeurs d'Université, porte également la signature de Dubernet (voir Annexe). On assiste chez les intellectuels, comme dans la population, à l'affaiblissement des deux courants qui, au-delà de l'Affaire, opposent deux France aux contours parfois superposés. En ce qui concerne Dubernet, l'engagement dans le camp des antidreyfusards se situe dans la logique de ses positions antidémocratiques et nationalistes, qui le conduisent à l'antisémitisme par hostilité à l'égard de la République.

Au cours de cette même période, les dispositions prises par les gouvernements successifs à l'encontre des établissements d'enseignement des congrégations religieuses entraînent Dubernet à s'opposer avec vigueur aux autorités en place. Le physicien manifeste publiquement une hostilité à l'égard de tous les aspects de la politique menée depuis les débuts de la III<sup>e</sup> République, notamment en matière scolaire. Les dispositions prises par le ministre Combes, soutenu par une Chambre nettement anticléricale (élections de 1902), se heurtent au mécontentement et aux vives objections de la hiérarchie catholique (rupture des relations avec le Saint-Siège en 1904) et de ses partisans. Dubernet adopte sur ce terrain une attitude militante illustrée notamment par la publication dans *Le Nouvelliste*, le 28 juin 1898, d'un discours tenu dans le cadre d'une réunion de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École et de l'Institut Sainte-Marie. Cette manifestation, considérée comme importante par l'administration ecclésiastique, fait l'objet d'un rapport de recteur au ministre de l'époque, conservé dans le dossier de l'édictionnaire de Pierre Dubernet. Ce document illustre les relations érigées qu'entretient le savant avec les autorités académiques. Dans le rapport le concernant pour l'année universitaire 1898-1900, le recteur de l'Académie de Bordeaux, Blaes, parle de « catholique de l'école la plus laïque », « compagnon assidu des maîtres et des congrégations, élément de discord ». En 1901-1902, Dubernet est considéré comme un « esprit scientifique au jugement quelquefois erroné dans la vie pratique ». Dans le rapport de 1902-1903 daté le 25 avril 1903, le recteur Blaes souligne « la malignité inquiète et remuante [de cet] esprit déclaré de l'administration académique, méfiant des études astronomiques et chimiques, perpétuel brandon de discord, au caractère lanatique et entier [incitant]... par la logique de ses positions à la haine politique et religieuse » et le document conclut : « Monsieur Dubernet portera la guerre partout où il ira ». Ces jugements témoignent de la violence des affrontements et également de caractère parfois difficile d'une forte personnalité.

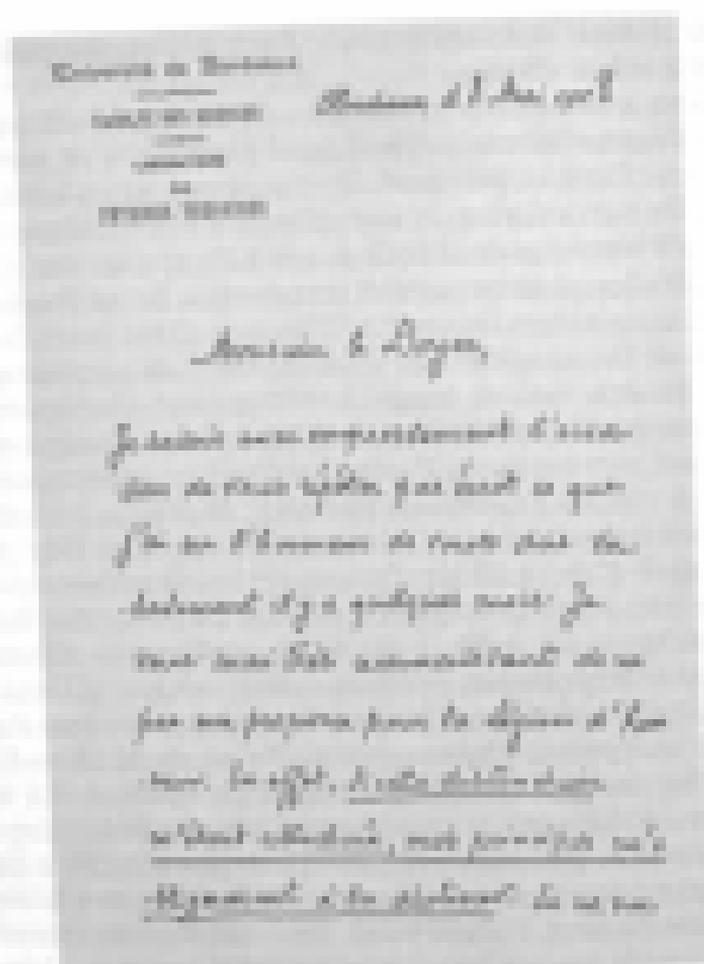
n'hésitant jamais à l'engagement, voire à l'emportement, pour défendre le « bon droit ».

Dubem a laissé dans la mémoire de ceux qui l'ont connu une image contrastée faite à la fois d'élan généreux et de colères souvent légitimes. Cette versatilité et ces réactions souvent imprévisibles plâtraient ses interlocuteurs et naturellement les candidats au baccalauréat qu'il interrogeait chaque année à l'oral dans des situations souvent difficiles, pour ne pas dire terrifiantes. Le professeur Flottes qui anima jusqu'aux années 70 les amphithéâtres de la faculté des lettres de Bordeaux et qui eut le privilège de rencontrer Pierre Dubem à la suite de ses succès à l'École Normale Supérieure — il était alors étudiant en littérature à Bordeaux — raconte que l'on allait assister aux cours du Professeur Dubem comme on allait au spectacle. Il rapporte également l'incident dont il fut le témoin lors d'une de ces interrogations. Cela se passait en juillet 1914. Devant le silence gêné d'un candidat, Dubem explose et prend prétexte du fait que le jeune lycéen, originaire de Pau, est élève d'un établissement d'enseignement public pour se lancer dans une violente diatribe contre la République, concluant ainsi : « Ah, si je tenais votre professeur ! ». Le professeur en question était présent dans l'amphithéâtre où se déroulait l'interrogation. Il s'avance et dit : « Le professeur, c'est moi ! ». Les deux hommes se viennent aux mains. Finalement, plainte est déposée par le professeur palois auprès du recteur Thomis... puis retirée afin d'éviter de graves ennuis à Dubem, au prix d'une promesse que l'on accorde rapidement à la victime.

Paradoxalement, Dubem savait être « absolument charmant », « rendre justice à ses adversaires » et faire honneur à leurs travaux. Ainsi Daudin, professeur de philosophie générale et enseignant la méthode dans les sciences à Bordeaux, passait pour marxiste et par conséquent était considéré comme un adversaire résolu de Dubem. Cela n'empêchait nullement Dubem de rendre hommage aux travaux de Daudin.

Que conclure enfin de cette remarque plutôt comique de François Mauriac qui, dans *Le mystère Fossanque* mentionne Dubem de manière méprisante : « Dubem dont on ne connaissait pas le nom, sauf aux heures d'angoisse, quand il s'agissait de pistonner quelque imbécile pour le bachelier... » ? Faut-il y voir la preuve d'une indifférence toute christienne du professeur ou bien le témoignage de l'ignorance coupable de Mauriac peu ou mal informé de la réputation de Dubem ?

Le temps, les changements intervenus dans la société française, et les travaux de Dubem dont la qualité était reconnue de surcroît hors des frontières qui dans la communauté scientifique française, améliorèrent peu à peu les relations avec l'administration scolaire



Lettre de Dubois au doyen de la faculté des sciences pour refuser par avance la Légion d'honneur.

et les collègues de la faculté... Le rapport annuel de 1905-1906 établi par le recteur indique que « le caractère du travail s'élève avec l'âge ». Plus tard, après qu'il eut opposé en 1908 un refus hautain à la demande de Pache, doyen de la faculté des sciences, de le proposer pour la Légion d'honneur, Dubois accepte enfin la reconnaissance et les honneurs publics et officiels : « Ce travail de premier ordre, dans l'enseignement et apprécié à Bordeaux est digne d'un auditeur plus distillé », indique le rapport rectoral de l'année universitaire 1911-1912. En 1911, Dubois en est membre de l'Académie des sciences. Cette distinction semble manquer en même temps que le couronnement d'une brillante carrière scientifique, l'absence de la réinsertion définitive de Dubois dans la communauté scientifique et dans la société française. D'ailleurs, depuis l'éclatement

du bloc des gauches, consistait aux difficultés rencontrées dans l'application de la loi de séparation de l'Église et de l'État, s'ouvre une période au cours de laquelle les divisions et oppositions vont s'accroître. Le danger de guerre et la montée du nationalisme favorisent l'émergence d'une sorte de consensus qui explique l'empressement, voire l'enthousiasme de Duhem lorsque Darboux lui propose de poser sa candidature à l'Académie des sciences.

Le 2 mai 1913, Duhem est admis comme membre non résident de l'Académie. Son élection suit de quelques jours celle de Paul Sabatier, doyen de la faculté des sciences de Toulouse. Ainsi, après avoir connu des affrontements difficiles au plan scientifique comme au plan social, après l'isolement et l'hostilité que ses engagements avaient provoqués, Duhem retrouve, avec cette distinction, une certaine sérénité et des conditions favorables à la réalisation des immenses projets qu'il a déjà commencé à concevoir. Malheureusement, la guerre et une mort prématurée ne permettront pas au savant d'atteindre les objectifs qu'il s'était assignés.

En 1913, Duhem acquiert dans une sorte de reconnaissance sociale. Cependant, il comprend que son élection à l'Académie ne signifie en rien le triomphe de ses idées, de ses travaux et de leurs orientations. La plupart des grands scientifiques de l'époque, les physiciens notamment, considéraient son œuvre de physico-chimie comme marginale, voire « inutile et vaine ». Seuls, des mathématiciens, comme Hadamard, Borel ou Poincaré, semblaient apprécier la portée des travaux du savant. Duhem ne s'y trompe pas. Dans une lettre adressée à sa fille le 11 mai 1913, il écrit, désabusé : « Pour moi, ce titre fait l'effet d'une couronne que l'on dépose sur le cercueil où meurent les physiciens et l'on cloue tout vivant ».

Duhem trouve à Bordeaux des conditions favorables à l'épanouissement de ses idées, de ses pensées et de ses travaux. Dès octobre 1895, il a fait modifier l'intitulé de la chaire de physique à laquelle il a été nommé, transformée en chaire de physique théorique, convenant mieux au titulaire du poste. Un regard attentif sur l'activité scientifique, mesurée par exemple par le nombre de publications nouvelles, notamment par l'Académie des sciences, illustre l'extraordinaire vitalité de Duhem au cours de ses premières années bordelaises, de 1895 à 1906. Plus de vingt-cinq publications en 1893 par exemple, dont douze figurant dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences, témoignent d'une rare fécondité. Assurément, Duhem, tout au long de sa carrière universitaire, a remarquablement travaillé. Les premières années passées à Bordeaux demeurent cependant les plus riches, d'abord par la diversité des recherches engagées, ensuite par la qualité des connaissances acquises. Cela suppose des conditions exceptionnelles et, malgré le coût

tableau que brosse Dubem de la Faculté des sciences en 1901, dans la lettre adressée à Louis Liard, l'auteur de la *Théorie Physique* et à ses collègues à Bordeaux. Dubem habite rue de La Tese, à quelques centaines de mètres de la faculté. Il partage son temps avec son travail universitaire, les rencontres avec ses amis, notamment Albert Dufourcq, professeur d'histoire à la faculté des lettres de Bordeaux, et l'abbé Bergeron, avec lesquels Dubem fondera l'Association catholique des Étudiants de Bordeaux.

En dehors de ses relations avec la communauté catholique, Dubem se trouve engagé dans diverses initiatives. On retrouve son nom comme animateur d'un groupe dit « Groupe de Cabrespine », aux côtés de ceux de Pierre Poilâne, directeur de la *Revue de Philosophie* et grand ami du physicien, et d'un certain Jean Guiraud<sup>17</sup>, fondateur de *La Croix*. Faut-il voir là une des raisons qui ont rendu certains de ses successeurs à qualifier Dubem de fondateur de la théo-physique ? Naturellement Dubem manifeste son nationalisme lorsqu'éclate la guerre de 1914-1918. Il s'engage alors dans des associations civiles, tel l'Œphaliat aux Armées, qui vient en aide aux veuves et aux orphelins. L'abbé Bergeron rapporte que Dubem, à Bordeaux comme à Cabrespine, tenait chez lui un « séminaire secretariat des familles », passant ses matins du dimanche à inscrire les nouveaux orphelins et à distribuer les secours mensuels.

Comme la plupart des grands scientifiques français, Dubem participe à la diffusion des idées pour mobiliser le pays contre l'agresseur allemand ». On assiste dès 1914 à un engagement de l'ensemble des secteurs de l'activité nationale dans la « lutte contre le boche », notamment dans la communauté scientifique. Dès le dernier trimestre 1914 par exemple, sont organisées à Paris des conférences de grands scientifiques. Vieille, membre de l'Institut, traite « du rôle de la physique à la guerre » le 10 décembre 1914 au Conservatoire national des Arts et Métiers. À Bordeaux, Dubem donne, dans le cadre des conférences organisées par l'Association des Étudiants catholiques, quatre leçons sur la *Science allemande* les 25 février, 4 mars, 11 mars et 18 mars 1915. À partir d'arguments déjà développés dans la *Théorie Physique* et adaptés à la nouvelle situation, Dubem militarise quelque peu la science et intègre son histoire à des fins purement nationalistes. C'est dans ce contexte et à cette occasion que Dubem donne son opinion sur la science allemande :

« La science allemande et, surtout, l'histoire ne sont bien souvent que des armemens propres à justifier ses actes. Celles à l'immense labeur de ses savants, de ses philosophes et de ses

historiques, l'Allemand a toujours sous la main, au moment de commettre un forfait, l'assurance à partir dequel un raisonnement solide lui démontrera qu'il fait bien. Des solitaires c'est le plus redoutable : contre le remords, il a pris une assurance aussi certaine que deux et deux font quatre. »

Par bonheur le contenu de ces conférences ne se limite pas à ces affirmations. Faut-il voir, dans ces jugements excessifs, une forme de réponse aux affirmations charnelles d'un historien allemand qui écrivait en 1915 : « Il est faux que la science n'ait point de parti et qu'elle plane au-dessus des frontières. La science ne doit pas être cosmopolite ; elle doit être nationale, elle doit être allemande » ? Preuve que, dans un tel contexte, il était bien difficile de se protéger du nationalisme ambiant provoqué par la situation de guerre qui marqua les deux premières années d'un conflit dont Dubern ne verra pas la fin. Il mourut en effet brutalement le 14 septembre 1918, quelques jours après avoir mis fin à une dernière querelle qui l'opposait à un adversaire politique (parce que républicain), le directeur de *La Dépêche de Toulouse*.

### *Mort et éloge funèbre*

Il fallait bien que cette vie se terminât sur une dernière colère et un dernier refus de bon sens. L'histoire vaut d'être racontée. Le 2<sup>e</sup> juillet 1906, Pierre Dubern reçoit une lettre d'un professeur de la faculté de Toulouse, du nom de Brutails, lui demandant de recevoir un jeune étudiant toulousain inscrit par l'intermédiaire de la physique. En réalité, le jeune Marcel Hoc s'était adressé à Guillard, bibliothécaire de la ville de Toulouse. Brutails, sollicité par Guillard, avait adressé ce dernier vers Dubern. Le 4 août, Pierre Dubern accepte de recevoir Marcel Hoc. Le 8 août, Guillard remercie Dubern et précise que l'étudiant est le fils d'Arthur Hoc, directeur de *La Dépêche*, grand quotidien républicain. La réaction de Dubern ne se fait pas attendre. Dans une lettre datée du 9 août, Dubern répond à Guillard : « Il ne saurait me convenir d'entretenir en relation avec le fils de directeur d'un journal qui fait, en France, aux heures que nous vivons, l'œuvre que l'on sait ». Et il ajoute : « Si donc, Monsieur Hoc m'écrivait, sa lettre restera sans réponse... Je vous serais très obligé de l'en avertir... ». Guillard transmet naturellement la lettre reçue de Dubern. Le 7 septembre, Arthur Hoc écrit à Dubern, en lui faisant part de son indignation devant une telle attitude d'insolence, incompatible « avec la nécessité d'être

d'un professeur d'une université de la République à l'égard des opinions des parents des étudiants ». Le 9 septembre, Dubem, revenu à de meilleurs sentiments, s'adresse cette fois à Guillard et indique qu'en dépit de la lettre de son père, « [il est] disposé à communiquer à Monsieur Huc, sur le manuscrit qui l'intéresse, les renseignements qu'il demande. » Le 19 septembre, *La Dépêche* publie en première page, sous le titre « Tolérance », la lettre écrite le 9 août par Dubem à Guillard et la réponse d'Arthur Huc datée du 7 septembre.

Pierre Dubem ne prendra pas connaissance du mal de Guillard rapa le 15 septembre à Cabrespine — le physicien est mort la veille — dans lequel le bibliothécaire de Toulouse le remercie d'accepter celle de recevoir Marcel Huc. Il n'est pas interdit de penser que la publicité donnée à cette affaire à l'occasion de la publication simultanée des lettres le 19 septembre, en première page dans un quotidien largement diffusé dans la région, y compris à Cabrespine, ait provoqué chez cet homme plein de contradictions un choc assez brutal pour rapprocher l'issue d'un mal dont les fameuses lettres de Dubem ne constituaient probablement qu'une des formes. Telle épilogue d'une pénible et peu glorieuse affaire dans laquelle Dubem exprime, à sa manière et de façon assurément excessive, ses choix fondamentaux.

Deux mois après sa mort, le 19 novembre 1914, l'abbé Bergeron prononce à la messe des étudiants un hommage à la mémoire de Dubem. Les larges extraits rapportés ici corrigent quelque peu l'image bien partielle que l'anecdote Huc « risquerait de laisser de ce grand scientifique :

« Qui eût pensé, en juillet dernier, lorsque nous disions au revoir à ce maître dont le concours nous était si précieux, dont la science faisait notre orgueil, et dont la foi soulevait la nôtre, que nous ne le reverrions plus ici-bas ? Dans son extrême modestie, il avait beau ne vouloir être qu'un "vieux étudiant", nous nous obstinions tous à le trouver fort jeune, d'une jeunesse que nous nous flattions parfois de lui avoir fait recouvrer au contact de la science. Il suffisait de le voir, au milieu de nous, avec son attitude si simple et pourtant si imposante, où se peignait une vigoureuse plénitude peu commune, avec son magnifique regard, où transparaissait la puissance de son intelligence, la fièvre indépendante de son caractère, la franchise et forte bonté de son âme, avec son entrain, sa gaieté, sa verve insaisissable, pour oublier que sa belle tête était blanchie, et même qu'il avait passé la cinquantaine. Avec nous-mêmes nous bien le conserver longtemps encore. Que dirait-il ? Habituellement, comme nous l'étions, à le voir au milieu de nous, l'élève ne nous voyait même pas que nous pourrions un jour le perdre.

Il était, en effet, de toutes nos réunions. Ne lui est-il pas arrivé de partir de Paris le samedi soir, se privant ainsi d'un jour de vacances qu'il aurait pu passer auprès de sa fille, pour ne pas manquer notre messe du lendemain ? A nos cercles d'études, où ces derniers temps surtout il se faisait un devoir d'assister, avec quelle exacte bienveillance il écoutait les pauvres conférenciers que nous sommes et, sur chaque question, puisant dans les trésors de sa science, que de choses il avait toujours à dire, et si mesurées, et si lumineuses et si piquantes ! Qui ne l'a pas admiré venant les jours de communion s'agenouiller à nos côtés à la table sainte ? A chacun de nos transports il avait sa place ; et, comme il y redevenait vite le normalien, tout pétillant d'esprit, qu'il avait été autrefois ! Il n'est pas jusqu'à nos excursions dont il ait toujours voulu être. Vous n'avez pas oublié le délicieux compagnon qu'il fut à Verdolais le jour de l'Assemblée. D'un pas joyeux et allègre, riant avec l'un, discutant avec l'autre, sur la route de Langon à Verdolais, il gravit le matin les coteaux de la Garonne, puis les redescendit le soir. C'était à qui se glisserait auprès de lui. Chacun l'eût voulu pour soi seul.

[...] A dire vrai, il nous est bien arrivé de songer que nous pourrions le perdre. Il était de très petit nombre de ceux qui, dépourvus d'ambitions, sont, malgré leur mérite, s'asseoir modestement à l'extrémité de la table. De voir que le maître de la maison ne s'approchait jamais pour lui dire : "Mon ami, je connais qui vous êtes ; votre place n'est pas là : montez plus haut", cela nous indignait. L'injure conjugaison du silence qui, en France, semble s'être attachée à son nom, nous était insupportable. Sans doute, il y a quelques années, l'Institut s'était honoré en lui conférant son titre. Mais cela ne nous paraissait pas suffisant. Alors, nous rêvions du jour où l'étranger, souvent même injure que nous étions certains de nos grands hommes, nous honorerait, comme c'est arrivé pour d'autres, cette réputation que, depuis longtemps, il avait consacrée. Nous rêvions du jour où le Collège de France, renouant à ses traditions d'abriter ses vraies gloires, s'obligerait plus l'historique des sciences, que, depuis la mort de Tannery, il était seul à pouvoir enseigner. Nous rêvions du jour où, appelé à Paris, il y représenterait si bien la pensée française, et son droit y brillerait d'un éclat aussi beau que celle d'un Poincaré. A ce départ, oui, nous avons pensé ; bien plus, malgré la perte qu'il nous eût occasionnée, de fond du cœur nous l'avons souhaité, sans ever trop, hélas, l'espérer. Mais à l'autre, jamais ! C'était cabler qu'on fût de la dernière les plus grands d'entre nous ne sont que de pauvres hommes. C'était compter sans les surprises de la mort, sans la messe évangélique : "je viendrai à vous comme un voleur".

— Au début des vacances, comme il le faisait chaque année, il partit pour Cabresgine. Là-bas, il retrouvait avec la vieille maison de sa mère, sa fille, c'est-à-dire à peu près tout ce que Dieu lui avait laissé de famille. Infatigable marcheur, il parcourait, en tous sens, ses belles montagnes, pour lesquelles il avait un véritable culte. Et, au cours de ses promenades, il s'arrêtait volontiers pour dessiner, avec un talent qui eût pu faire de lui un artiste, quelque paysage dont la beauté l'avait frappé, et sur lequel son regard s'était posé avec amour. Ainsi le petit musée qu'était sa demeure s'enrichissait sans cesse de nouvelles œuvres signées de sa main.

Rendu chez lui, il partageait son temps entre la composition de ses livres, la correction des épreuves, la préparation éloignée de ses cours. En plus, cette année, il pensait à l'un de ses prochains conférences. Le succès de ses conférences sur la science allemande nous avait fait lui en demander de nouvelles.

C'est le 2 septembre qu'il ressentit sérieusement les premiers symptômes du mal. Au retour de sa promenade habituelle, il a manifesté son étonnement d'avoir, en route, été contraint de se reposer. La nuit suivante, une terrible crise cardiaque se déclara. Pour ne pas jeter l'inquiétude dans le cœur de sa fille, il ne voulait point appeler. Mais le matin, malgré son silence, des larmes trahissaient sa souffrance. C'est à peine s'il pouvait parler. Quand on lui demandait s'il souffrait beaucoup, au lieu de se plaindre, il se contentait de répondre : "Je fais ma guerre". Dès sa première visite, le médecin ne cacha pas la gravité du mal. "C'est, dit-il, de l'angine de poitrine". Le malade reçut le coup sans broncher. Il n'en prit pas son aimable sœur. Mais, le lendemain, il disait : "Je comprends ; ça signifie : pense à la mort". Il y pensa assurément pendant les quelques jours qui lui restaient à vivre, comme en témoigne cette autre parole : "Je n'ai jamais demandé à Dieu qu'une chose : de me garder jusqu'à ce que ma fille puisse se passer de moi". Évidemment cela voulait dire : "Maintenant, je puis partir". Il ne crut pas pourtant l'échéance aussi prompt. La grave menace, qui débordait pesait sur lui, l'obligèrent à modifier sensiblement sa manière de vivre. Elle ne l'empêcherait peut-être pas de travailler pendant quelque temps encore. "Adieu,crivait-il à l'un de nous la veille même de sa mort, les vacances dans ces belles montagnes qui m'apportaient aux vacances le repos physique et intellectuel. Pour le moment, j'en suis aux promenades de cinq cents mètres faites à pas de tortue. C'est le premier coup de cloche de la vieillesse".

Il en était là quand, dans la matinée du 14 septembre, par hasard, dans un instant, par une grâce de Dieu qui lui permit de

rendre le dernier soupir dans les bras de sa fille, celle-ci pénétra dans sa chambre. Se trouvant mieux, il prit son chapeau et se vanta pour aller jusqu'à la porte de son village lire le communiqué de la nuit. Hélas de faire plaisir, il retarda sa sortie, s'assit dans un fauteuil, et parla de la guerre. Tout à coup, un cri, une crispation du visage, un geste (il se prit la barbe avec la main) ; ce fut fini. Comme un soldat frappé en pleine poitrine, il tombait foudroyé par suite d'une lésion au cœur.

Il n'était pas, en effet, de ces opportunistes timides, toujours prêts à dissimuler leurs croyances, pour sauvegarder leurs intérêts, ni de ces lâches inconséquents, qui méconnaissent que la foi est essentiellement une règle de vie, ni de ces chrétiens minimalistes, qui réduisent la religion au strict nécessaire, ne voyant en elle, comme l'a dit très bien Portal, qu'un moyen de s'assurer "contre les problématiques dangers de la vie future".

Catholique convaincu, il était aussi, vous en avez été témoins, catholique pratiquant. Au fond, l'un ne peut guère aller sans l'autre. Et ce nous est une consolation de savoir que, quelques jours à peine avant de mourir, pour la fête de l'Assomption, dans la petite église de Cabrespine, il fit, une dernière fois, la sainte communion. J'oserais même dire qu'il était catholique modéré, car il le fut jusqu'à l'hérésie. Lui fallut-il marcher sur son cœur en brisant son foyer, du moment qu'il s'agissait de devoir, il ne recula point !

Vous, par suite, après deux années seulement de mariage, avec quel soin il s'occupa de l'éducation religieuse de son enfant ! Que de fois on le vit, tout près d'ici, à Sainte-Eulalie, assister au catéchisme des enfants de la paroisse, où il se faisait un devoir de conduire lui-même sa fille ! De cet unique rayon de soleil qui illuminait son foyer, Dieu ne tarda pas à lui demander le sacrifice. Un drame poignant se joua, en pareille circonstance, dans le cœur d'un père, fût-il le meilleur ! Que dire quand l'enfant réclamée est tout ce que l'on a au monde ? Mais quand Dieu a parlé, les grands cœurs, les vrais croyants finissent toujours par s'incliner et répondre : Va, mon enfant, puisque Dieu le veut.

Déjà, mais, comment, du moins les premiers temps, n'était-il pas été ravi par la musique ? Après les repas, les mains jointes sur le rebord de la table, il demeurait longtemps pensif. Quelques larmes indiquaient où allaient ses pensées. Mais, bien vite, il redressait la tête. Continuant de vivre à l'écart, jusqu'au jour où il vint à nous, il se consacra plus que jamais à ses livres et à ses élèves. Il ne sortait guère de chez lui, que pour aller se rendre aux réunions des œuvres nombreuses auxquelles il prêtait son concours. On le voyait aussi faire chaque jour une courte

promenade. Il en profitait, de temps en temps, pour monter jusqu'à la chambre d'un malade, ou pour pénétrer dans le logis d'un pauvre. La misère des malheureux apitoyait son cœur. Il savait que le loyer est une lourde tâche pour celui qui est sans travail, que l'hiver est rude pour le malade qui n'a pas de bois, et pour le pauvre qui manque de pain. Et comme il courait aux veis charitables, Dieu seul peut dire jusqu'où est allée sa charité.

Avant de rentrer pour se mettre au travail, croquer les problèmes de la physique, déchiffrer de vieux manuscrits, passant devant la petite chapelle, voisine de sa demeure, souvent il y pénétrait, pour s'agenouiller quelques instants devant le Saint Sacrement. Oh ! ces prières de M. Dubem chez les Franciscaines de la rue de La Tette, que ne donnerions-nous pas pour en pénétrer un peu le mystère ?

Eh, certes, Dieu peut être content de lui. Toute sa vie il a servi la Science avec un labeur, une conscience, un talent auxquels il est impossible de ne pas rendre hommage. Et en servant la Science, il se trouve que, sur plusieurs points et des plus importants, il a servi aussi la cause de l'Église.

Vous savez combien il a été de mode pendant longtemps — et qui oserait dire que cette mode est passée ? — de dresser la Science contre la Foi, et de ne voir dans le Moyen Âge qu'une époque de ténébreux. M. Dubem grandissait au moment où Renan, croyant avoir dressé en bonne et due forme l'acte de décès du catholicisme, proclamait que la Science désormais nous donnerait le mot de l'énigme. Berthelot, partageant la confiance de son ami en l'avenir de la Science, et croyant, comme lui, que les chrétiens ne vivaient plus que du parfum d'un vase rié, déclarait bien haut qu'il n'y a plus de mystères. Taine venait d'écrire, sur l'époque des grands docteurs du Moyen Âge, cette sentence : "Trois siècles au fond de cette fosse noire n'ajoutèrent pas une idée à l'esprit humain!". Le scientisme faisait ferveur et multiplait les victimes. Malgré l'autorité des maîtres qui le propageaient, M. Dubem ne se laissa point prendre au piège de cette fausse science.

En marquant ainsi les justes limites de la science qu'il connaissait, il a contribué à faire évanouir les fâls espoirs qu'on avait mis dans la Science. Par l'analogie qu'il a découverte entre les enseignements de la physique et la philosophie d'Aristote, il a fortifié, sur plusieurs points, la confiance que l'Église a mise, avec ses plus grands docteurs, dans ce qu'il y a d'essentiel et de conciliable avec la loi chez ce philosophe. Conduit à cette

1. Taine, *Mémoire de la littérature anglaise*, tome I, p. 211.

conclusion par ses propres recherches scientifiques, il voulait en éprouver la solidité, en lui faisant subir le contrôle de l'Histoire.

[...] Ces vastes études historiques lui livrèrent à peu près tous les secrets du Moyen Age, juif, arabe, chrétien. Familier avec les maîtres chrétiens de cette époque, il renouvela l'idée qu'on s'en faisait jusqu'ici. Le "treu noir", dont a parlé Talus, ne lui a paru noir qu'à cause de son ignorance. En réalité, les hommes d'alors ont eu une immense curiosité : ils ont joué dans l'Église d'une grande liberté ; ils ont fait preuve, et dans des recherches proprement scientifiques fondées, par conséquent, sur une rigoureuse méthode d'observation, de toutes les qualités du savant. Et cette Science, qu'on croyait le fruit d'une espèce de génération spontanée survenue à l'aube des temps modernes, leur doit beaucoup de ses plus belles découvertes. Comme l'a dit M. Defranceq dans l'étude qu'il a consacrée à l'œuvre de M. Dubem : "Les travaux de M. Dubem établissent, avec preuves à l'appui, que les principes sur lesquels repose la science moderne ont été formulés avant Newton<sup>1</sup>, avant Descartes, avant Galilée, avant Copernic, avant Léonard lui-même, par les maîtres de l'Université de Paris au cours du xiii<sup>e</sup> siècle."

Mais ces grands maîtres du Moyen Age étaient à peu près tous de grands croyants. Pour eux, point de conflit entre la Science et la Foi ; au contraire, une harmonie profonde. Il faut presque arriver au xviii<sup>e</sup> siècle pour voir éclater nettement le conflit. Et ce conflit ne se serait point produit, si les savants, restant dans leur domaine, ne s'étaient pas écartés de leur voie. M. Dubem l'a bien vu. C'est pourquoi, savant éminent et catholique convaincu, il a pris place dans cette lignée de belles intelligences, qui, de tous temps, ont pensé que servir la Science n'empêchait pas de s'incliner devant la Foi.

C'est votre Association qui m'a fait connaître M. Dubem. Depuis quatre ans nous avons vécu bien près l'un de l'autre. Ces deux dernières années, il ne passait guère de semaine sans franchir plusieurs fois la porte du Séminaire. Je ne puis dire tout ce que je dois à ses nombreuses conversations. Incomparable est le nombre d'idées qui tombaient de ses lèvres et dont j'extrais de faire mon profit. Naturellement l'Association était souvent en cause. Combien précieux étaient alors ses conseils et ses encouragements ! De l'Association il arrivait à parler à ses élèves. J'ai pu constater que ce maître remarquable se doublait pour eux d'un véritable père. Et à la fin, tout à la fin, il retrouvait quelquefois un coin de son âme.

1. *Revue des Deux Mondes*, 17 juillet 1911, p. 348.

De tout cela, le souvenir que j'aurai le plus de joie à retenir, c'est celui du travailleur solitaire, pour lequel la vie est de si rudes coups, qui voulait bien se honorer d'une amitié très loyale et très sûre, et qui fut heureux, je crois, pendant ses dernières années, de venir causer avec un prêtre, qui avait pour lui une grande admiration et lui était profondément attaché... »

Le témoignage de l'abbé Bergeron demeure celui d'un ami cher de Dubem prêt à partager l'ensemble de ses convictions et à justifier la totalité de ses choix. Il confirme les caractères principaux d'une personnalité hors du commun.

Attentif aux événements, engagé à sa façon dans les affrontements de son époque, Dubem s'affirme donc constamment comme un véritable « conservateur » en matière sociale et politique. Conservateur d'une tradition monarchique, conservateur de valeurs morales et religieuses séculaires, convaincu de la nécessité de l'ordre et de l'harmonie dans un monde où chacun doit rester à sa place : Dubem s'oppose à tout ce qui risque de rompre la stabilité et de provoquer des modifications profondes dans la société. On ne peut pas ne pas associer à ce comportement au plan social, l'attitude du scientifique à l'égard de la physique. Face aux contradictions du réel, vécues des physiciens, que les découvertes de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup> vont faire éclater, Dubem tente de maintenir, comme vents et marées, le cap sur les objectifs fixés à la recherche par les méthodes éprouvées de la physique classique. Certains des adversaires de Dubem lui ont reproché son conservatisme en matière scientifique, sans déceler dans son œuvre les germes de recherches nouvelles qui, si elles avaient été engagées, auraient assurément contribué au maintien au premier niveau de la chimie française. D'autres nations s'emparement de ces travaux et survivent ainsi la voie à un nouveau développement de la thermodynamique et de la chimie. C'est à ces découvertes que sont consacrés les chapitres ultérieurs du présent ouvrage.

## Philosophie de la physique

### *La théorie comme représentation, mais non explication du réel*

L'œuvre scientifique de Duhem se construit à partir d'un certain nombre de principes, ceux de l'énergétique ou thermodynamique générale qu'il emprunte à l'histoire de la physique et qui le distinguent de la plupart des physiciens contemporains. Selon Duhem, la théorie physique qu'il s'agit de construire est une semblée représentative et non explicative du réel. Voici ce qu'il déclare dans *Thermodynamique et Chimie*, ouvrage publié en 1902 qui prépare ses œuvres maîtresses, la *Théorie physique* (1905) et le *Trattato d'Energétique ou de Thermodynamique générale* (1911) :

« Les diverses branches de la Physique semblaient isolées les unes des autres ; chacune d'elles invoquait ses principes propres et relevait de méthodes particulières. Aujourd'hui le physicien reconnaît qu'il n'a point affaire à un faisceau de branches indépendantes les unes des autres, mais à un arbre dont les rameaux divers sont issus d'un même tronc ; toutes les parties de la Science qu'il cultive lui apparaissent solidaires, comme le sont les membres d'un corps organisé. [...] Ce que le Chimiste attend surtout de la Thermodynamique, ce sont des règles simples, nettes et aisées à manier, qui lui servent de fil conducteur dans l'effroyable dédale des faits chimiques déjà connus, qui le guident au cours de ses recherches, qui lui marquent exactement, en chaque réaction, les conditions variables dont il peut disposer et les circonstances essentielles qu'il est tenu de déterminer. Ces règles, nous nous sommes efforcés de les formuler avec rigueur et clarté ».

« Mettre de l'ordre dans la physique, « sans apporter aucune violence aux propositions que l'expérience a établies », constitue le premier objectif que se fixe Duhem dans ses œuvres. En second lieu, Duhem revendique avec fermeté, dans une période où se succèdent les différentes images de la matière doublées à partir de récentes

découvertes, son refus des représentations concrètes des grandeurs et des phénomènes. La manière dont il définit la matière dans la *Théorie* de 1911 est significative à cet égard :

« Nous ne discuterons pas si les corps sont réellement continus ou s'ils sont formés de parties disjointes séparées par le vide ; si ces parties disjointes ont des dimensions finies, bien que très petites, ou bien si ce sont de simples points. Toutes ces questions au sujet de la constitution réelle des corps ne sont pas objet de Physique, mais de Métaphysique ; elles ont donné et donnent encore lieu à de vifs débats entre les diverses écoles philosophiques. La Physique cherche seulement à construire, au moyen de notions empruntées aux Mathématiques, un système logique qui fournisse une image approchée des lois relatives aux corps. »

La démarche est conforme à ce que Dubern annonçait en 1908 dans la *Théorie physique* :

« Une théorie physique n'est pas une explication ; c'est un système de propositions mathématiques, dérivées d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales ».

Et il pourrait en décrivant les quatre opérations successives par lesquelles se forme une théorie physique :

1. Choix des propriétés physiques simples et des symboles et grandeurs qui les représentent.
2. Élaboration des hypothèses qui peuvent être formalisées de manière arbitraire, cet aspect arbitraire s'arrêtant uniquement à la constatation logique entre les termes d'une même hypothèse.
3. Développement de la théorie suivant les règles de l'analyse mathématique.
4. Vérification expérimentale ;

« Une théorie vraie, n'est pas une théorie qui donne des apparences physiques une explication conforme à la réalité ; c'est une théorie qui représente d'une manière satisfaisante un ensemble de lois expérimentales ; une théorie fautive ce n'est pas une tentative d'explication fondée sur des suppositions contraires à la réalité ; c'est un ensemble de propositions qui ne concordent pas avec des lois expérimentales. »

L'énergétique de Dubern est donc une théorie physique. Par rapport à une construction algébrique ou géométrique logiquement

agencés, la mesure (et elle est assurément d'importance) se situe dans la correspondance nécessaire entre cette construction mathématique et des lois expérimentales. Cette construction s'affirme comme une théorie physique pourvu que puisse s'établir, de manière convenable, cette correspondance — « approche », précise Duhem — entre les éléments mathématiques et les propriétés physiques accessibles à l'expérience.

L'énergétique n'est donc pas seulement une théorie mathématique. Encore faut-il, d'une part, qu'elle s'appuie sur une réalité dont les propriétés physiques vont correspondre à des symboles, des nombres, des grandeurs. Mais selon Duhem, et sur ce point il se distingue de la plupart des scientifiques, notamment français, il n'y a aucune relation de nature entre ces symboles et les propriétés qu'ils représentent. D'autre part, la théorie doit, à la fin du processus, correspondre avec l'expérience, c'est-à-dire avec la réalité. Comme il l'affirme dans la *Théorie Physique* : « L'accord avec l'expérience est, pour une théorie physique, l'unique criterium de vérité », et il précise plus loin :

« Lorsque l'édifice logique est parvenu au fait, il devient nécessaire de comparer l'ensemble des propositions mathématiques, obtenues comme conclusions de ces longues déductions, à l'ensemble des faits d'expérience ; moyennant l'emploi des procédés de mesure adoptés, il faut s'assurer que le second ensemble trouve, dans le premier, une image suffisamment ressemblante, un symbole suffisamment précis et complet. Si cet accord entre les conclusions de la théorie et les faits d'expérience ne se manifesterait pas avec une approximation satisfaisante, la théorie pourrait bien être logiquement construite ; elle n'en devrait pas moins être rejetée, parce qu'elle serait physiquement fautive.

Cette comparaison entre les conclusions de la théorie et les vérités d'expérience est donc indispensable, puisque, seul, le contrôle des faits peut donner à la théorie une valeur physique ; mais ce contrôle des faits doit frapper relativement les conclusions de la théorie car, seules, elles se donnent pour image de la réalité ; les postulats qui servent de points de départ à la théorie, les intermédiaires par lesquels on passe des postulats aux conclusions n'ont pas à lui être soumis. »

— Le rejet de la théorie, lorsqu'elle se trouve en contradiction avec l'expérience, ne s'applique donc pas aux postulats ou axiomes sur lesquels se fonde cette théorie... parce que ces éléments ne doivent jamais, selon Duhem, constituer ou contenir des images de la réalité. Ce refus des représentations renouées chez Duhem se

signifie donc pas le rejet de la réalité : il signifie que l'on peut, que l'on doit, construire une théorie physique sans faire aucune hypothèse sur la nature des grandeurs représentatives des qualités des phénomènes étudiés. Dans une discipline peu évaluée par le cursus, mais qu'il est l'occasion d'enseigner à la faculté des sciences de Lille, l'optique, et dont des fragments de cours furent publiés, ces orientations générales sont bien confirmées :

« Remplani franchement en visière avec la loi que Descartes a voulu imposer à la physique et que, depuis deux siècles, la physique cherche à secouer par des efforts sourds et inconscients, nous ne voulons voir dans la lumière qu'une qualité et dans l'optique physique qu'un système d'équations symboliques dont le but est de figurer et non d'expliquer les caractères que l'analyse expérimentale nous signale en cette qualité.

 [...] Nous en avons assez dit pour prouver que l'on peut construire une Optique rationnelle, sans faire aucune hypothèse sur la constitution intime des milieux transparents et sur la nature de la lumière. »

## Contre l'atomisme

Cette conception conduisit Dubernet à refuser et à condamner toute les tentatives d'« explication » des phénomènes à l'aide des modèles élaborés au cours de cette période. Une telle démarche permet de mieux comprendre les orientations des travaux de Dubernet en physico-chimie, mais également les difficultés considérables rencontrées par l'auteur, voire les échecs rencontrés dans la construction de la théorie physique appliquée à des domaines dans lesquels précisément les modèles, les analogies et les représentations concrètes furent d'un très grande importance. L'attitude de Dubernet est, naturellement, vivement combattue par ceux des physiciens qui donnent à l'expérimentation un rôle tout à fait essentiel dans le développement de la science. Dubernet leur reproche de construire des théories « non pour la satisfaction de la raison, mais pour le plaisir de l'imagination ». Pour Dubernet, l'expérience ne compte que comme vérification. La recherche et la construction de modèles, « chères aux physiciens de l'école anglaise », présentent, selon Dubernet, l'extrême danger de la confusion et, à terme, conduisant des entraves et des embarras propres à empêcher le développement de la physique. Ainsi, s'attaquant à la notion d'atome, Dubernet écrit en 1903 :

« L'École néo-atomeiste, dont les doctrines ont pour centre la notion d'électron, a repris avec une superbe confiance la méthode que nous nous refusons à suivre. Elle pense que ses hypothèses enseignant enfin la structure intime de la matière, qu'elles nous en font voir les éléments comme si quelque extraordinaire ultra-microscope les prochainait jusqu'à nous les rendre perceptibles. Cette confiance, nous ne pouvons la partager ; nous ne pouvons, en ces hypothèses, reconnaître une vue divinatrice de ce qu'il y a au-delà des choses sensibles, nous les regardons seulement comme des modèles. De ces modèles, nous n'avons jamais nié l'utilité ; ils prêtent, croyons-nous, une aide indispensable aux esprits plus amples que profonde, plus aptes à imaginer le concret qu'à concevoir l'abstrait. Mais le temps viendra sans doute où, par leur complication croissante, ces représentations, ces modèles cesseront d'être des auxiliaires pour le physicien, où il les regardera plutôt comme des embarras et des entraves. Débarrassant alors ces mécanismes hypothétiques, il en dégagera avec soin les lois expérimentales qu'ils ont aidé à découvrir ; sans prétendre expliquer ces lois, il cherchera à les classer selon la méthode que nous venons d'analyser, à les comprendre dans une interprétation modifiée et rendue plus ample. »

La conclusion de l'ouvrage de Duhem : « La valeur de la théorie physique », amplifiée jusqu'à la profession de foi en réserves épistémologiques :

« La théorie physique nous confère une certaine connaissance du monde extérieur, qui est irréductible à la connaissance purement empirique ; cette connaissance ne vient ni de l'expérience, ni des procédés mathématiques qu'emploie la théorie, ou sont que la discussion purement logique de la théorie ne saurait découvrir la fissure par laquelle elle s'est introduite en l'édifice de la Physique ; par une voie dont le physicien ne peut nier la réalité, non plus qu'il n'en peut décrire le cours, cette connaissance dérive d'une vérité autre que les vérités dont nos instruments sont aptes à s'emparer ; l'ordre dans lequel la théorie range les résultats de l'observation ne trouve pas sa pleine et entière justification dans ses caractères pratiques ou esthétiques ; nous devinons, en outre, qu'il est en ce sens à être une classification naturelle ; par une analogie dont la nature échappe aux prises de la Physique, nous devinons qu'il correspond à un certain ordre surprenant.

En un mot, le physicien est forcé de reconnaître qu'il serait déraisonnable de travailler au progrès de la théorie physique si

cette théorie n'était le reflet, de plus en plus net et de plus en plus précis, d'une Métaphysique; le croyant en un ordre, transcendant à la Physique, est le seule raison d'être de la théorie physique.

L'attitude, tout à tout hostile ou favorable, que tout physicien prend à l'égard de cette affirmation se résume en ce mot de Pascal: "Nous avons une impuissance de prouver invincible à tout le Dogmatisme; nous avons une idée de la vérité invincible à tout le Pyrrhonisme". =

L'attitude de Dubois, son rejet « philosophique » du modèle atomique nous paraissent aujourd'hui quelque peu surprenants. Il est difficile d'imaginer que bien des physiciens et la plupart des chimistes de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et du début du XX<sup>e</sup> combattaient cette conception d'une matière discontinue. La communauté scientifique était loin de partager l'opinion selon laquelle la matière est constituée d'atomes et de molécules: les travaux de Fresnel<sup>17</sup>, l'unification par Maxwell<sup>18</sup> des théories de la lumière, de l'électricité et du magnétisme, les recherches et les études sur le mouvement des fluides en hydrodynamique favorisaient la conception d'un monde physique fondé sur l'idée de continuité.

Ce, les recherches de J.J. Thomson<sup>19</sup> en 1897 sur les décharges dans les gaz raréfiés montraient en évidence l'existence de particules, chargées électriquement, qui se déplaçaient à des vitesses extraordinairement élevées (50 000 km par seconde dans un tube de Crookes ordinaire) et portaient plutôt à la prise en compte d'éléments de discontinuité. Ces travaux montraient que les apparences physiques des phénomènes observables à notre échelle pouvaient faire place, à une échelle infiniment plus petite, à une réalité fondée sur l'existence de corpuscules, donc de discontinuités. L'idée n'était sans doute pas nouvelle: la doctrine « atomique » puise ses racines dans les textes de Démocrite<sup>20</sup> et de Lucrèce<sup>21</sup>. Ce qui est nouveau, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est la preuve expérimentale de ces conceptions.

De l'existence de l'électron, particule élémentaire chargée négativement, à celle de l'atome et de la molécule, assemblage d'atomes, la physique progresse au cours de ces quelques décennies à pas de géants. Du modèle, proposé par Thomson, d'un atome constitué d'une sphère homogène d'électricité positive dans lequel nageraient les électrons, à celui de Rutherford<sup>22</sup> dont les travaux conduisent à la découverte du noyau, il s'est écoulé à peine une dizaine d'années. C'est en effet en 1908 que le physicien de Manchester présente dans un article publié dans le *Philosophical Magazine* et intitulé: « Diffusion des particules alpha et bêta dans la matière et problèmes de la structure de l'atome »:

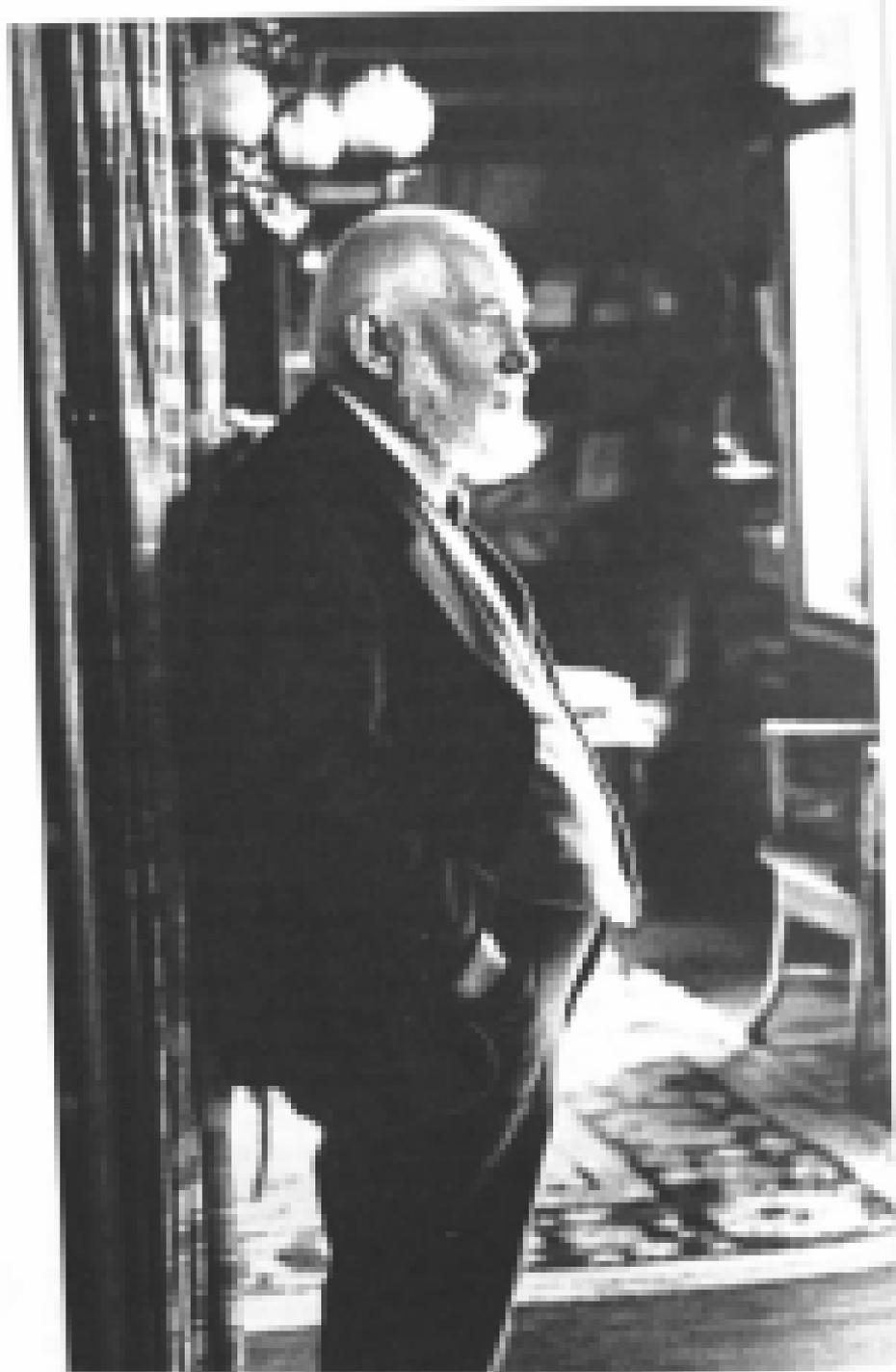
« Dans la mesure où la masse, l'impulsion et l'énergie cinétique d'une particule sont très grandes par rapport aux grandeurs correspondantes chez l'électron, il apparaît impossible qu'une particule alpha puisse être fortement déviée de sa trajectoire en s'approchant d'un électron. Le plus simple est donc de supposer que l'atome contient une charge centrale positive localisée dans un volume extrêmement restreint. »

Et Rutherford donne, en 1912, à cette charge centrale le nom de noyau. Il précise dès lors son interprétation du phénomène de la radioactivité, découvert par hasard par le physicien français Henri Becquerel<sup>1</sup> en 1896, en proposant pour l'atome une structure analogue à celle d'un système planétaire : un noyau central autour duquel tournent des électrons. Ce modèle fondamental sera amélioré ultérieurement par les physiciens Niels Bohr<sup>2</sup>, puis Sommerfeld, qui prennent compte des récentes théories, celle des quanta d'une part, émise en 1900 par Max Planck<sup>3</sup>, et celle de la relativité restreinte d'Einstein<sup>4</sup> (1905) d'autre part.

Cependant, ces théories mirent beaucoup de temps à s'imposer à la communauté scientifique, parce qu'elles possédaient un caractère véritablement révolutionnaire : elles constituaient en effet une rupture par rapport à celles qui, jusque-là, avaient permis des avancées réelles dans le domaine des connaissances et dans l'interprétation des phénomènes. Les résistances les plus nombreuses venaient des chimistes. L'un des plus célèbres d'entre eux, Ostwald, s'était fait remarquer en 1895 par la publication d'un véritable pamphlet intitulé : « La déroute de l'atomisme contemporain » — le premier titre proposé était « Le dépassement du matérialisme scientifique » — dans lequel le professeur de Leipzig rejetait la théorie mécanique de l'Univers. Cet article, paru dans la *Revue générale des Sciences pures et appliquées* le 15 novembre 1895, donne une dimension nouvelle, par son caractère polémique, au débat sur la constitution de la matière et sur l'objet de la physique. A propos de la « mécanique des atomes », le grand chimiste indique clairement que :

« Cette manière de voir, malgré tout son crédit, est insoutenable... Cette théorie mécanique n'a pas atteint son but, car elle se trouve en contradiction avec des vérités tout à fait hors de doute et universellement acceptées. La conclusion s'impose : il faut l'abandonner et la remplacer, autant que l'on se peut, par une autre meilleure. »

C'est parce qu'il lui paraît impossible de rendre compte des phénomènes de la physique par la conception mécanique de l'univers qu'Ostwald rejette l'atomisme :



Wilhelm Ostwald (1853-1932), prix Nobel de chimie en 1909.

« [...] C'est une entreprise qui a pitoyablement échoué devant toute expérience sérieuse, de vouloir rendre compte par la Mécanique de tous les phénomènes physiques connus. Cette entreprise peut bien même réussir si elle s'attaque aux phénomènes incomparablement plus compliqués de la vie organique. La tentative n'a même pas la valeur d'une hypothèse auxiliaire : c'est une erreur pure et simple. L'erreur saute aux yeux dans le fait suivant : dans toutes les équations mécaniques, le signe de la variable représentant le temps peut changer ; en d'autres termes, les phénomènes de la Mécanique rationnelle peuvent suivre le cours du temps ou le remonter. Dans le monde de la Mécanique rationnelle, il n'y a ni passé, ni avenir au même sens que dans le nôtre : l'avenir peut redevenir présent et grainé ; le papillon chenille ; le vieillard enfant. Pourquoi ces faits ne se produisent-ils pas dans la réalité ? La théorie mécanique ne l'explique pas ; et en vertu même des propriétés des équations, elle ne peut l'expliquer. Le fait que, dans la Nature réelle, les phénomènes ne sont pas réversibles, condamne ainsi sans appel le matérialisme physique. »

Darwin renonce aux atomes et aux images « hypothétiques » de la mécanique. A cette mécanique dépassée, il oppose l'énergétique, fondée sur les grands principes de la thermodynamique, en particulier le second qui prend en compte la notion d'irréversibilité et prédit : « L'absence de l'hypothèse donne à l'Énergétique une unité de méthode inconnue, il faut bien le dire, jusqu'à présent : unité non moins précieuse pour l'enseignement et l'intelligence de la science qu'elle ne l'est au point de vue philosophique... ».

Nous sommes peu éloignés de la pensée de Duhem qui, dans la *Théorie physique*, écrit, dix ans plus tard :

« La logique exige-t-elle que nos hypothèses soient les conséquences de quelque système cosmologique ou, du moins, qu'elles s'accordent avec les conséquences d'un tel système ? Nullement, nos théories ne se piquent point d'être des explications ; nos hypothèses ne sont point des suppositions sur la nature même des choses matérielles. Nos théories ont pour seul objet la condensation économique et la classification des lois expérimentales... Les hypothèses sur lesquelles nous les bâtissons n'ont donc pas besoin d'emprunter leurs matériaux à telle ou telle doctrine philosophique. »

Voix discordante, assurément, dans le concert des physiciens français de cette période. Duhem, lui, usant en quelque sorte l'expérience à la théorie, nie que cette expérience puisse posséder un caractère « crucial », refuse à la théorie physique le simple rôle de généralisation inductive des enseignements de l'expérimentation.



Paul Langevin (1872-1946) en 1898.

Pour l'énergétiste, dans ses élaborations comme dans son interprétation, l'expérience, qui n'est pas observation, est subordonnée à la théorie. Les recherches engagées par Pélabon et Lanobit, sur des questions aussi diverses que les déformations permanentes du verre, les déformations permanentes des fils métalliques ou la dissociation de l'acide stéarhydrique, qui s'appuient sur la théorie élaborée par Dubon, l'énergétique, illustrent cette conception quelque peu méprisante, selon ses adversaires, de la pratique expérimentale.

Paul Langevin<sup>8</sup> exprime dès 1904 de vives critiques à l'égard de la méthode de l'énergétique de Dubon. Abordant la question des principes de l'énergétique lors d'une conférence donnée au Muséum pédagogique, le jeune professeur de l'École supérieure de Physique et Chimie de Paris — il a tout au plus dix-neuf ans — déclare :

« Mais, nécessaires, ces principes ne sont cependant pas suffisants et ne donnent qu'une route par laquelle les travaux devront se développer, contrairement à ce que pensent les érudits modernes qui, perdant de vue l'utilité du principe, font de l'énergie une idole nouvelle dont les incarnations multiples

saillant à tout représenter... Ces avatars variés de l'énergie sont à la base de ce que M. Dubern expose et défend avec tant d'habileté sous le nom de physique de la qualité, se recommandant d'ailleurs pour remplacer la grandeur mesurable par une qualité qu'il exprime cependant en nombres tout en lui refusant toute actualité. Que signifie dès lors l'addition des deux nombres représentant deux degrés différents d'une même qualité ? Il faut alors admettre avec M. Dubern que "lorsqu'au cours des déductions par lesquelles la théorie se déroule, on soumet à des opérations ou à des calculs les grandeurs sur lesquelles porte la théorie, on n'a pas à se demander si ces opérations, si ces calculs ont un sens physique". De plus, dans ce système, le physicien se déclare satisfait lorsque des phénomènes complexes et nouveaux sont représentés par des termes nouveaux dans une équation, termes dont la forme arbitraire n'est indiquée que par de superficielles analogies.

N'y a-t-il pas là une tendance fâcheuse à limiter le champ des investigations, à déclarer suffisante et définitive une connaissance générale et superficielle des choses, à s'interdire un examen plus approfondi parce qu'un premier succès nous a livré quelques-unes des lois les plus générales ? Servons-nous ce que donnera notre marche en avant, l'examen au microscope de l'organisme que nous voyons vivre : quels motifs de crainte avons-nous ? Pourquoi ce recul en arrière, cet égarement contre lequel protestent nos instincts et nos convictions ? Nous sommes liés d'une évolution lente, en contact continu et profond avec l'univers qui nous a modelés ; de nos instincts obscurs résulte un sentiment d'identité et de communauté avec toute la nature : notre science est un effort pour pénétrer plus profondément et plus consciemment en elle et nous percevrons difficilement qu'on dresse des barrières à notre connaissance, qu'on trace une frontière à l'inconnaissable dans la crainte peut-être de ce qui se trouve au-delà. Si nous sommes jusqu'ici restés à la surface des choses, rien ne peut faire prévoir les découvertes futures, les sensations nouvelles que nous devrons éprouver ; les hypothèses qui paraissent les plus hardies n'étant que la prévision de ces sensations nouvelles, nous devons, pour en tenir compte, être prêts à modifier nos constructions autant qu'il sera nécessaire. »

Paul Langevin exprime là, à sa façon, des points de vue largement partagés par de nombreux physiciens, parmi lesquels Marcel Brillouin, Jean Perrin\*, précisément ceux dont les travaux expérimentaux et théoriques, en physique atomique notamment, ont permis des avancées considérables dans la connaissance des phénomènes. Même s'il reflète des conceptions philosophiques

fondamentalement opposées, à y regarder de près, le débat entre émergents et atomistes se focalise sur la question suivante: les recherches sur la constitution de la matière, sur l'atome sont-elles pertinentes? Les émergentistes, Oswald et Duhem notamment, répondent clairement non. Langevin et Perrin, pour ne citer qu'eux, répondent oui. Ces derniers se mettent vaillamment en cause la démarche phénoménologique. Mais ils n'acceptent pas que l'on condamne ces recherches qui commencent à connaître de beaux succès; ils refusent aux émergentistes le droit d'ériger un mur délimitant a priori les domaines d'investigation et les méthodes grâce auxquelles avancement les connaissances.

Cette volonté de démontrer la pertinence des travaux sur la théorie atomique et cette ouverture impliquent les physiciens les plus engagés et les conduisent à participer à ce véritable combat pour la promotion de la physique atomique dans la communauté scientifique et même bien au-delà. C'est tout le sens de l'effort mené notamment en France par Perrin et Langevin en faveur de la diffusion des connaissances scientifiques. Il faut citer à ce propos le merveilleux ouvrage de synthèse de Jean Perrin, publié en 1913 sous le titre *Les atomes*, dans lequel le physicien aborde le débat émergent-



Jean Perrin (1870-1942) vers la fin de siècle.

quisme de manière ouverte. Traitant des principes de la thermodynamique – qui constituent les fondements de la démarche énergétique – Penia, atomiste, explique :

« Pour atteindre l'un ou l'autre de ces principes, on a mis en évidence des analogies, on a généralisé des résultats d'expérience, mais les raisonnements ou les déductions n'ont fait intervenir que des objets qui peuvent être observés ou des expériences qui peuvent être faites. Aussi Ostwald a justement pu dire qu'en énergétique, on ne fait pas d'hypothèses. Sans doute, si l'on invente une machine nouvelle, on affirmera tout de suite qu'elle ne peut pas créer de travail, mais on peut aussi s'en assurer, et l'on ne peut appeler hypothèse une affirmation qui, stict formulée, peut être contrôlée par une expérience.

Or, il est des cas où c'est au contraire l'hypothèse qui est instinctive et féconde. Si nous étudions une machine, nous ne nous bornons pas à raisonner sur les pièces visibles... tant que nous ne pouvons pas démonter la machine. Certes, nous observons de notre mieux ces pièces visibles, mais nous cherchons aussi à deviner quels organes cachés expliquent les mouvements apparents.

Deviner ainsi l'existence ou les propriétés d'objets qui sont encore au-delà de notre connaissance, expliquer de visible complexe par de l'invisible simple, voilà la forme d'intelligence intuitive à laquelle grâce à des hommes tels que Dalton ou Boltzmann<sup>2</sup>, nous devons l'Atomistique... Il va de soi que la méthode intuitive n'a pas à se limiter à la seule atomistique, pas plus que la méthode inductive ne doit se limiter à l'énergétique. Un temps viendra peut-être où les atomes, enfin directement perçus, seront aussi faciles à observer que le sont aujourd'hui les microbes. L'esprit des atomistes actuels se retrouvera alors chez ceux qui auront hérité le pouvoir de deviner, derrière la réalité expérimentale devenue plus vaste, quelque autre structure cachée de l'univers. Je ne voudrais pas aux dépens de l'autre l'une des deux méthodes de recherche. Comme trop souvent on l'a fait. Certes, pendant ces dernières années, l'intuition l'a emporté sur l'induction, au point de renouveler l'énergétique elle-même par l'application de procédés statistiques empruntés à l'Atomistique. Mais cette fécondité plus grande peut fort bien être passagère et je m'aperçois souvent l'illusion de regarder comme improbable quelque résultat obtenu de beaux succès où nulle hypothèse indéfinissable n'aurait joué de rôle. »

<sup>2</sup> La science évolue ainsi entre la prudence, stérilisante si elle est excessive, et les audaces nécessaires lorsqu'elle ne sont pas folles.

« La théorie atomique a triomphé », déclare Perrin dans la conclusion de son ouvrage *L'atome* :

« Nombreux encore naguère, ses adversaires, enfin conquis, reçoivent l'un après l'autre aux distances qui longtemps furent légitimes et sans doute utiles. C'est au sujet d'autres idées que se poursuivra désormais le conflit des instincts de prudence et d'audace dont l'équilibre est nécessaire au bon progrès de la science humaine... »

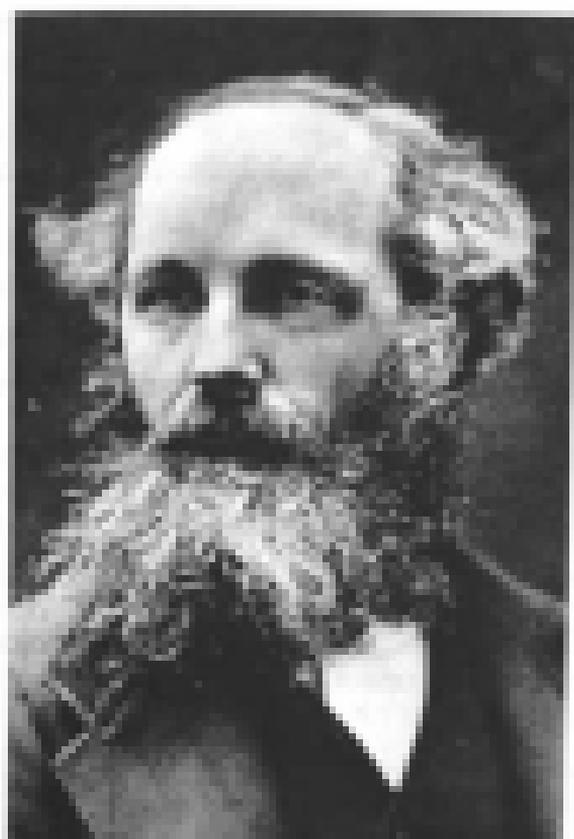
Dubernet est de ceux qui refusent de reconnaître l'économique fécondité de ses recherches sur l'atome. Cette attitude d'extrême méfiance, voire d'hostilité à l'égard de ces recherches, le refus durable d'admettre les apports nouveaux de la physique atomique et des théories fondées sur des modèles mécaniques, ont sans doute constitué des entraves et empêché Dubernet d'apporter des réponses complètes et satisfaisantes à un certain nombre de problèmes ouverts, notamment en ce qui concerne l'électromagnétisme. L'obstination avec laquelle Dubernet refusa d'admettre l'hypothèse de la transversalité des ondes électromagnétiques, par exemple, est significative de ces retards induits par la méthode et les orientations fondamentales du physicien théoricien.

## Contre Maxwell

Dans sa volonté d'insérer l'électricité et le magnétisme dans sa grande construction théorique, Dubernet rencontre naturellement l'œuvre de James Clerk Maxwell. Il ne conteste pas les résultats obtenus par le physicien écossais mais reproche à ce dernier d'y être parvenu par une voie peu conforme aux exigences de la logique. La condamnation des méthodes de Maxwell est claire et définitive. Dubernet écrit en 1902 :

« Surprenante par ses conséquences, l'électrodynamique inaugurée par Maxwell l'était plus encore par la voie insolite qu'avait suivie son auteur pour l'introduire dans la science. [...] Avec une impudence incalculable, Maxwell avait renversé l'ordre normal selon lequel évolue la physique théorique : il ne vitait pas avec pour voir les découvertes de Hertz transformer son audace créatrice en prophétie décevante. »

Dans ce texte, l'auteur des *Théories électriques de J. Clerk Maxwell, étude historique et critique*, publiées chez Hermann, fait référence aux équations de Maxwell, proposées par le scientifique écossais en 1871, confirmées par Hertz<sup>1</sup> en 1888. Ces équations font



James Clerk Maxwell (1831-1879).

en quelque sorte, surter les obstacles qui justifiaient l'existence de disciplines variées qui se développaient indépendamment les unes des autres : magnétisme, électricité, électrostatique, électromagnétisme. Elles traduisent, de manière synthétique, l'ensemble des lois qui s'appliquaient jusqu'à à des phénomènes particuliers (loi de Faraday<sup>1</sup>, théorie d'Ampère<sup>2</sup>, théorie de Gauss<sup>3</sup>,...). La théorie de Maxwell se fonde sur l'hypothèse de l'existence d'ondes électromagnétiques constituées de deux vecteurs perpendiculaires  $\vec{E}$ , champ électrique et  $\vec{B}$ , champ magnétique.

Les lecteurs avertis connaissent bien les équations que ces grandeurs vérifient et les lois auxquelles elles correspondent :

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0 \quad (\text{flux conservatif})$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (\text{loi de Faraday})$$

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (\text{théorie de Gauss})$$

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (\text{théorie d'Ampère généralisée})$$

- $\vec{H}$  représente le champ magnétique  
 $\vec{E}$  le champ électrique  
 $\vec{j}$  la densité de courant  
 $\rho$  la densité de charge  
 $\epsilon_0$  et  $\mu_0$ , constantes électromagnétiques bien connues telles que  
 $\epsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2}$   
 $c$ , vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.

La quatrième équation met clairement en évidence l'existence d'un courant de déplacement  $\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ , analogue dans sa contribution et dans sa dimension au courant de conduction  $\vec{j}$ . Dans le vide, en l'absence de courants et de charges, l'étude des solutions de l'équation d'onde tirée des équations de Maxwell (à partir de  $\Delta F = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 F}{\partial t^2}$ ,  $F$  pouvant exprimer soit  $\vec{E}$ , soit  $\vec{B}$ , soit encore le potentiel vecteur  $A$  ou le potentiel scalaire  $V$ ) aboutit à l'hypothèse vérifiée de la transversalité des ondes, qui fut fort longtemps contestée, voire rejetée par Dubois.

L'histoire de l'électromagnétisme confirme la pertinence et la valeur des théories de Maxwell. Dubois n'ignore pas la vérification expérimentale de Hertz, mais il conteste la méthode. Il ne se satisfait nullement de la « prophétique divination » de Maxwell et tente de retrouver les résultats du physicien allemand par une méthode digne de la théorie physique et conforme aux principes qui la fondent. Il refuse de prendre en compte cette grandeur nouvelle introduite par Maxwell, ce constant de déplacement qui contribue pourtant à donner aux équations de Maxwell leur caractère le plus général, puisqu'alors elles s'appliquent à l'ensemble des radiations électromagnétiques, y compris la lumière. Selon Dubois, ces hypothèses sont prématurées ; il les condamne dès 1902 dans son ouvrage sur les théories de J.C. Maxwell :

« Jamais physicien de renom n'a été, plus que Maxwell, épris de ses propres hypothèses, plus que lui, sourd aux démentis des vérités acquises ; nul n'a plus complétement méconnu les lois qui président au développement rationnel des théories physiques... Au moment où Maxwell introduisait en électrodynamique, le flux de déplacement, au moment où il marquait comme des hypothèses essentielles, la forme mathématique des lois auxquelles cette grandeur devait être soumise, aucun phénomène clairement constaté n'exigeait cette extension de la théorie des courants... Nulle nécessité logique ne pressait Maxwell d'imaginer une électrodynamique

« nouvelle : pour guides, il n'avait que des analogies, le désir de doter l'œuvre de Faraday d'un prolongement semblable à celui que l'œuvre de Coulomb<sup>8</sup> et de Poisson<sup>9</sup> avait reçu de l'électrodynamique d'Ampère, peut-être aussi un instinct sensible de la nature électrique de la lumière. Il fallut de longues recherches et le génie d'un Hertz pour que l'aspect découvert des phénomènes que traduisaient ses équations, pour que sa théorie eussent d'être une forme vaine de toute manière. »

Si Duhem marque nettement son désaccord avec les méthodes utilisées, il ne peut cependant mettre en cause les résultats obtenus par la théorie proposée et vérifiés par l'expérience. Toute l'œuvre de Duhem dans ce domaine consiste à proposer une théorie aboutissant bien entendu aux mêmes résultats mais conforme aux exigences de la logique, et évitant toute hypothèse sur la nature des grandeurs représentatives des phénomènes. La méthode-digne de la théorie physique, Duhem la trouve chez Helmholtz dont il se réclame constamment. Dans la *Notice sur ses idées et travaux*, publiée en 1903 à l'occasion de sa candidature à l'Académie des sciences, Duhem précise les postulats à partir desquels l'énergéticien allemand construit la théorie de l'électrodynamique :

« Lorsqu'un système contient des courants variables d'intensité, de position ou de figure, l'énergie ne se partage plus simplement en énergie interne et énergie cinétique ; on y doit considérer un troisième terme, l'énergie électrodynamique ; cette énergie sera traitée dans les calculs comme le serait une énergie cinétique où les vitesses seraient remplacées par les intensités des courants ; il en résulte qu'en tout déplacement virtuel sans changement d'intensité des courants, le travail des forces électrodynamiques est égal à l'accroissement de cette énergie électrodynamique. Telle sont les propositions qui résument, pour ainsi dire, toute l'Électrodynamique. On peut assurément, sans encourir aucun reproche d'absurdité, les poser d'emblée à titre de postulat ; et c'est bien ainsi que Helmholtz procède dans le mémoire : *Über die physikalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkung*, qu'il a donné en 1855... La même méthode peut être suivie dans l'étude de l'électromagnétisme... La théorie électrodynamique une fois établie pour les courants linéaires, il n'est pas malaisé de l'étendre aux corps étendus suivant toute dimension, qu'ils soient conducteurs, diélectriques ou magnétiques... En dépit de leur apparente complication, les équations de l'électrodynamique de Helmholtz se montrent susceptibles, en bien des cas, de conduire à des solutions élégantes. »

Et Dubois tenta, à propos de la nature électromagnétique de la lumière, d'opposer la théorie de Helmholtz à celle de Maxwell :

« Mais venons aux deux problèmes où il est le plus nécessaire d'essayer la portée de la théorie de Helmholtz ; nous voulons parler de l'explication électromagnétique de la lumière et de l'analyse des expériences de Hertz. En effet, ce sont là comme deux pierres de touche propres à décider si une doctrine électrodynamique est recevable ou ne l'est pas. Si l'illustre théorie de Maxwell jouit d'une vogue si surprenante, c'est assurément que nombre de physiciens la croient seule capable de résister à ce double essai.

L'électrodynamique de Maxwell admet que les courants électriques se comportent comme les vitesses d'un milieu incompressible ; il n'y a pas de flux électriques longitudinaux. La théorie de Helmholtz ne pose pas une telle restriction ; dans les corps conducteurs, aussi bien que dans les milieux diélectriques, elle admet la possibilité de flux longitudinaux aussi bien que de flux transversaux. »

Cette affaire des « flux longitudinaux » qui, incontestablement, n'existait pas, va beaucoup préoccuper Dubois tout au long de sa carrière. Il s'agit pour lui d'une question importante : l'existence de ces flux longitudinaux démentirait aisément que la théorie de Maxwell là où elle s'avère exacte — confirmée par l'expérience — n'est en fait qu'une interpolation particulière et limitée de la théorie d'Helmholtz. Dans la Note il précise, tout en restant en cause la démarche de Lorentz :

« M. H. Lorentz avait introduit, dans les équations de Helmholtz, l'hypothèse de Faraday et de Mosotti<sup>17</sup>, ce qui les réduit sensiblement aux équations de Maxwell. Il est meilleur, semblait-il, de traiter d'abord le problème d'une manière entièrement générale, et de n'introduire l'hypothèse de Faraday et de Mosotti que dans les résultats ; on verra mieux, alors, quelle est la portée de cette hypothèse. Nous parvenons de la sorte aux résultats suivants : un flux électrique transversal et normal au plan d'incidence s'engendre par réflexion et réfraction que des flux transversaux et normaux au plan d'incidence ; les lois qui régissent cette réflexion et cette réfraction sont celles que Fresnel a assignées dans le cas où la lumière incidente est polarisée dans le plan d'incidence. Un flux électrique transversal et situé dans le plan d'incidence donne un flux transversal réfléchi et un flux transversal réfracté, qui sont tous deux dans le plan d'incidence ; les formules qui déterminent ces flux sont celles que Fresnel a données pour le cas où la lumière incidente est polarisée perpendiculairement au plan d'incidence.

Mais il se forme, en outre, un flux longitudinal réfléchi et un flux longitudinal réfracté.

Ces deux flux longitudinaux disparaissent si l'on fait appel à l'hypothèse de Faraday et de Mossotti ; de même alors que ni par réflexion ni par réfraction un flux longitudinal ne peut engendrer un flux transversal, de même un flux transversal ne peut donner naissance à un flux longitudinal ; flux transversaux et flux longitudinaux, bien qu'ils coexistent, demeurent toujours indépendants les uns des autres. »

Et il ajoute son interprétation personnelle des récentes découvertes (rayons X, radioactivité...):

« Il est difficile de ne pas établir par la pensée un rapprochement entre ces flux longitudinaux qui, dans tous les milieux, diélectriques ou conducteurs, se propagent avec la même vitesse, avec la vitesse de la lumière dans l'éther, et les rayons X découverts par M. Röntgen<sup>2</sup>.

La doctrine électrodynamique de Helmholtz a l'ambition de se substituer à la doctrine de Maxwell ; elle prétend y avoir droit non seulement parce qu'elle rend compte de toutes les lois expérimentales que la théorie de Maxwell peut expliquer, mais aussi et surtout parce qu'elle se développe suivant les règles de la Logique la plus sévère, tandis que l'argumentation du physicien allemand ne saurait être regardée comme un raisonnement véritable. Le vœux que nous nous proposons de donner à la doctrine de Helmholtz n'en est donc pas été complet s'il a été privé d'une analyse critique des théories décrites de J. Clerk Maxwell.

Cet examen, nous l'avons poursuivi avec la plus grande minutie, suivant de son origine jusqu'à son complet développement chacune des tentatives du grand physicien allemand vers l'organisation de la Science électrique. Maxwell avait sans cesse les yeux fixés sur le but à atteindre, et ce but, bien digne de ses efforts, c'était la constitution d'une théorie qui embrassât à la fois les phénomènes électriques et les effets de la lumière. Malheureusement, aucune des voies dans lesquelles il s'engageait successivement ne le pouvait mener là où il tendait. Alors, un moment où la Logique lui indiquait l'ordre de ne pas passer, où que l'objet qu'il voulait atteindre était la vérité, par une route flagrante de raisonnement ou de calcul, il franchissait l'obstacle important. Le spectacle de ces vains périlleux qui arrivent au but en sautant les règles suivant lesquelles la raison de tous les hommes est tenue de marcher, révèle à notre admiration stupéfaite ce que s'est été un génie ; l'étude des œuvres de Fresnel nous réserve souvent, elle aussi, de pareilles surprises. La meilleure manière de marquer

cette admiration pour de tels génies, c'est de refaire leur œuvre après eux, en nous conformant aux lois connues de la Logique : c'est de tracer, pour parvenir au sommet qu'ils ont découvert, une route sûre dont les contours délimitent les précipices qu'ils franchissaient d'un bond. Telle a été, à l'égard de l'audacieuse et déconcertante électrodynamique de Maxwell, la tâche accomplie par Helmholtz.

D'autres, qui se sont crus meilleurs disciples de Maxwell parce qu'ils ont été plus serviles, ont agi d'autre manière. Les équations que Maxwell avait obtenues par d'inaudables argumentaires, ils ont proposé de les admettre d'emblée, sans chercher d'où elles étaient venues, comme des postulats, disons mieux, comme des définitions, puisque des grandeurs diverses qui figurent dans ces équations, ils ne donnaient pas d'autre définition que ces équations elles-mêmes. Ainsi ont fait et proposé de faire Hertz, Cohn, Heaviside<sup>10</sup> et, peut-être, Boltzmann.

C'est parce que nous n'avons voulu renoncer ni au témoignage des sens ni aux lois de la raison que nous n'avons craint de lutter contre la théorie de Maxwell, en faveur de la théorie de Helmholtz. Nos efforts ont-ils été vains ? Reconnaissons-le franchement, ils sont demeurés sans aucun effet : on ne les a ni approuvés ni blâmés ; nul n'en a tenu compte. Le raisonnement n'a point de prise sur qui déclare qu'il ne se soucie pas d'avoir raison. Or, une admiration débridée pour l'œuvre de Maxwell a, chez nombre de physiciens, engendré cette opinion : il importe peu qu'une théorie soit logique ou absurde ; on lui demande seulement de suggérer des expériences.

Si cette opinion devait être générale et définitive, nous aurions singulièrement gaspillé notre vie, puisque nous l'avons consacrée tout entière à défendre une doctrine aussi rigoureuse, aussi exactement maintenue que possible.

Mais au jour héraud, n'en doutons pas, où l'on reconnaîtra que la tâche unique de la théorie physique n'est pas de suggérer des expériences ; que ce n'en est même pas le rôle principal ; qu'au bout tout, la théorie a pour but de classer et d'ordonner le chaos de faits que l'expérience nous a révélés ; ce jour-là, on reconnaîtra que l'œuvre électrodynamique de Helmholtz était vraiment une belle œuvre et que nous avons bien fait de nous y tenir. La Logique peut être patiente, car elle est éternelle. »

### Contre Einstein

Ce ne sont pas tout à fait les mêmes raisons qui ont conduit Duhem à refuser la théorie de la relativité. Chez Maxwell, c'est la

méthode qui est condamnée, chez Einstein, c'est plutôt le « son-son ». Malheureusement, Duhem n'a pas vécu assez longtemps pour connaître les travaux expérimentaux qui apportaient les preuves de la pertinence et de la valeur des théories d'Einstein... Cela eût-il modifié son attitude? Rien n'est moins sûr... Mais le caractère « crucial » de ces expériences aurait sans nul doute provoqué de nouvelles interrogations chez l'épémériste et de nouveaux arguments.

— Le seul ouvrage dans lequel l'auteur de la *Théorie physique* donne son opinion sur ce qu'il appelle la « Physique nouvelle » est publié en 1915. Il y reproduit des conférences sur la Science allemande données à Bordeaux sous les auspices de l'Association catholique des Étudiants de l'Université. Au-delà de l'aspect militant des interventions de savant, destinées à mobiliser la jeunesse française contre l'Allemand, on y discute des idées développées ailleurs et depuis fort longtemps par Duhem, relatives aux caractères particuliers de l'évolution scientifique des nations européennes, formulées dans la *Théorie physique* dix ans auparavant. Pour Duhem le problème est celui de l'« esprit géométrique », à l'égard duquel il manifeste une méfiance extrême, notamment lorsque les condi-



Albert Einstein (1879-1955) au début de sa vie.

sons, auxquelles aboutissent ceux qui le pratiquent, bouleverses — et c'est le cas pour la théorie de la relativité — ce que Dubem appelle le « sens commun », notions pour le moins fort mal définies dans le domaine scientifique. Dubem donne son opinion sur la relativité en 1915, dix ans après la publication des premiers travaux d'Einstein, quatre ans avant la vérification spectaculaire du bifrac-tion des théories de la relativité générale. La mise en évidence d'une déviation de la lumière dans un champ gravitationnel — celui du soleil — le 29 mai 1919, par l'astronome anglais Eddington<sup>8</sup>, donnait des résultats conformes aux calculs d'Einstein. Cette nouvelle cosmologie, née de la nécessité de dépasser les contradictions qui avaient plongé la physique dans une véritable crise, trouvait là sa justification et mettait un terme aux doutes des physiciens. Ces interrogations provoquées par l'expérience de Michelson<sup>9</sup>-Morley<sup>9</sup>, dont l'échec « démontrait la constance de la vitesse de la lumière dans tous les systèmes de référence galiléens, étaient donc levées. Les observations d'Eddington installaient définitivement la physique nouvelle dans le champ des théories incontestées sur des bases peu conformes au fameux « sens commun » de Dubem, physicien peu incliné aux valeurs relativistes. Il écrit dans *La Science allemande* :

« La physique nouvelle ne s'est pas contentée d'entrer en conflit avec les autres théories physiques et en particulier avec la mécanique rationnelle ; la contradiction avec le sens commun ne l'a pas fait reculer.

[...] Les deux notions d'espace et de temps semblent, à tous les hommes, indépendantes l'une de l'autre. La nouvelle physique les unit entre elles par un lien indissociable. Le postulat qui noue ce lien et qui, vraiment, est une définition algébrique de temps, a reçu le nom de principe de relativité ; ce principe de relativité d'ailleurs, est si précisément une création de l'esprit qu'on ne saurait, en langage ordinaire et sans recourir aux formules algébriques, en donner un énoncé correct.

De moins peut-on montrer, en tirant une des conséquences du principe de relativité, à quel point la liaison qu'il établit entre la notion d'espace et la notion de temps heurte les affirmations les plus formelles du sens commun.

Entre la grandeur du chemin parcouru par un corps mobile et le temps qui dure ce parcours, notre raison n'établit aucun rapport nécessaire : quelque long que soit un chemin, nous pourrions imaginer qu'il soit décrit en un temps aussi petit que nous voulons ; si grande que soit une vitesse nous pourrions toujours concevoir une vitesse plus grande. Sans doute, cette vitesse plus grande pourrait être, en fait, irréalisable ; il se pourrait

qu'aucun moyen physique n'existât actuellement qui fût capable de lancer un corps avec une vitesse supérieure à une limite donnée ; mais cette impossibilité, borne imposée au pouvoir de l'ingénieur, n'aurait rien d'une absurdité infranchissable à la pensée du théoricien.

Il n'en est plus de même si l'on admet le principe de relativité tel que l'ont conçu un Einstein, un Max Abraham<sup>4</sup>, un Minkowski<sup>5</sup>, un Lorentz<sup>6</sup> ; un corps ne saurait se mouvoir plus vite que la lumière ne se propage dans le vide ; et cette impossibilité n'est pas une simple impossibilité physique, celle qu'entraîne, pour un effet, l'absence de tout moyen apte à la produire ; c'est une impossibilité logique ; pour un tenant du principe de relativité, parler d'une vitesse qui surpassât celle de la lumière, c'est prononcer des mots qui sont dénués de sens, c'est contredire à la définition même du temps.

Que le principe de relativité déconcerte toutes les intuitions de sens commun, ce n'est pas, bien au contraire, pour exciter contre lui la méfiance des physiciens allemands. Le recevoir c'est, par le fait même, renverser toutes les doctrines où il était parti de l'espace, du temps, du mouvement, toutes les théories de la mécanique et de la physique, une telle dévastation n'a rien qui puisse déplaire à la pensée germanique... Si cette physique nouvelle, dédaigneuse du sens commun, heurte tout ce que l'observation et l'expérience avaient permis de construire dans le domaine de la mécanique céleste et terrestre, la méthode purement déductive n'en sera que plus fière de l'inflexible rigueur avec laquelle elle aura suivi jusqu'au bout les conséquences mineures de son postulat... Ainsi s'est faite la physique de la relativité, ainsi la Science allemande progresse fière de sa rigidité algébrique, regardant avec mépris le bon sens que tous les hommes ont reçu en partage. »

Dubois est loin d'être le seul à condamner ainsi les tenants de la physique nouvelle. Les conceptions d'Einstein ont mis du temps à s'imposer dans la communauté scientifique mondiale. A l'exception d'éminents spécialistes tels Lorentz en Allemagne, A. S. Eddington en Angleterre, Paul Langevin en France, il fallut en fait attendre les confirmations expérimentales de 1919 pour voir ces théories s'établir puis largement diffusées. Néanmoins, de longues années après, quelques universitaires, rarement physiciens, se consacraient après, quelques pamphlets comme Einstein... La lecture attentive de ces ouvrages démontre cependant que les véritables intentions des auteurs étaient peu de rapport avec les sciences physiques et qu'au-delà d'Einstein, c'étaient les idées nouvelles que l'on voulait ainsi indirectement rai-  
sonner et combattre au travers de la relativité.

« La condamnation des théories d'Einstein chez Duhem ne saurait être confondue avec les critiques dénuées par les autres de ses pamphlets. Par exemple, *Les hallucinations des Élévateurs* ou *les Erreurs de méthode chez les physiciens-mathématiciens*, (Christian Cornelissen, Blanchard, Paris, 1923) où l'on peut lire : « M. Einstein nous fait souvent penser, dans l'élaboration de ses idées et intuitions, à Karl Marx avec qui il a encore de commun la brillante imagination juïco-orientale... ».

Non, la critique de Duhem est autre. Le physicien avait bien analysé les théories et compris la signification des nouvelles propositions élaborées par Einstein. Les reproches ne portaient nullement sur la cohérence de la théorie de la relativité mais sur les fondements mêmes qui heurtaient les affirmations les plus formelles du « sens commun » à propos de l'espace et du temps. Les tentatives de Duhem destinées à ordonner les résultats obtenus à partir de recherches effectuées dans des domaines en plein essor tels l'électromagnétisme, la structure de la matière, et à les classer à l'intérieur de la théorie que le physicien entend construire, se sont avérées vaines. Au moment même où l'auteur du traité tente d'organiser le réel selon les méthodes de la physique classique, la structure et la conception traditionnelle de ce réel basculent ; seules les disciplines peu touchées par ces bouleversements vont se plier à la volonté du physicien-théoricien.

## Apport scientifique de Duhem

### *Le précurseur de la chimie physique*

Les sciences physico-chimiques sont, à l'évidence, celles qui se sont le mieux prêtées à la méthode de Duhem. L'énergétique a, dans ce domaine, démontré son efficacité. Selon Duhem, ce sont bien les méthodes de l'énergétique qui ont abouti aux résultats remarquables et « admirables » de Berthollet<sup>1</sup>, Sainte-Claire Deville<sup>2</sup>, Mosander et Gibbs. Dans son *Introduction à la Mécanique chimique*, publiée en 1895, Duhem fait d'abord référence aux travaux de Berthollet et plus précisément à l'*Essai de Statique chimique* qui date de 1803. Dans cet « admirable livre », Duhem découvre les fondements de la physico-chimie. Il considère la tentative de Berthollet, de réduire les phénomènes chimiques aux grandes lois de la mécanique newtonienne, comme « extrêmement pertinente. Cette tentative conduisit Berthollet à introduire pour la première fois en chimie la notion et le mot d'équilibre chimique, « magnifique exemple de la fécondité de cette idée », selon Duhem.

Ces principes formulés par Berthollet sont adaptés par Laplace — « voisin de Berthollet à Arcueil » — qui a d'ailleurs collaboré à l'*Essai de Statique chimique*. Nombre d'idées contenues dans ce dernier ouvrage se trouvent en germe dans la *Mécanique céleste* éditée en 1799 et dans l'*Exposition du système du monde* de Laplace<sup>3</sup>, publiée en 1796. Mais c'est à Sainte-Claire Deville que l'on doit, selon Duhem, les premiers résultats les plus remarquables. Dans l'*Introduction à la Mécanique chimique*, Duhem renvoie le lecteur aux travaux du grand chimiste sur la dissociation et les changements d'état publiés dans le *Journal de Physique* en 1812 :

« H. Sainte-Claire Deville allie avec persistance le parallélisme absolu, l'analogie complète entre le mécanisme des réactions chimiques et le mécanisme des changements d'état physiques. Cette analogie, il la fait octroyer à tous les yeux par le rapprochement de la tension de dissociation et de la tension de vapeur

saturation... Toutes les expériences de physique sur les changements d'état et de matière, écrivait Sainte-Claire Deville, ont un grand intérêt, parce qu'elles se rapportent directement au rôle que le chaleur joue le plus fréquemment dans les phénomènes naturels. Ces changements d'état sont très variés : ils sont caractérisés par des différences de densité, de forme cristalline, de couleur ; par la forme solide, liquide ou gazeuse ; par le fait que des corps hétérogènes sont ou mélangés ou combinés entre eux, etc. Si on les explique, comme on le fait aujourd'hui, en admettant le mouvement des molécules matérielles ou de l'éther, par la diminution ou l'augmentation des forces vives ou du travail dont ces molécules sont capables, si l'on tient compte des idées si rationnelles introduites par M. Macquorn Rankine dans la thermodynamique, on voit qu'il est fort utile de décomposer l'énergie potentielle correspondant aux changements d'état en autant de travaux potentiels qu'il y a de phénomènes particuliers correspondant au phénomène total que cette énergie accuse ou détermine...

[...] Je rappellerai, dans ce court article, les analogies que j'ai établies entre les phénomènes de la décomposition des corps complexes et les phénomènes de la vaporisation des liquides. Ils sont comme les uns comme les autres et cette continuité dans la décomposition de certains corps constitue la dissociation, et est comparable à la vaporisation.

Une façon d'appliquer à la chimie les grandes lois de la mécanique... et de préparer les travaux ultérieurs de Dubois sur la thermodynamique chimique dans une démarche que l'énergétisme oppose à celle de la thermo-chimie – notamment celle de Berthelot – qu'il juge réductrice. L'auteur du *Traité élémentaire de mécanique chimique, fondée sur la thermodynamique*, publié en 1899, rend à sa façon un hommage à Sainte-Claire Deville lorsqu'il écrit : « Pendant que s'édifiait le système thermo-chimique, Sainte-Claire Deville le détruisait pièce à pièce ». Les convergences ne se limitent pas à cela entre les deux hommes. On ne peut pas ne pas penser à Dubois lorsqu'on lit ce que disait Sainte-Claire Deville en 1851 à propos des atomes, dans les *Comptes Rendus de l'Académie des sciences* :

« Je n'admet ni la loi d'Avogadro\*, ni les atomes, ni les molécules, ni les forces, ni les états particuliers de la matière, refusant absolument de croire à ce que je ne puis ni voir ni même imaginer et j'avoue que si les combinaisons complexes se décomposent toujours avant de se vaporiser, je n'en serais pas autrement affecté. Mais le tout, c'est de le démontrer ».



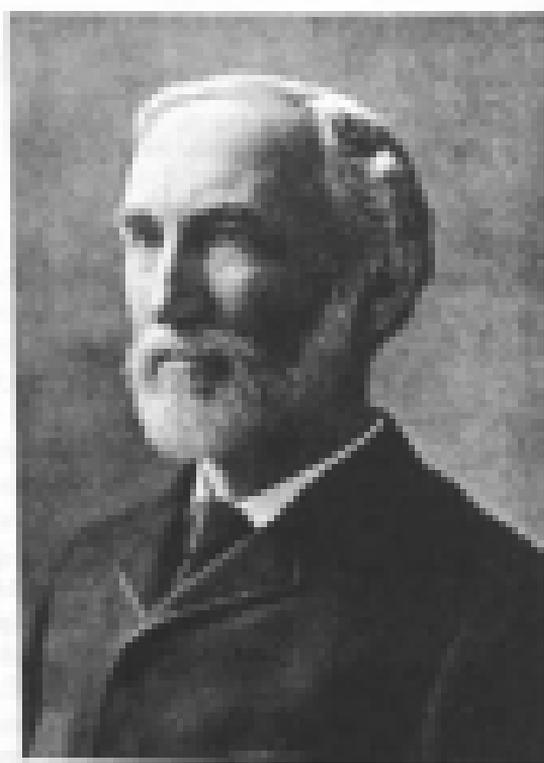
Une leçon de Sainte-Chaire Deville sur l'aluminium à l'École Normale Supérieure, Château de Lion-sur-Arques (Normandie)

Ajoutons que la communauté des chimistes français, y compris Berthelot, a longtemps refusé de reconnaître la réalité des atomes. Seul Wurtz fait exception. Il combatit avec acharnement en faveur de la théorie atomique — titre d'un de ses ouvrages publié en 1875 — et de son introduction dans les activités de recherche et d'enseignement de la chimie.

Mais c'est à Gibbs accourant que Dubois attribue l'essentiel de ses conceptions en matière de physicochimie. Il cite Gibbs dans de nombreux travaux et fait référence au mémoire capital publié en 1875 par le savant américain intitulé *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances*. Gibbs s'intéressait à la thermodynamique. Il avait une grande connaissance des mathématiques. Il s'attachait à énoncer l'application des principes de la thermodynamique à l'étude des alliages complexes et hétérogènes que l'on rencontre en chimie et en métallurgie. Derwald appelait Gibbs « le fondateur de l'énergétique chimique ». Rien d'étonnant à ce que Dubois ait été inspiré par les travaux de l'auteur de la fameuse règle des phases.

que Gibbs présentait dans la première partie du célèbre mémoire. Dès 1887, c'est-à-dire moins de douze ans après la publication du professeur de Yale, Duhem consacre une étude sur les travaux thermodynamiques de M.J. Willard Gibbs dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*. Pour qui a étudié l'œuvre de Gibbs et les débats sur les difficultés théoriques et les raccourcis mathématiques. Inévitables dans les développements proposés, il faut savoir gré à Duhem d'avoir apprécié à leur véritable valeur les travaux du physicien mathématicien américain, et d'en avoir assuré la diffusion en France notamment avec Henry Le Chatelier<sup>8</sup>, traducteur de l'ouvrage principal de Gibbs sous le titre : *Équilibre des systèmes chimiques*, publié en 1899.

Dès 1888, dans son premier ouvrage publié chez Hermann sous le titre *Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques*, où sont reprises les conclusions de la thèse présentée et relayée en 1884, Duhem met en évidence l'apport de Gibbs à la thermodynamique. Avec Le Chatelier qui regrette que la portée des travaux de Gibbs n'ait pas été immédiatement reconnue et que leur influence sur les



Josiah Willard Gibbs (1839-1903).

progrès de la science n'ait pas été ce qu'elle aurait dû être, Dubem fut l'un des très rares, et le plus éminent, porte-parole des idées de Gibbs dans la communauté scientifique française.

Parmi les chimistes français de renom, Henry Le Chatelier semble avoir été le seul à apprécier les travaux de Dubem. La lettre qu'il adressa à l'auteur de *Traité élémentaire de mécanique chimique* illustre à la fois l'intérêt porté par Le Chatelier à l'œuvre du professeur de Bordeaux et l'influence de Berthelot sur les chimistes français :

Paris, le 9 mars 1902

Monsieur,

Je vous suis très reconnaissant de l'envoi de votre *Traité élémentaire de mécanique chimique*. Si j'ai tardé aussi longtemps à vous en remercier, c'est que je n'avais pas encore pu trouver le temps de le parcourir. La tentative que vous avez faite de mettre à la portée des chimistes les principes généraux de cette science ne pourra être que très utile. Vous avez fait l'effort très méritoire pour vous de restreindre autant que possible les mathématiques et les polémiques personnelles, je ne doute pas que la prochaine fois vous n'arriviez à la perfection.

Cette fois cependant, je crois que vous auriez pu supprimer sans inconvénient toutes formules algébriques au sujet des résistances passives attendu que aussi bien la forme des fonctions que leurs paramètres sont complètement inconnus à l'heure qu'il est. Il est bien possible que tous les phénomènes que vous rattachez à l'hystérésis se rapportent beaucoup plus en réalité à la viscosité. En somme, nous ne savons rien de précis aujourd'hui sur ces questions et il vaut mieux avouer notre ignorance que la masquer derrière des symboles vides.

En ce qui concerne les polémiques, vous avez fait une sortie peu équitable pour ne pas oublier l'habitude de bîcher Monsieur Berthelot, sans le nommer, il est vrai, cette fois. Pour être juste, vous auriez dû renverser votre exposé, c'est-à-dire au lieu de proclamer la fausseté du principe en débutant, proclamer son exactitude en faisant remarquer qu'il suppose certaines conditions toujours remplies dans les expériences calorimétriques. Or si vous tenez à redresser quand même toutes les erreurs, il ne fallait pas passer sous silence celles de l'un de vos collègues de l'École Normale, éminent professeur de thermodynamique, qui a enseigné et imprimé pendant de nombreuses années que le principe en question était applicable en thermochimie parce que dans les conditions habituelles des expériences, le travail extérieur peut être

considéré comme très petit vis-à-vis de l'énergie chimique. C'est à dire ne se rendant pas compte que dans un cycle fermé le travail peut être rigoureusement nul. C'est une erreur de principe aussi grave que de formuler un principe empirique qui se trouve en somme être vrai dans tous les cas où on l'applique.

Sur l'ensemble de votre ouvrage, je regrette que l'on ne puisse se débarrasser de l'airâle si soufflé de la vieille thermodynamique classique, avec son entropie qui est d'un usage déplorable au point de vue de l'enseignement un peu élémentaire. Il est beaucoup plus simple d'introduire de suite la notion de force chimique ou potentiel.

Veuillez agréer, encore une fois, mes remerciements.

H. Le Chatelier.

La vieille thermodynamique classique, avec son entropie, allait pourtant connaître un destin glorieux que peu de scientifiques, à l'époque, imaginaient. Il faut rendre à Dubois cette justice : il est celui qui, en France, a approfondi, plus que tout autre, cette notion d'entropie, sans doute compliquée mais extrêmement féconde, utilisée pour la première fois en 1885 par Rudolf Clausius dans sa *Théorie de la chaleur* : « Je peffère, écrit Clausius, emprunter aux langues anciennes les noms de quantités scientifiques importantes, afin qu'ils puissent rester les mêmes dans toutes les langues vivantes ; je proposai donc d'appeler S l'entropie du corps d'après le grec *τροπή*, transformation... C'est à dessein que j'ai formé ce mot de manière qu'il se rapproche autant que possible du mot énergie car ces deux quantités ont une telle analogie dans leur signification physique qu'une certaine analogie de dénomination m'a paru utile. »

On doit également à Dubois l'utilisation des potentiels thermodynamiques dans les différentes disciplines de la physique-chimie. L'expression de ce potentiel en chimie, déterminé à partir des coefficients du mélange, fournie par Dubois dans le premier ouvrage cité, *Le potentiel thermodynamique* (1886) – et probablement dans la thèse refusée – constitue assurément un apport de l'œuvre de Dubois, même si la même relation apparaît dans l'ouvrage de Gibbs publié près de dix ans auparavant. L'équation est aujourd'hui présentée comme émanant de Gibbs-Dubois. Et pourtant cette contribution assure l'immortalité au scientifique français auquel on doit une démonstration mathématique extrêmement élégante de la relation de Gibbs, s'appuyant sur le théorème d'Euler\* appliqué aux fonctions homogènes.

Les lecteurs avertis connaissent bien cette équation qui permet de décrire l'état d'un système chimique, en phase ouverte, à partir des variables intensives suivantes :



Séminaire de thèse de Paul Saund, élève américain de Dubern.

$P$ , la pression

$T$ , la température

$\mu_i$ , les potentiels chimiques des constituants

et de

$n_i$ , nombre de moles de chaque constituant

$V$ , le volume

$S$ , l'entropie

L'équation de Gibbs-Dubern s'écrit :

$$S dT - T dp + \sum_i n_i d\mu_i = 0$$

et qui donne pour une transformation isobare et isotherme :

$$n_i d\mu_i = 0$$

$$\text{et } dG = \sum_i n_i d\mu_i \quad G : \text{enthalpie libre}$$

Gibbs reconnaissait en Dubern un disciple susceptible d'exploiter et d'enrichir ses propres travaux. Les deux hommes s'adressèrent leurs travaux respectifs. La correspondance entre Gibbs et Dubern, entre l'Université de Yale et celle de Bordeaux, se cessa qu'en 1903, à la mort du professeur américain.

Dubern a découvert Gibbs grâce à Jules Moutier qui fut son maître à Stanislas en 1879. Dans la notice sur les titres et travaux scientifiques que Dubern rédigea en 1913, à l'occasion de son élection à l'Académie des sciences, il ne manque pas de signaler ce qu'il doit à Moutier :

« Jules Moutier, qui nous fit aimer les théories de la physique, se plaisait surtout à nous entretenir des applications de la thermodynamique à la mécanique chimique ; de ces applications, alors toutes récentes, la première lui était due et il en avait donné de très importantes. Nos premières lectures furent donc celles d'écrits où la théorie de la chaleur servait à fixer les lois des réactions chimiques. Ainsi nous arriva-t-il d'étudier, alors que nous étions encore élève de Moutier, l'exposé de la doctrine de J. Willard Gibbs donné par M. Georges Lemoine<sup>2</sup> dans un *Exposé sur les équilibres chimiques* et le premier mémoire *Sur Thermodynamik chemischer Vorgänge*, que Helmholtz venait de présenter à l'Académie de Berlin. Ces ouvrages nous ont montré la voie sur laquelle nous nous sommes dès lors engagé pour ne plus la quitter. »

Jules Moutier, dont les travaux passèrent pratiquement inaperçus, n'en fut pas moins l'auteur d'une vingtaine de communications qui figurent dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences entre 1866 et 1880, la plupart d'entre elles couvrant la période de 1866 à 1879 et portant sur l'étude des quantités de chaleur qui accompagnent les transformations physiques et chimiques (phénomènes d'aimantation, de dissolution, de dissociation). Professeur au collège Stanislas, puis examinateur à l'École polytechnique, Moutier est l'auteur d'un ouvrage publié en 1885 sous le titre *La Thermodynamique et ses applications*, dans lequel se trouvent en germe les idées essentielles que Dubern reprendra, développera et exploitera.

Le rôle joué par Pierre Dubern dans la promotion de la chimie physique est indissociable d'une volonté de favoriser et de mettre en œuvre l'activité d'un courant « énergétiste » dans la science française. Courant spécifique, distinct par exemple de celui initié par Ostwald en Allemagne, dont Dubern appréciait mal les incursions dans le champ de la philosophie. Ainsi, Dubern ne s'engagea pas directement dans le vif débat qui opposa « énergétistes » et « matérialistes » à l'occasion de la publication dans la *Revue générale des Sciences* en 1895 de l'article d'Ostwald : *Le dévoué de l'atomisme contemporain*, auquel répondirent Cornu et Brillouin. Ses sympathies personnelles l'entraînèrent à défendre Ostwald ; néanmoins, le terrain sur lequel s'engageait l'affrontement ne pouvait converger aux orientations philosophiques du Français.

Dubern évita ainsi de verser dangereusement dans des débats qui relevaient, selon lui, davantage de la métaphysique que de la pratique scientifique de la physique.

### *Le pionnier de la thermodynamique des processus irréversibles*

Lorsque Dubern s'engage dans la réalisation de ses œuvres, l'énergétique, la conviction est largement partagée que la thermodynamique peut se contenter des résultats et des succès obtenus dans l'étude des conditions de l'équilibre. L'étude des systèmes hors équilibre fait appel aux notions de chaleur compensée et d'entropie qui semblent à la plupart des chimistes et des physiciens bien mal définies et mal précisées.

Le physicien contemporain Glasstone<sup>17</sup>, collaborateur de Prigogine<sup>18</sup>, avec lequel il a écrit de nombreux ouvrages, indique à propos de l'état des recherches en thermodynamique à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle :

« Ainsi, progressivement, la thermodynamique classique telle qu'on la désigne aujourd'hui, prenait la forme définitive d'une discipline achevée, tandis que les tentatives en faveur d'une théorie microscopique des phénomènes irréversibles, conçue comme discipline autonome basée sur les deux principes fondamentaux, devenait de plus en plus rares.

La théorie générale de l'équilibre, de ses caractéristiques et de ses conditions connaît un essor considérable, tandis que l'étude des processus irréversibles à laquelle le second principe n'apporte finalement qu'une contribution qualitative, fait simplement l'objet de recherches limitées et éparpillées qui sont le fait de pionniers. Ces travaux, notamment ceux de Dubern, ne présentent cependant pas un caractère suffisant de généralité pour qu'on puisse réellement parler à propos des phénomènes irréversibles d'une science véritablement nouvelle. On assiste néanmoins dans l'approche de Dubern, plus qu'une conviction, l'affirmation de l'existence d'un domaine inédit de recherche. »

En effet, dans la notice de 1913, Dubern traitant des modifications permanentes et de l'équilibre dont :

« La théorie du frottement et des faux équilibres constitue une des branches aberrantes qui se détachent de toute principale de l'énergétique : sur le même ton et au même point, vient

d'ajouter une autre branche aberrante, la théorie des modifications permanentes et l'hystérésis. En effet, en un système incapable de modifications permanentes, comme en un système affecté de frottements, il n'y a plus d'équation d'équilibre, plus de modification réversible; pourtant le Principe de Carnot<sup>8</sup> et ses conséquences ne sauraient être appliqués à un tel système avant que de hypothèses particulières n'en aient justifié et délimité l'emploi.»

L'étude de ces « branches aberrantes » devait connaître de très grands développements avec l'essor de la thermodynamique des phénomènes irréversibles. Bien entendu, lorsque Duhamel s'engage dans la construction de son énergétique, la voie des recherches sur les phénomènes irréversibles est déjà tracée. Dès 1855, Clausius a formulé la notion d'entropie et énoncé l'inégalité à partir de laquelle il définit la chaleur non compensée, c'est-à-dire la source d'entropie. Clausius avait formulé le Second Principe de la manière suivante: « Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu » (l'entropie de l'univers tend vers un maximum). Duhamel reprochait à cette formulation d'alimenter des « débats cosmologiques hasardeux ». Mais l'auteur de Duhamel démontre que l'auteur en avait mesuré l'aspect dynamique, lié à la notion de processus, comme cela devait être mis en évidence dans les développements ultérieurs de la thermodynamique.

L'étude macroscopique des systèmes thermodynamiques a permis de définir la fonction d'état  $S$  (entropie du système). Au cours d'une évolution élémentaire on peut écrire :

$$dS = d_e S + d_i S$$

$d_e S$  sera l'entropie échangée avec le milieu extérieur,  $d_i S$ , l'entropie créée au sein du système.

Quelle que soit cette évolution, l'entropie créée à l'intérieur du système est toujours positive ou nulle.

$d_i S \geq 0$  ( $T d_i S = dQ'$  représente la chaleur non compensée), l'égalité caractérisant une évolution réversible.

L'inégalité  $d_i S \geq 0$  définit un sens passé-futur.

Le comportement des systèmes macroscopiques impose et que l'on a coutume d'appeler la flèche du temps. La mécanique rationnelle et générale ignorait ce concept. Lorsqu'on remplace en effet dans les équations de la dynamique les variables  $t$  par  $-t$ , on inverse seulement le mouvement. Les modifications irréversibles, seules, font apparaître, avec la production ou source d'entropie, une direction privilégiée du temps. Cette approche nouvelle dans l'étude des phénomènes, en rupture avec les conceptions « symétriques » de la mécanique rationnelle, devait soulever, outre les discussions scientifiques, d'importants débats chez les philosophes eux-mêmes.

Cela avait donné une formulation judiciaire de cette notion (à ce temps) :

« Il ne faut pas oublier, lorsque nos assemblées sont choisies pour représenter les probabilités des événements dans le monde réel que, si les probabilités des événements subséquents peuvent être souvent déduites de celles des événements antérieurs, il est bien rare que les probabilités des événements antérieurs puissent être ainsi déduites de celles des événements subséquents, car il est rare qu'on ait le droit d'exclure la considération de la probabilité accidentelle des événements antérieurs. »

Toute la science de l'irréversible prend son origine dans l'évaluation des chaînes non compensées. Son développement devait aboutir à un classement de processus irréversibles étudiés en deux catégories principales. Les processus de la première catégorie sont liés à la non-uniformité du système, c'est-à-dire qu'ils sont provoqués par des gradients de paramètres intensifs. Les processus parmi lesquels figurent, par exemple, la conduction thermique sont appelés phénomènes de transport. L'autre catégorie comprend tous les phénomènes irréversibles dont un système uniforme peut être le siège. Les processus de cette catégorie, dont les réactions chimiques fournissent l'exemple le mieux connu, sont appelés phénomènes de relaxation.

On doit à Duhem les premiers calculs de chaleur non compensée relatifs à des phénomènes de transport. Ils datent de 1911. C'est à Dondor<sup>2</sup> que l'on doit le calcul explicite de la chaleur non compensée relative à une réaction chimique, phénomène de relaxation. Les premiers travaux de Dondor à ce sujet datent des années 1928. Les travaux de Duhem se situent donc dans la toute première phase de l'étude des phénomènes irréversibles à l'aide des méthodes de la thermodynamique macroscopique.

Dans la théorie de la thermodynamique, les états d'un système dans un environnement contrôlé (système et environnement constituant l'objet d'étude) sont définis de la manière suivante :

L'environnement est soumis à un certain nombre de contraintes fixes par l'observateur. Le système est alors le siège d'un ensemble de réponses mesurées par l'observateur. Des transferts s'effectuent entre système et environnement (flux). L'état d'équilibre est atteint dans les conditions suivantes :

— Réponses indépendantes du temps. Tous les flux sont nuls. La source d'entropie est nulle.

— L'état stationnaire est réalisé lorsque les réponses sont indépendantes du temps. Un flux au moins n'est pas nul. La production d'entropie est minimale.

— L'état d'évolution ou état transitoire. Les réponses dépendent du temps. Les flux ne sont pas nuls.

— Dans les cas d'évolution proches de l'état d'équilibre les forces et les flux généralisés dont le produit représente la source d'entropie, sont proportionnels ; nous avons affaire à la thermodynamique linéaire des processus irréversibles. Au voisinage de l'équilibre, le lien le plus simple que l'on puisse établir est le lien linéaire et homogène.

Cette méthode, comme l'indique Glansdorff, présentée dans un formalisme rigoureux, devait connaître par la suite des développements considérables, sous l'influence de ses nombreux disciples formant l'École thermodynamique de Bruxelles. À la suite de ces travaux, la production d'entropie prend la forme plus concise et plus générale d'une expression bilinéaire essentiellement positive du type

$$J_1 X_1 + J_2 X_2 + \dots \geq 0$$

entre les divers courants (flux)  $J_i$  et forces généralisées  $X_i$  du système.

C'est au norvégien Onsager que l'on doit, à partir de l'hypothèse de la proportionnalité des flux aux forces généralisées que Dehm et Dondor avaient implicitement admises, les relations de réciprocité vérifiées par les constantes phénoménologiques.

Dans l'expression  $J_i = L_{i1} X_1 + L_{i2} X_2 + \dots$

les coefficients  $L_{ij}$  vérifient la relation :

$$L_{ij} = L_{ji} \quad i \neq j$$

Toutes ces relations sont à la base du développement de la thermodynamique linéaire des processus irréversibles au voisinage de l'équilibre. Loin de l'état d'équilibre, cette proportionnalité disparaît. L'étude des évolutions loin de l'équilibre constitue la thermodynamique non linéaire des processus irréversibles.

À propos de l'apport de la notion et des calculs de la chaleur non compensée, dans l'introduction de l'ouvrage consacré à l'École thermodynamique des phénomènes irréversibles, Prigogine écrivait en 1947 :

« La chaleur non compensée... est liée directement à la production d'entropie dans un système siège de phénomènes irréversibles. C'est Pierre Duhem qui, le premier, réalise l'importance de la chaleur non compensée et calcule dans son grand ouvrage *Énergétique* (1911) sa valeur explicite dans le cas de la conductibilité thermique et de la viscosité. Il ajoute, plus loin, à ce propos : Ces travaux n'eurent que très peu de retentissement et on peut dire que le véritable développement de la thermodynamique

des phénomènes irréversibles commence avec les recherches fondamentales de Dondet relatives aux réactions chimiques irréversibles. »

Dans un ouvrage paru en 1977 sous le titre *L'irréversibilité, jugement de la stabilité du monde physique*, Francis Far écrit :

« Déjà Clausius, avec sa "transformation non compensée" (1865) avait commencé à dégager le concept de génération d'entropie. Le premier calcul explicite (pour les irréversibilités de viscosité et de conductibilité thermique) est dû à Dubhem. Mais le concept général n'a été pleinement mis en lumière que par les écoles belge et hollandaise dans l'entre-deux-guerres. »

Plus que la conscience claire du développement de la Thermodynamique des processus irréversibles, l'œuvre de Dubhem révèle à la fois les limites et les insuffisances de la thermodynamique classique et la nécessité d'une énergétique nouvelle dont l'auteur trace les grandes lignes et définit les orientations prioritaires. Et l'auteur du *Traité d'énergétique ou de thermodynamique générale* réalise, à partir de là, des percées intéressantes dans l'étude et l'interprétation de certains phénomènes irréversibles liés au frottement, à la viscosité, à l'hystérésis et aux déformations permanentes. C'est là un immense pas dans l'histoire d'une science qui est en train, depuis Clausius, de définir ses bases et l'objet de son étude. On pourrait néanmoins reprocher à Dubhem d'avoir consacré trop de temps à des études qui se sont avérées peu fécondes, par exemple celles des déformations permanentes. L'énergétiste engagea trois de ses disciples à travailler sur ce thème : Marchis sur les modifications permanentes du verre et du déplacement du zéro des thermomètres, Lenoire sur les déformations permanentes des fils métalliques et Chevallier, préparateur dans le laboratoire de physique à la faculté des sciences de Bordeaux, sur les variations permanentes de la résistance électrique des fils platine-argent. Les deux premiers travailleront loin de leur directeur de thèse. Marchis se trouve à Caen entre 1892 et 1896 alors que Dubhem se trouve à Lille entre 1892 et 1894, à Rennes de 1894 à 1896 et enfin à Bordeaux. Lenoire travaille à Lille au laboratoire de chimie de l'École des Hautes Études Industrielles de l'Université entre 1897 et 1900, au moment où il prépare sa thèse. Ces situations similaires d'éloignement de leur directeur de thèse imposent aux deux futurs docteurs de préciser en détail, dans les lettres nombreuses adressées à Dubhem, non seulement les travaux et les résultats obtenus, mais encore les difficultés rencontrées du point de vue expérimental dans leurs laboratoires respectifs. Les correspondances parallèles apportent des informations « de première main »

sur les conditions de travail scientifique, à l'époque, dans des laboratoires de secteurs différents de l'Enseignement supérieur (Marchis dans l'Université publique, Lemoine dans une Université catholique). En outre, la correspondance de Marchis (y les familles, semble-t-il, que Lemoine avec Dubern, et portant des jugements analogues à ceux du maître sur les événements de l'époque) fournille de détails pittoresques sur la vie de la communauté scientifique et également sur l'ensemble des préoccupations des Français, en cette fin de siècle.

Les trois lettres successives adressées les 17 septembre, 1<sup>er</sup> octobre et 15 octobre 1899 par Marchis à Dubern, extraites d'une riche correspondance, construisent à ces divers points de vue des tableaux éclairants :

Lille, le 17 septembre 1899

Mon cher Monsieur Dubern,

Voudriez-vous écrire à Liège pour savoir si je puis aller pendant huit jours au laboratoire de Drexhausers-Dery ? Voudriez-vous demander si le professeur ou un assistant pourra me montrer en détail l'état d'une machine à vapeur tel qu'on le pratique dans ce laboratoire et me donner le maximum de renseignements possible. Je sais bien que 8 à 10 jours, c'est peu ; mais je ne puis faire un plus long séjour. D'ailleurs j'arriverai là-bas après le lire ouvrages de Drexhausers ; je pourrai donc peut-être en très peu de temps avoir au moins une idée générale. Si on devait me faire passer à Liège sans rien me donner que de me montrer l'installation, je préférerais ne pas y aller. Je serai prêt à faire le voyage à partir du 5 octobre. Je me suis complètement remis au travail, mais je n'ai pu encore voir d'installations mécaniques (...) J'ai vu Lemoine hier ; il m'a promis de faire son possible et de me mettre en relations avec Witz. Je serai peut-être plus heureux de ce côté. Si je me présente chez divers industriels sans lettre d'introduction, on me riera, on me montrera en gros l'installation et ce sera tout. Ce n'est cela que je ne veux pas ; il me faut pouvoir filer dans l'usine. C'est pour cela que je vous serais reconnaissant de bien présenter à votre correspondant de Liège dans quelles conditions je voudrais y aller pour que cela me soit de quelque utilité. Si d'ailleurs vous pensez qu'un séjour de huit jours serait trop court, dites 15 jours ; je ferai volontiers un sacrifice pour être à la hauteur du tour que je me propose de faire.

Vous avez certainement comme moi pu avoir un soupçon de soulagement en apprenant le jugement de Rennes. Quoi qu'on en dise maintenant, il sera difficile de réhabiliter Dreyfus. Mais c'est

**LEAD BY FRANCIS DE**  
 LEAD BY FRANCIS DE  
 LEAD BY FRANCIS DE  
**MANIFESTATION**  
 LEAD BY FRANCIS DE  
**ACTIVE NIBBLE**  
**FRANCIS DE PRESENSE**  
 LEAD BY FRANCIS DE  
**LEAD BY FRANCIS DE**  
 LEAD BY FRANCIS DE  
**LEAD BY FRANCIS DE**  
 LEAD BY FRANCIS DE  
**LEAD BY FRANCIS DE**

C'est avant de la défense de Dreyfus qui se situent le parti des « intellectuels » et qui le met dans l'usage courant.

En 1906, le Congrès de la défense contre la condamnation de Dreyfus, qui est érigé dans l'armée, prime et abonde. C'est le fin officielle de l'affaire, mais l'assiduosité même vivante jusqu'à la fin de la 1<sup>re</sup> République.



conclusion de l'Affaire a pu éclairer les Français sur les sympathies de l'Europe et sur la puissance des Juifs. L'hypocrisie anglaise s'est donné libre cours ; elle a même été un peu loin. Les journaux inégalement dirigés commenceront à la trouver un peu si j'en juge par un article virulent paru ce matin dans la *Petit Girondin* contre l'hypocrisie anglaise ; le rédacteur aurait pu généraliser et dire l'hypocrisie protestante. Je crois que Loubet a dû faire plutôt mauvaise mine, lui qui avait dit dans son discours de Rambouillet que tout le monde devait s'incliner devant l'Alsie ; il comptait un acquiescement en disant cela. Enfin le cauchemar va peut-être bientôt finir... Nous assisterons d'ici peu à la distribution des récompenses ; le ministre doit bien cela à ses amis avant de s'en aller. Avez-vous vu l'attitude prise par Poincaré ? Faut-il qu'il grille d'envie soit d'être décoré soit d'entrer à l'Institut ? Et il a fallu que Poincaré mette encore son nez dans cette affaire. Tout cela est fort triste, bien que très instructif.

J'ai vu ces jours-ci M. Gosset qui m'a chargé de toutes ses amitiés pour Mme Duhem et pour vous.

Edmond envoie à Hélène ses meilleurs baisers ; ma femme et moi nous adressons à Mme Duhem nos meilleurs vœux de bonne santé.

Cordialement à vous,  
Machin

Lille, le 2<sup>e</sup> octobre 1899

Mon cher Monsieur Duhem,

J'ai reçu ce matin une lettre de M. Duchschaever-Dery qui me dit qu'à partir du 15 courant il se tiendra entièrement à ma disposition. Voici dès lors l'itinéraire que je me suis choisi.

Je partirai avec Edmond et sa maman le 18 pour aller à Oudé chez l'oncle de ma femme ; j'y resterai là jusqu'au 23. Je partirai alors pour Liège par Bruxelles. Je repartirai de Liège le 24 ou le 25 pour rejoindre ma femme à Abbouville chez son frère ; j'en repartirai pour être le 1<sup>er</sup> novembre à Bordeaux. Je vous écrirai de Liège afin de vous donner mon adresse dans cette ville.

J'ai pu enfin avoir des autorisations pour visiter les mines et cela grâce à M. Lenoir qui a été très aimable.

Mardi j'ai passé une partie de la journée chez Dejean où on m'a fait voir depuis A jusqu'à Z toutes les pièces d'une machine à vapeur. Vendredi matin j'ai passé la matinée avec M. Lecombe, constructeur d'une machine à gaz. Cette visite m'a beaucoup servi. M. Lecombe a fréquenté autrefois la faculté des

sciences de Lille ; il a même, m'a-t-il dit, suivi votre cours de géo sur la thermodynamique. Grâce à cette formation un peu spéciale à la mine, j'ai pu mieux le suivre que les autres ingénieurs. Car, il faut bien vous le dire, je commence à me faire au jargon ingénieur ; mais quant au raisonnement ingénieur, il me dépasse encore ; ces gens-là raisonnent d'une manière fantastique. Donc M. Lecombe raisonnant un peu mieux que les autres et parlant un peu plus français, j'ai pu le suivre. Il construit un moteur vraiment remarquable comme marche ; il m'a fait voir un moteur de 50 chevaux qui est un véritable bijou de construction. Il paraît que les Allemands vont construire des moteurs à gaz de 200 à 300 chevaux ; nous sommes encore en retard de ce côté.

M. Lecombe me fera visiter mardi prochain l'atelier des machines de l'usine de Fives-Lille. J'aurai donc une idée de ce que sont la machine à vapeur et la machine à gaz.

Hier matin je suis allé voir M. Witz. Lecombe s'était mis en tête de me présenter, croyant que je retirerais quelque chose de la conversation avec ce monsieur. Or je suis resté une heure dans le cabinet de M. Witz et malgré toute la diplomatie dont je suis capable, je n'ai pas pu lui tirer un seul renseignement. Chaque fois que je le mettais sur le chapitre machine à vapeur, il ricanait faiblement et parlait d'autre chose. Je n'ai même pas pu obtenir de lui qu'il m'indiquât dans la région une installation remarquable de machine à vapeur. Il m'a voulu rien, absolument rien me dire. Il a semblé tout le temps craindre une concurrence quelconque dans ce domaine où il est le maître incontesté dans le Nord. Donneur d'eau béate de cœur, il est cependant très dur pour ceux qui s'occupent de moteurs thermiques.

Il m'a dit pis que pendre de Dewilshauwers-Dery et de Lalouère. En somme j'ai perdu mon temps ; mais j'ai ri en sortant car ce pauvre M. Lecombe qui assistait à la conversation a eu devoir me faire des excuses pour le tour que nous avons fait. Je l'ai consolé de sa déconvenue en lui disant que je m'attendais un peu à cette réception. A propos de M. Lecombe, il va répéter devant moi une série des expériences qu'il a faites en vue de sa thèse. J'ai déjà vu son installation et les précautions qu'il a prises ; il a travaillé avec beaucoup de soin et ses résultats méritent d'être considérés comme sérieux.

Je ne m'étonne pas de l'impression de tristesse que vous avez dû ressentir en constatant l'ambiguïté du Midi. Mais ne croyez pas que le Midi soit le seul pays sur lequel la gangrène se soit répandue. Le Nord ne vaut guère mieux. Par une flèche foudroyante et maligne des socialistes, le nationalisme et le catholicisme sont deux mots synonymes. On ne peut pas être amblyopique

sans être cléricale; on ne peut pas crier "Vive l'Armée" sans être un suppôt de sacrifice. Dans les milieux ouverts ou même bourgeois de Lille, Dreyfus est le nouveau Christ. On a du militaire un mépris et une haine tout à fait incompréhensible. Q. de Beaurepaire avait bien raison de dire que l'on verrait la fin de l'Affaire Dreyfus mais que l'on ne verrait pas de tels disparaitre l'état d'esprit qui s'appelle le dreyfusisme.

Je crains que notre pauvre pays ne soit encore plus malade qu'il ne le semble. Un indice déplorable, c'est le rôle qui se fait dans les milieux parlementaires autour d'hommes comme Billau.

Quant aux instituteurs, cela ne m'étonne pas qu'ils soient tous dreyfusards. Ces magistrats de village sont dérangés du désir de jouer un rôle; c'est toujours l'orgueil, le mauvais orgueil qui entre en jeu. Et puis remonter à l'origine de leur formation; les professeurs d'École Normale sont les êtres les plus pédants et les plus suffisants que je connaisse. On leur a appris un peu de tout et naturellement ils s'imaginent avoir la science infuse; ils sont prêts à discuter de tout avec une égale incompréhension. On la plupart de ces professeurs sortent de Saint-Cloud où ils ont été péchés par les mains des Pérou et des Buisson. Ils ont appris à parler sur n'importe quoi et sont imbus de l'intolérance des petites églises protestantes. Comment voulez-vous qu'après tout cela les pauvres instituteurs aient un grain de bon sens dans la tête? Ajoutez de plus qu'on s'occupe toujours d'eux, qu'on leur fait faire des conférences et donnez-vous après cela qu'ils jouent aux professeurs de faculté au petit pied. On médit avec raison des gouvernements de curés, mais je doute que les gouvernements de magistrats et d'avocats valent mieux. Mais je m'arrête dans mes critiques; je deviens un gâbler de Haute-Cour.

Edmond envoie à Hélène ses meilleurs baisers; nous adressons tous à Mme Duberné nos respectueux hommages.

Cordialement à vous,

Marché

J'ai relevé dans le *Statuten* de la Société Anonyme quelques mémoires intéressants; me permettra-t-on de les demander à Durand pour le laboratoire?

Lille, le 13 octobre 1899

Mon cher Monsieur Duberné,

Je viens de voir M. Dreyfus-Duberné. J'ai été très bien reçu. Demain et mardi je ferai ma partie dans un essai de machines. Je dis ma partie parce que nous sommes une dizaine autour de

patron pendant un essai. Je suis préposé demain avec l'assistant à la prise des diagrammes et au planimétrage. De mercredi à la fin de la semaine j'assisterai le patron dans un démontage de la machine et dans le commencement d'une expérience qui sera continuée plus tard. Je crois que mon séjour à Liège me sera très profitable. S'il me fallait faire un long séjour je pourrais trouver le brave homme un peu crampou. Aujourd'hui dimanche il m'a tenu dans son laboratoire de 10 h du matin à 1 h 1/2 de l'après-midi. A partir de midi et demi, l'estomac commençait je vous l'avoue à réclamer, mais il m'a fallu absorber un tas d'histoires qui n'avaient que peu de relations avec le sujet pour lequel je suis venu. Enfin si dans le tas je ramasse beaucoup de choses j'en serai content. Seulement je devrai en rentrant en France soigner mon estomac, car depuis huit jours la cuisine flamande le soumet à un sensible exercice.

Mon séjour en Belgique n'est pas pour me faire aimer Dreyfus. Je vais annoncer sur tous les murs des pièces où l'on fait son apothéose et où l'on batoue nos généraux. Le théâtre flamand de Gand a été inauguré par une telle pièce. J'aurai de ce côté beaucoup de choses à vous raconter en rentrant. Aussi, comme je ne puis rien dire, je rétablis l'équilibre en lisant la *Libre Parole*. Jeudi dernier j'ai failli me faire empoligner par un Yeuxse au moment où je l'accusais à la gare de Gand. Heureusement qu'il s'est remis quand je lui ai demandé ce qu'il me voulait; j'avais déjà la main levée pour lui en coller un bon coup. Ma voyez-vous rrouchoit en France entre deux gendarmes belges! Ici je ne vais penser qu'à la machine à vapeur, cela me calmera surtout si Dredshaverre me soumet au jéisme.

Tous mes hommages à Mme Dubern, un bon baiser à Hilbre.

Cordialement à vous,

Marchis

Hôtel de Dinant, Liège.

Je vous raconterai une histoire de Construction d'Institut zoologique dans laquelle il est montré que les docteurs belges valent les autres. »

La lettre adressée par Lenoir le 4 janvier 1897, dans laquelle il remercie Dubern de diriger ses travaux de thèse, illustre les difficultés rencontrées par le jeune chimiste — il enseigne à cette époque à la faculté des sciences de l'université catholique de Lille.

Lille, le 4 janvier 1997

### Local

« [...] Je suis installé dans une cave, sous mon laboratoire, lequel est éloigné d'une vingtaine de mètres des murs extérieurs de notre bâtiment.

Les parois de cette cave sont formées de murs épais, enerts jusqu'à une hauteur de 2 mètres et toutes les ouvertures sont munies d'une double obture, de telle sorte que les variations de température sont peu considérables. D'ailleurs, un poêle Morsy chauffé par un Bensen commandé par deux régulateurs, permet d'y maintenir une température constante. Les produits de la combustion sont conduits au dehors par une série de tuyaux.

Toutes les lampes nécessaires pour ce travail ont été placées à l'extérieur, afin d'éviter l'élévation de la température et l'accumulation de la vapeur d'eau.

Dans la salle, se trouvent constamment plusieurs vases remplis de chaux vive.

A un endroit, le sol a été creusé, de cette façon on y dispose d'une hauteur de 3 m 30. Au même endroit, une forte pièce de bois a été scellée dans le plafond; elle supporte une armature qui sert à fixer les fils en expérience.

### Instruments

#### Le poids

1°) Un grand cathétomètre à 2 lunettes de la Société genevoise. Il est installé sur un bloc solide de maçonnerie. On peut, à l'aide de cet instrument, lire aisément le 12000<sup>e</sup> de millimètre et je pense qu'on peut répondre du 1/100<sup>e</sup> de millimètre, peut-être du 1/200<sup>e</sup>... La plus grande longueur qu'on peut mesurer est 1 mètre.

2°) Un mètre étalon en H de la Société genevoise, gradué sur le plan méridien, placé dans un support permettant de l'installer verticalement.

3°) Un poids de Wheatstone, de Carpesier, semblable à celui qui a servi pour établir la valeur de l'ohm légal, au Bureau International des Poids et Mesures. La résistance du fil à mesurer étant généralement comprise entre 1/2 ohm et 1 ohm, j'ai formé les résistances accessoires de fils de ferromagnétique de 1 mm de diamètre. La résistance de 1 mètre de longueur de ce fil est d'environ 1 ohm.

4°) Un galvanomètre aperiodique de d'Arsonval, très sensible. J'ai dû l'installer à plus de 2 mètres de distance des appareils afin d'éviter les phénomènes d'induction qui se produisent à une plus courte distance.

5°) Les fils, en expérience, sont attachés à un cylindre d'ébonite, qui est lui-même fixé à la ferraille du plafond. Pour prélever sur ce fil ainsi isolé une longueur constante pour la mesure de la résistance électrique, j'emploie des pincers en ferroux, de très large section, à mâchoires mobiles dans plusieurs sens, ce qui assure le contact parfait : ces pincers sont fixés sur des consoles en fonte, lesquelles sont boulonnées sur un solide madrier placé verticalement. Entre les pincers et les consoles, ainsi qu'entre les consoles et le madrier, se trouvent des plaques d'ébonite.

Dans chaque pincer a été tourné un godet dans lequel je place du mercure et au fond duquel je vissé les conducteurs qui servent à relier les pincers au poutre de Wheatstone : ces conducteurs sont en cuivre rouge, ils ont 1 centimètre de diamètre.

6°) Pour assurer l'immobilité du plateau suspendu à la partie inférieure du fil, pendant la charge des poids, et pour permettre sa mise en liberté d'une manière lente, afin d'éviter les oscillations, les auteurs avaient jusqu'à présent installé sur ce plateau des vis calantes. Je les ai remplacées par un plateau monté sur une poulie de tour. Le dessus du plateau est garni de feutre, la rose du tour est dentée, elle engrène avec un pignon commandé par une manivelle. Une rotation de 1° de la manivelle correspond à un déplacement de 1/1000<sup>e</sup> de millimètre pour le plateau.

Cet instrument fonctionne très bien et permet d'obtenir, en peu de temps, l'équilibre du fil. »

Ces correspondances nous informent également sur les difficultés rencontrées par les candidats dans l'avancement de leur travail. Dubern reconnaîtra plus tard la complexité de ce type de projet. Dans la Notice en 1913, il avoue : « Il ne semble pas qu'aucune théorie des modifications permanentes puisse attendre de l'expérience plus que (des) confirmations qualitatives et un peu vagues ».

Ces difficultés ne favorisèrent pas la promotion de l'énergétisme. Les jugements furent plutôt sévères de la part des physiciens et des chimistes reconnus et que Dubern sollicita à plusieurs reprises pour participer au jury des thèses de ses disciples. Voici comment M. Brillouin répondit à l'invitation de Dubern à juger du travail de Marchis sur les *Modifications permanentes du verre et le déplacement de zéro des thermomètres, zéro de sa thèse* :

« Faire mieux ne pas aller publiquement déclarer à un candidat qui vient de se livrer à un travail considérable, remarquablement soigné, digne de la plus haute estime comme travail métrologique, qu'il a perdu son temps et n'a pas fait œuvre de physicien... Je suis convaincu que tout ce soin, toutes ces heures

et accides de travail sont comme nuls et non avenue et que, de tout cela, il ne restera rien. » (Lettre adressée à Dubem le 2 février 1898.)

M. Brillouin avait été sollicité à la suite du refus de Dine de faire partie du jury de thèse de Marchis. Dine avait souhaité que Marchis s'intéressât, au-delà de l'aspect phénoménologique des modifications étudiées, aux causes elles-mêmes, en les cherchant par exemple dans des phénomènes de cristallisation. Il semble que Dine ait proposé même l'utilisation de la technique des rayons X pour mettre en évidence des cristallisations responsables de la disparition de la réversibilité au-dessus d'une certaine limite ; une telle suggestion ne semblait pas correspondre à la volonté de Dubem.

La thèse de Marchis fut finalement soutenue le 30 juin 1898 devant un jury présidé par Dubem, la commission étant composée par ailleurs de Gosart et de Vives (professeurs à l'université de Bordeaux). Il ne fait pas de doute que Dubem éproua quelque amertume à la suite de ces déboires successifs de deux « grands » de la chimie française, d'abord parce qu'il y voyait la « patrie » de Berthelot et son acharnement à réduire au silence les idées défendues par lui, ensuite parce qu'il avait souhaité donner un lustre particulier à ces thèses « provinciales », grâce auxquelles il pensait favoriser un essor nouveau des universités autres que la chère Sorbonne. Les réactions de Dine et de Brillouin confortèrent chez Dubem le sentiment qu'il était injustement victime de l'ostracisme et de la toute-puissance des « Pontifes de la science officielle en France ».

Lettelle soutint sa thèse à Bordeaux le 5 juillet 1900 devant un jury composé de Dubem, président, de Vives et de Marchis, devenu maître de conférences à la faculté des sciences de Bordeaux.

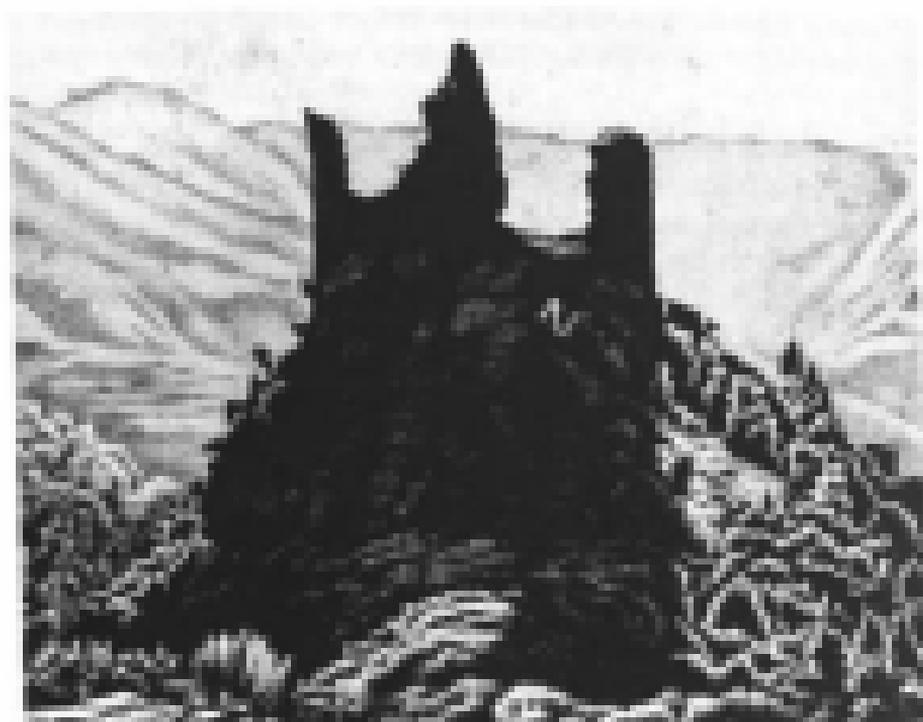
Ces succès n'apportèrent cependant pas, loin s'en faut, de confirmation éclatante de la fécondité de la méthode de Dubem. Elles ajoutèrent à la complexité des recherches effectuées, une lourdeur dans l'interprétation et le traitement théorique d'un appareil mathématique peu adapté. Néanmoins, rien n'autorise le rejet définitif d'une méthode qui, dans les autres cas d'irréversibilité, s'est avérée particulièrement intéressante.

## L'historien des sciences

*La méthode historique  
comme fondement de la théorie*

Tous les ouvrages, toutes les publications, toutes les communications scientifiques de Pierre Duhem débattent par un rappel historique destiné à préciser le cadre dans lequel se situe l'étude engagée, à « faire le point » en quelque sorte sur l'évolution du domaine considéré. Un bel exemple nous est fourni par un manuscrit inédit de Duhem intitulé : *Leçons sur les théories de la capillarité savée*, il y a peu, d'une disparition certaine en raison de l'incapacité de la fille de Duhem, Hélène, née en 1891, à prendre en compte et à valoriser le glorieux héritage de son père. À la suite de la mort brutale de Pierre Duhem, Hélène se retira à Cabrespine et conserva dans les combles et les greniers de la maison l'ensemble des archives et documents que le professeur de physique théorique de l'Université de Bordeaux avait accumulés dans sa résidence, rue de La Teste. Hélène n'eut pas le courage d'affronter les multiples obstacles rencontrés dans les milieux scientifiques bordelais pour maintenir au mieux la diffusion des travaux de Pierre Duhem. Hélène vécut jusqu'en 1974. Les archives, notamment ce fameux manuscrit, ont été retrouvées puis acquises par l'Académie des sciences quelques années plus tard.

Les *Leçons sur les théories de la capillarité* constituent une synthèse sans précédent des connaissances sur les phénomènes capillaires et la tension superficielle. Les sept premiers chapitres de l'ouvrage, qui en comporte vingt, sont consacrés à l'histoire des théories de la capillarité. Duhem résume et explique les travaux des auteurs antérieurs, ordonnant d'un côté ceux qui ont abouti à des lois expérimentales, de l'autre ceux qui ont tenté de déduire, à partir de ces lois, des synthèses ou théories physiques de la capillarité. Parmi ces derniers, Duhem cite l'œuvre de Clairaut<sup>17</sup> dont le mérite, indique-t-il, consiste en une admirable construction destinée à replacer les phénomènes capillaires dans le cadre d'une hydrostatique générale. Les travaux de Clairaut datent de 1743.



Le château de Coleroupin (dans la Montagne Noire), village où Dubois avait sa maison de campagne. (Devant de Dubois à l'entrée de Clém.)



Edmée, fille de Dubois.

A cette synthèse, Duhem oppose les travaux de Young<sup>9</sup> (1804) dont il dénonce la démarche fondée sur l'analogie faite entre la surface d'un fluide et la surface d'une membrane uniformément tendue :

« Par cette idée fondamentale, indique Duhem, la théorie de Young s'oppose entièrement à celle de Clairaut. Pour Clairaut, en effet, les phénomènes capillaires, conséquences des attractions qu'exercent entre elles les diverses particules fluides, peuvent subsister même dans un liquide supposé parfaitement homogène jusqu'aux surfaces terminales.

Cette opposition n'est pas de petite importance ; nous allons voir en effet naître d'elle un débat capital : tandis que Laplace et Gauss vont suivre jusqu'au bout dans ses dernières conséquences l'idée de Clairaut, Poisson vient leur objecter la théorie de Young largement développée. »

Ce que Duhem reproche à Young, puis à Poisson, c'est essentiellement la démarche analogique :

« Pour Poisson, les actions moléculaires ne permettent pas au liquide de rester homogène ; si, comme l'ont fait Laplace et Gauss, on néglige de tenir compte de ce changement de densité, on se met dans l'impossibilité de rendre compte des phénomènes capillaires. Pour expliquer ceux-ci, il faut avoir recours à l'étude des forces moléculaires, mais en tenant compte du changement de densité du liquide au voisinage des surfaces terminales. Cette manière de voir, intermédiaire entre celle de Laplace et celle de Young, est dénoncée par Poisson brièvement, mais nettement dans son *Mémoire sur l'équilibre des fluides*... reprise et largement développée dans sa *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, publiée à Paris en 1821.

[...] Il ne saurait rester aucun doute sur la valeur des principes employés par Poisson pour mettre en équation le problème de l'équilibre des fluides ; ces principes sont manifestement mauvais. Il nous suffira donc de dire qu'en admettant ces principes et en supposant que les liquides éprouvent des variations rapides de densité au voisinage des surfaces qui les terminent, Poisson est parvenu à retrouver l'équation de la surface capillaire et l'expression de l'angle de raccordement sous la forme donnée par Laplace, mais avec une signification des constantes fondamentales autres que celles qu'elles ont dans la théorie de Laplace. Ces calculs ont, pour nous, perdu tout intérêt puisque nous avons constamment les principes dont ils découlent. »

Dubois rejette la démarche de Poisson au profit de celle de Laplace et de Gauss. Ainsi, il déclare plus loin pour justifier en détail : « La théorie de l'équilibre des fluides incompressibles, développée par Laplace et Gauss, ne conduit à aucune contradiction mathématique. » L'étude précise de ces aspects historiques, à propos des théories de la capillarité, engagée par Dubois pousse à l'auteur de développer ses idées relatives à la fécondité mais aussi aux limites des raisonnements fondés sur l'analogie entre les phénomènes. Elle conduit également le physicien à valoriser la démarche théorique et l'analyse mathématique rigoureuse, face à ce qu'il qualifie de « vagues considérations indignes du nom de raisonnement ». On retrouve à propos des théories de la capillarité, chez Dubois, des arguments proches de ceux que l'auteur avait utilisés à l'égard des théories électriques, quelques années auparavant, dans son *Étude historique et critique des théories de J.C. Maxwell* :

« La complexité extrême de la plupart des questions de physique exige une attention très soutenue et très fatigante de celui qui veut traiter ces questions par des méthodes entièrement précises, dégagant nettement toutes les hypothèses et établissant d'une manière rigoureuse l'enchaînement des déductions. Soit par paresse, soit par hâte d'arriver au but, la plupart des physiciens se sont écartés de cette méthode pour se contenter d'aperçus et d'analogies. Ceux qui soutenaient le génie, Fresnel par exemple ou Faraday, n'en ont pas moins recueilli une riche moisson de vérité. Mais les hommes de moindre intelligence, en se privant de la sûreté garantie que l'appareil mathématique apporte à la logique, et sont condamnés à l'impuissance et à l'erreur et ils sont souvent parvenus à faire rétrograder la science.

C'est ce qui est arrivé pour la théorie de la capillarité. Elle a perdu cette rigueur et cette généralité que Gauss lui avait données pour devenir un amas confus de raisonnements par à peu près. »

Les critiques ainsi portées à l'égard de ceux qui n'ont pas voulu ou pu établir une nouvelle théorie de la capillarité, préparant le terrain à reconnaître dans la thermodynamique générale le cadre nouveau dans lequel les scientifiques doivent inscrire et classer les lois expérimentales. De l'avis de Dubois :

« Il existe une théorie dont les principes renferment comme un particulier, les principes de la mécanique rationnelle. Cette théorie constitue la thermodynamique. C'est à la thermodynamique que nous demanderons une méthode nouvelle pour établir les lois de l'équilibre des liquides ».

Pour Dubem, l'histoire des théories de la physique devient partie intégrante de la pratique scientifique. Cela est évident pour l'activité de recherche ; Dubem, directeur de travaux théoriques originaux, l'affirme. Cela n'est pas moins nécessaire à l'enseignement de la physique : Dubem, professeur, le confirme dans *La Théorie physique* :

« Comment [le maître] pourra-t-il faire embrasser du regard l'immense étendue du territoire qui sépare le domaine de l'expérience vulgaire, où régnaient les lois du sens commun, d'avec le domaine théorique, ordonné par les principes clairs ?... La méthode rigoureuse, sûre, féconde pour préparer un esprit à recevoir une hypothèse physique, c'est la méthode historique... Seule l'histoire de la science peut garder le physicien des feilles ambitions du dogmatisme, comme des désespérés du pythéisme ».

Paradoxalement, Dubem partage avec Langevin l'idée de l'importance de l'histoire des sciences pour le progrès même de la science, contre les dangers de « fossilisation » ou de la « stabilisation » des théories par dogmatisme. « Remonter aux sources, écrivait Langevin, c'est clarifier les idées, aider la science au lieu de la paralyser ». Et l'on sait l'immense effort consenti par Langevin, rationaliste moderne, en faveur de la promotion de l'histoire des sciences en raison de sa valeur éducative.

### L'histoire des théories de la physique

L'œuvre d'histoire des sciences de Dubem a peu intéressé les scientifiques. Les philosophes, en revanche, s'en sont emparés. C'est pour cette raison semble-t-il que, de l'œuvre de Dubem en cette matière, on connaît et on reconnaît essentiellement, et souvent méconnaît, l'immense travail, véritable monument de l'histoire des sciences des origines à la Renaissance : *Le Système de Aristote*, dont les quatre premiers tomes ont été publiés de 1915 à 1918, trois autres, sous le patronage de l'Académie des sciences, après la mort de l'auteur, en 1917, 1918 et 1919, et les trois derniers bien plus tard en 1956, 1957, 1958 grâce aux efforts déployés par son ami Alfred Deleurye.

Cette œuvre considérable, unique dans la production française en histoire des sciences, retracer le long cheminement de la pensée scientifique depuis les premiers balbutiements jusqu'aux grandes synthèses. Malheureusement, la mort prématurée de Dubem n'a permis l'achèvement de cette fresque qui, initialement, devait comporter douze volumes.

Les conditions dans lesquelles le physicien théoricien a été les documents nécessaires à la réalisation de cet ouvrage sont étonnantes. Il est difficile d'imaginer, dans la période contemporaine, l'énorme travail que représentait la collecte de textes et d'informations dans un monde où n'existait pas la photocopie et où les informations circulaient essentiellement par l'écrit ou la copie. Il semble que Dubem ait en effet recopié des ouvrages d'auteurs anciens, y compris grecs ou latins — ce qui suppose une maîtrise dévouée de ces langues acquise au cours de ses humanités au collège Stanislas — et qu'il ait consacré une grande partie de son temps à travailler dans les bibliothèques — notamment la bibliothèque municipale de Bordeaux, la bibliothèque de la faculté et la Bibliothèque Nationale à Paris, lorsqu'il lui arrivait, rarement semble-t-il, de s'y rendre. Il est probable que l'auteur du *Système du Monde* a également bénéficié des possibilités offertes par les établissements religieux, en raison des relations privilégiées qu'il entretenait avec la communauté catholique, pour consulter et collecter les archives qu'il y trouvaient.

Le *Système du Monde* et les travaux historiques de Dubem précédents ont suscité assez rapidement, contrairement à l'œuvre scientifique, l'intérêt de la communauté universitaire française. Au-delà des controverses qui, inévitablement, devaient naître de ce qui fut considéré comme une entreprise de réhabilitation de la pensée scientifique du Moyen Âge chrétien, jugé majoritairement comme une période d'oppression religieuse et d'indigence intellectuelle, nul cependant ne conteste l'apport remarquable et précis de la documentation rassemblée par Dubem dans l'étude des théories de la physique de l'Antiquité à la Renaissance.

En 1909, le professeur de Bordeaux reçoit le Prix Bressat qu'avait obtenu l'autre grand historien des sciences — et grand ami de Dubem — Paul Tannery en 1905. En 1915, à l'occasion de la publication du premier tome du *Système du Monde*, c'est le Prix de la Fondation Debrosses qui est attribué à Dubem. La reconnaissance vient également de l'étranger : de Pologne, où l'Université Jagellonne de Cracovie confère à Dubem, dès 1908, le titre de docteur en philosophie *honoris causa* ; d'Italie, où en 1912 le physicien théoricien est admis comme *socio-correspondente* de l'Accademia Pontificia di Scienze, Lettere ed Arti, avant de recevoir en 1915 le titre de *Socio onorario* de la Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti de Padoue.

Pourtant, Dubem n'a jamais songé à devenir historien des sciences. Bien que très favorable à la promotion de cette discipline dans les facultés des sciences — il avait soutenu Paul Tannery lorsque ce dernier proposa qu'une chaire d'histoire des sciences



En haut : vers la fin de sa vie.

filé collé à la Sorbonne dans les premières années du siècle. — Duberné s'est toujours proclamé physicien théoricien et, à ce titre seulement et nécessairement, historien des théories de la physique et non historien des sciences. La mécanique et la physique, pensait-il, ne peuvent oublier leur histoire, à moins de cesser de se considérer elles-mêmes.

Les travaux de Duberné sur l'histoire des théories physiques se fixent naturellement pour objectif d'illustrer et de prouver la complexité et la continuité des efforts consentis par les hommes pour mieux structurer le monde physique en tendant vers cette « classification naturelle idéale », reflet d'un ordre ontologique. Il exprime clairement ces opinions dans la conclusion des *Origines de la statique*, publiées en 1906 :

« La science, en sa marche progressive, ne connaît pas les brusques changements ; elle croît, mais par degrés ; elle avance mais pas à pas. Aucune intelligence humaine, quelles que soient sa puissance et son originalité, ne saurait produire de toutes pièces une doctrine absolument nouvelle. L'historien, ami des vanes simplicités et superficielles, célèbre les découvertes fulgurantes qui, à la nuit profonde de l'ignorance et de l'erreur, ont fait surgir le plein jour de la vérité. Mais celui qui soumet à une analyse pénétrante et minutieuse l'invention la plus primosautière et la plus ingénieurale en apparence, y reconnaît presque toujours le résultat d'une foule d'imperceptibles efforts et le concours d'une infinité d'obscurcs tendances. Chaque phase de l'évolution qui lentement conduit la science à ses accomplissements, lui apparaît marquée de ces deux caractères : la continuité et la complexité. »

Tous ces efforts finissent par se rejoindre grâce aux tâtonnements, aux fautes et aux erreurs, voire aux repentirs, pour s'ajuster les uns aux autres et contribuer à la formation du système définitif. C'est ainsi que A. Darboux, professeur à la faculté des lettres de Bordeaux, juge en 1908 l'œuvre historique de Duberné :

« Cette coordination remarquable des pièces de la doctrine se prépare à l'insu de ses artisans, du moins des artisans de la première heure... Ils ignorent le but et pourtant cette ignorance s'empêche pas qu'il soit atteint... L'historien des sciences qui admire la convergence de tant d'efforts indépendants, leurs répercussions inattendues et le sort heureux de tant d'accidents dont l'histoire est pleine, a le sentiment d'une direction providentielle, qui s'exerce de haut et par qui se règle la destinée des doctrines scientifiques. L'activité de l'homme prépare l'avenir sans le voir. »

Cette démarche conduisit Duhem d'une part à marquer une sorte de trait d'union entre la science médiévale et la science grecque, d'autre part à réhabiliter le Moyen Âge en situant le mouvement scientifique de la Renaissance comme le résultat des réflexions engagées longtemps avant par les maîtres de la Scolastique. La Renaissance, pensait-on alors, forme avec le Moyen Âge une vivante synthèse. Talon écrivait à ce propos :

« Tout se renouvelle, à cette époque [il parle du XIII<sup>e</sup> siècle] la figure de la terre est connue, le système du monde est annoncé, la philosophie moderne est fondée, les sciences expérimentales commencent ».

Pour Duhem, au contraire, qui ne nie pas les difficultés rencontrées dans l'élaboration de la théorie physique face aux traditions d'aristotélisme et au dogmatisme péripatéticien, la renaissance scientifique a commencé à la fin du XIII<sup>e</sup> siècle et elle est essentiellement due aux théologiens. Il rappelle fréquemment dans ses œuvres d'histoire des sciences les plus importantes — *Le Système du Monde*, les *Études sur Léonard de Vinci*, notamment — le rôle positif joué par le pape Jean XXI et l'évêque de Paris, Étienne Tempier, contestant à l'occasion d'un conseil de théologiens réuni le 7 mars 1277, les principales thèses péripatéticiennes enseignées alors par les maîtres de la Sorbonne.

Duhem tend à faire partager à ses lecteurs, à travers l'ensemble considérable et étonnant de précisions et de minuties des travaux consacrés au mouvement des idées au Moyen Âge, la conviction que la renaissance scientifique n'est nullement due à une quelconque révolte à l'égard de l'autorité représentée par l'Église mais, au contraire, à l'affaiblissement de la théologie et de l'esprit d'observation. Ces idées conduisent Duhem à une appréciation originale, à contre-courant de l'opinion généralement partagée par la communauté scientifique, à propos du conflit qui oppose Galilée aux autorités de l'Église, Osander<sup>24</sup>, Bellarmin<sup>25</sup> et Urbain VIII. La conclusion de l'*Essai sur le notion de théorie physique de Ptolemy à Galilée* est, de ce point de vue, d'une remarquable clarté :

« Bien des philosophes, depuis Giordano Bruno, ont durement reproché à André Osander la préface qu'il avait mise en tête du livre de Copernic. Les vœux adressés à Galilée par Bellarmin et par Urbain VIII n'ont guère été traités avec moins de sévérité, depuis le jour où ils ont été publiés. Les physiciens de notre temps ont pesé plus minutieusement que leurs prédécesseurs l'exacte valeur des hypothèses employées en astronomie et en physique ; ils ont vu se dissiper bien des illusions qui, naguère

encore, passaient pour véritables ; force leur est de reconnaître et de déclarer aujourd'hui que la logique était du parti d'Orlando, de Bellarmine et d'Urbain VIII. Est-ce, de sa part, souveraine injustice ? Ne serait-ce pas, au contraire, que ceux qui attribuaient à la méthode expérimentale une fausse portée et une valeur égale, ont travaillé au perfectionnement de cette méthode beaucoup plus et beaucoup mieux que ceux dont l'appréciation avait été, tout d'abord, plus précise et plus exactement mesurée ?

Les coperniciens se sont entraînés dans un réalisme illogique, alors que tout les portait à quitter cette erreur, alors qu'en attribuant aux hypothèses astronomiques la juste valeur que tant d'hommes autorisés avaient déterminée, il leur était facile d'écarter à la fois les querelles des philosophes et les censures des théologiens. Étrange conduite, et qui demande explication ! Or, est-il possible de l'expliquer autrement que par l'attrait de quelque grande vérité ; vérité trop vaguement aperçue par les coperniciens pour qu'il fût possible de la formuler en sa pureté, de la dégager des affirmations erronées sous lesquelles elle se dissimulait ; mais vérité trop vivement sentie pour que ni les préceptes de la logique, ni les conseils de l'écrit en passent au-dessus l'invincible attrait. Quelle était cette vérité ? C'est ce que nous voudrions essayer de préciser.

Au cours de l'Antiquité et du Moyen Âge, la Physique nous présente deux parties si distinctes l'une de l'autre qu'elles sont, pour ainsi dire, opposées l'une à l'autre ; d'un côté se trouve la physique des choses célestes et impérissables, de l'autre la physique des choses sublunaires, soumise à la génération et à la corruption.

Les Grecs ont traité la première des deux physiques tout séparée d'une nature infiniment plus élevée que ceux dont s'occupe la seconde ; on en conclut que la première est incomparablement plus difficile que la seconde ; Proclus enseigne que la physique sublunaire est accessible à l'homme, tandis que la physique céleste le passe et est réservée à l'Intelligence divine ; Maimonide partage cette opinion de Proclus ; la physique céleste est, selon lui, pleine de mystères dont Dieu s'est réservé la connaissance, tandis que la physique terrestre se trouve, toute organisée, et l'œuvre d'Aristote.

Au contraire de ce que possédaient les hommes de l'Antiquité et du Moyen Âge, la physique céleste qu'ils avaient construite était singulièrement plus avancée que leur physique terrestre. De l'époque de Platon et d'Aristote, la science des astres était organisée sur le plus que nous imposons aujourd'hui encore à l'étude de la Nature. D'une part était l'astronomie ; des géomètres,

comme Eudoxe et Galilée, combinaient des théories mathématiques au moyen desquelles les mouvements célestes pouvaient être décrits et prévus, tandis que des observateurs appréciaient le degré de concordance entre les prévisions des calculs et les phénomènes naturels. D'autre part était la physique proprement dite ou, pour parler le langage moderne, la cosmologie céleste; des penseurs, comme Platon et Aristote, méditaient sur la nature des astres et sur la cause de leurs mouvements. Quels rapports ces deux parties de la physique céleste avaient-elles l'une avec l'autre? Quelle frontière précise les séparait l'une de l'autre? Quelle affinité unissait les hypothèses de l'une aux conclusions de l'autre? Ce sont questions que les astronomes et les physiciens discutent durant l'Antiquité et le Moyen Âge, qu'ils résolvent en des sens différents, car leurs esprits sont dirigés par des tendances diverses, toutes semblables d'ailleurs à celles qui sollicitent les savants modernes.

Il s'en faut bien que la physique des choses sublunaires soit parvenue d'aussi bonne heure à ce degré de différenciation et d'organisation. Elle aussi, aux époques modernes, se divisa en deux parties, analogues à celles en lesquelles, dès l'Antiquité, s'est partagé la physique céleste. En sa partie théorique, elle groupera des systèmes mathématiques qui feront connaître, par leurs formules, les lois précises des phénomènes. En sa partie cosmologique, elle cherchera à deviner la nature des corps, de leurs attributs, des forces qu'ils subissent ou exercent, des combinaisons qu'ils peuvent contracter les uns avec les autres.

Pendant l'Antiquité, pendant le Moyen Âge et la Renaissance, il eût été malaisé de faire ce partage. La physique sublunaire ne connaissait guère les théories mathématiques. Deux chapitres de cette physique, l'optique ou perspective, et la statique ou science de pondération, avaient seuls revêtu cette forme, et les physiciens se trouvaient fort embarrassés lorsqu'ils voulaient, dans la hiérarchie des sciences, assigner leur véritable place à la perspective et à la science de pondération. Alors ces deux chapitres, l'analyse des lois qui président aux phénomènes demeurait peu précise, purement qualitative; elle ne s'était pas encore dégagée de la cosmologie.

En la dynamique, par exemple, les lois de la chute libre des graves, entrevues dès le 3<sup>e</sup> siècle, les lois du mouvement des projectiles, vaguement soupçonnées au 14<sup>e</sup> siècle, demeurèrent impliquées dans les discussions métaphysiques sur le mouvement local, sur le mouvement naturel et le mouvement violent, sur la coexistence du moteur et du mobile. Au temps de Galilée seulement, nous voyons la partie théorique, en même temps que la

forme mathématique se peïdent, se dégager de la partie cosmologique. Jusqu'à ces deux parties demeurèrent unies intimement ou plutôt enchevêtrées d'une manière inséparable ; leur union constituait la physique du mouvement local.

D'autre part, l'antique distinction entre la physique du corps céleste et la physique des choses sublunaires s'était graduellement effacée. Après Nicolas de Cues, après Léonard de Vinci, Copernic avait osé assimiler la Terre aux planètes. Par l'étude de l'étoile qui avait apparu, puis disparu en 1572, Tycho Brahe avait montré que les astres pouvaient, eux aussi, s'engendrer et périr. En découvrant les taches du Soleil et les montagnes de la Lune, Galilée avait achevé de réunir les deux physiques en une seule science.

Dès lors, lorsqu'on Copernic, lorsqu'on Képler<sup>2</sup>, lorsqu'on Galilée déclamaient que l'astronomie doit prendre pour hypothèses des propositions dont la vérité soit établie par la physique, une affirmation, une en apparence, ne formait en réalité deux propositions bien distinctes.

Une telle affirmation, en effet, pouvait signifier que les hypothèses de l'astronomie étaient des jugements sur la nature des choses célestes et sur leurs mouvements réels ; elle pouvait signifier qu'en contrôlant la justesse de ces hypothèses, la méthode expérimentale allait enrichir nos connaissances cosmologiques de nouvelles vérités. Ce premier sens se trouvait, pour ainsi dire, à la surface même de l'affirmation ; il apparaissait tout d'abord ; c'est en sens là que les grands astronomes du XVII<sup>e</sup> siècle et du XVIII<sup>e</sup> siècle voyaient clairement, c'est celui qu'ils énonçaient d'une manière formelle, c'est enfin celui qui méritait leur adhésion. Ce, pris avec cette signification, leur affirmation était fautive et méritoire ; Osiander, Bellarmin et Urbain VII<sup>e</sup> la regardaient, à just titre, comme contraire à la logique ; mais il se fita que cette affirmation engendrit, en la Science humaine, d'innombrables méprises pour que l'on se décidât enfin à la rejeter.

Sous ce premier sens illogique, mais apparent et séduisant, l'affirmation des astronomes de la Renaissance en contenait un autre : en exigeant que les hypothèses de l'astronomie fussent d'accord avec les enseignements de la physique, on exigeait que la théorie des mouvements célestes reposât sur des bases capables de porter également la théorie des mouvements que nous observons ici-bas ; on exigeait que le cours des astres, le flux et le reflux de la mer, le mouvement des projectiles, la chute des graves fussent saisis à l'aide d'un même ensemble de postulats, formulés en la langue des mathématiques. Ce second sens était profondément caché ; ni Copernic, ni Képler, ni Galilée ne l'apercevaient

raisonner; il demeurait, cependant, dissimulé, mais froissé, au-dessous du sens clair, mais erroné et dangereux, que les astronomes saisissaient seul. Et tandis que la signification fautive et illogique qu'ils attribuaient à leur principe engendrait des polémiques et des querelles, c'est la signification vraie, mais cachée, de ce même principe qui donnait naissance aux succès scientifiques de ces inventeurs; alors qu'ils s'efforçaient de soutenir l'exactitude du premier sens, c'est à établir la justesse du second sens qu'ils travaillaient sans le savoir: lorsque Képler multipliait ses notations pour rendre compte des mouvements des astres à l'aide des propriétés des courbes d'eau ou des aimants, lorsque Galilée cherchait à accorder la course des projectiles avec le mouvement de la Terre ou à tirer de ce dernier mouvement l'explication des marées, ils croyaient prouver, l'un et l'autre, que les hypothèses coperniciennes ont leur fondement en la nature des choses; mais la vérité qu'ils introduisaient peu à peu dans la Science, c'est qu'une même dynamique doit, en un merveilleux unique de formules mathématiques, représenter les mouvements des astres, les oscillations de l'Osiris, la chute des grans; ils croyaient renouveler Aristeote; ils préparaient Newton.

En dépit de Képler et de Galilée, nous croyons aujourd'hui, avec Orlandi et Bellarmin, que les hypothèses de la physique ne sont que des artifices mathématiques destinés à servir les phénomènes; mais grâce à Képler et à Galilée, nous leur demandons de servir à la fois tous les phénomènes de l'Univers inanimé.

### Réforme du calendrier

Sauver les phénomènes! Reprenant la formule grecque dont il fait le titre dans son *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, Dubern fut naturellement intéressé par l'aveu réservé aux idées héliocentriques de Copernic, publiés dans *La révolution des orbis célestes* en 1543. D'autant que la condamnation de cette doctrine par Rome marqua largement le monde scientifique du XVI<sup>e</sup> siècle et la conscience catholique.

Pouvait-on être satisfait du géocentrisme au XVI<sup>e</sup> siècle, faisant de la Terre immobile le centre du monde, et utiliser l'héliocentrisme pour les calculs? Dubern trouve dans des documents relatifs à la réforme du calendrier de quel naquit cette question qui fournit un état très particulier à la théorie scientifique.

On sait qu'en 1577 le pape Grégoire XIII fit préparer la réforme du calendrier par une commission qui sera marquée par le jésuite allemand Christophorus Clavius. Le calendrier

adopté jusqu' alors avait pour but essentiel de fixer la date de Pâques, liée depuis le concile de Nicée (325) à la lune et au soleil. Il s'agissait à tort l'année civile de 365 jours  $1/4$  — d'où les années bissextiles du calendrier julien remontant à Jules César — et admettait l'égalité de 19 années solaires à 235 lunaisons. Il fallait donc d'une part réparer le retard pris par le calendrier sur les saisons, d'autre part préparer un système régulier de corrections, ce qui fut fait. A Rome, le vendredi 15 octobre 1582 succéda au jeudi 4 octobre et en France le dimanche 9 décembre fut suivi du lundi 20 décembre. Mais la controverse, plus ou moins scientifique, sur le calendrier fut rude et un mathématicien français comme François Viète s'en prit avec violence à Cléves. Les pays de réforme fondèrent le calendrier nouveau, ou grégorien, et l'Angleterre par exemple, ne l'adopta qu'en 1752, ce qui donne une différence de dix jours jusqu'en 1700 et de onze jours de 1700 à 1800. La différence passe à douze jours de 1800 à 1900 et à treize jours de 1900 à 2000. Ceci explique le nom de Révolution d'Octobre (6-7 novembre 1917) car la Russie orthodoxe ne se rallia pas au calendrier grégorien, qu'adapta par contre la jeune Union Soviétique en 1918.

Le texte de Duberny (joint en annexe) fut établi à l'occasion de ses recherches sur le *Système du Monde*, dont les premiers volumes furent publiés en 1913. Il est typique de sa façon de procéder : une grande clarté d'exposition et une méthode érudite appuyée sur des documents explicitement cités, mis au service de la curiosité ; c'est de l'histoire « utile » à la compréhension des démarches scientifiques.

« L'histoire des mathématiques, écrit-il dans la *Théorie Physique*, est assurément l'objet d'une curiosité légitime, mais elle n'est point essentielle à l'intelligence des mathématiques. Il n'en est pas de même en physique. Là, nous l'avons vu, il est interdit à l'enseignement d'être purement et pleinement logique. Dès lors, le seul moyen de valier les jugements formés à la matière des faits qui ces jugements doivent représenter, et cela en évitant la subreptive pénétration des idées fausses, c'est de javillier chaque hypothèse essentielle par son histoire. »

Le volume de l'œuvre de Duberny consacré à la science antique et au Moyen Âge occupe parfois l'importance et la richesse des travaux historiques portant sur une période plus récente, en particulier le XIX<sup>e</sup> siècle. Ces travaux sont dispersés dans l'ensemble de l'œuvre scientifique. Ils n'en constituent pas moins une source prodigieuse d'informations sur l'histoire des idées scientifiques dans le domaine des sciences physiques auxquelles Duberny s'est

judicieux (mécanique, viscosité, déformations, thermodynamique et énergétique, électricité, magnétisme, électrodynamique, optique, chimie). Par exemple, concluant ses études sur la mécanique chimique, le physicien-théoricien déclare :

« Cette théorie nous apparaît comme le résultat d'une longue élaboration, comme la synthèse d'idées engendrées par un grand nombre de penseurs : Lavoisier<sup>1</sup> et Laplace, Clausius, Salme-Denis Deville, Horstmann<sup>2</sup>, Gibbs, Moutier, Van't Hoff, une foule d'autres qu'il serait trop long de citer ici, ont contribué, soit par leurs spéculations théoriques, soit par leurs investigations expérimentales, à l'édification de cette large synthèse ; chacun d'eux a conçu quelque une des parties dont elle se compose. »

Ce texte fut écrit en 1893 dans l'*Introduction à la Mécanique chimique*, composé à la faculté des sciences de Lille. Dubem décrit dans cet ouvrage les efforts consentis dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et tout au long du XIX<sup>e</sup> par les scientifiques pour se dégager de l'antique conception de l'attraction moléculaire dans laquelle Newton cherchait l'explication des phénomènes chimiques. Ainsi l'*Introduction à la Mécanique chimique* est, d'abord, un ouvrage d'histoire de la chimie au XIX<sup>e</sup> siècle.

Des démarches identiques présidèrent à l'élaboration des théories de Dubem en ce qui concerne les sciences de l'électricité et du magnétisme. Dans l'*Étude historique et critique des théories électriques de Maxwell*, Dubem situe son travail dans les perspectives ouvertes par Ampère, Ørsted<sup>3</sup>, Faraday, et retrace l'histoire des avancées théoriques et expérimentales qui, tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, ont préparé les travaux de Maxwell.

L'ampleur des domaines traités, la démarche fondamentale de Dubem en ce qui concerne son œuvre strictement scientifique une dimension historique remarquable, peu connue et insuffisamment exploitée, alors qu'elle contient de véritables trésors de l'histoire de la science du XIX<sup>e</sup> siècle.

<sup>1</sup> Antoine Lavoisier (1743-1794) est un chimiste français, considéré comme l'un des fondateurs de la chimie moderne.

<sup>2</sup> August Horstmann (1804-1880) est un chimiste allemand, connu pour ses travaux sur la chimie des gaz.

<sup>3</sup> Hans Christian Ørsted (1777-1843) est un physicien danois, connu pour sa découverte de l'électromagnétisme.

<sup>4</sup> James Clerk Maxwell (1831-1879) est un physicien écossais, connu pour ses travaux sur l'électromagnétisme et la mécanique céleste.

<sup>5</sup> Pierre-Simon Laplace (1749-1827) est un mathématicien français, connu pour ses travaux sur la mécanique céleste et la théorie des probabilités.

<sup>6</sup> Rudolf Clausius (1791-1879) est un physicien allemand, connu pour ses travaux sur la thermodynamique.

<sup>7</sup> Benoît Paul Émile Saïme-Denis Deville (1800-1869) est un chimiste français, connu pour ses travaux sur la chimie des gaz.

<sup>8</sup> Josiah Willard Gibbs (1839-1903) est un physicien américain, connu pour ses travaux sur la thermodynamique et la mécanique statistique.

<sup>9</sup> Théophile Moutier (1808-1883) est un chimiste français, connu pour ses travaux sur la chimie des gaz.

<sup>10</sup> Jacobus Henricus Van't Hoff (1852-1911) est un chimiste néerlandais, connu pour ses travaux sur la chimie physique.

<sup>11</sup> William Gibbs (1804-1871) est un physicien anglais, connu pour ses travaux sur la thermodynamique.

## Conclusion

L'image de Duhamel, la manière d'aborder ses œuvres, se sont considérablement modifiées dans les dernières décennies, avec la redécouverte des travaux scientifiques que l'énergétiste français a développés sur l'ensemble du front de la connaissance des sciences physiques.

L'historien des théories de la physique, dont les travaux constituent des outils de première valeur pour les chercheurs contemporains, ne se distingue plus du scientifique et du chercheur. Quelques-uns des défis qui permettent d'expliquer par exemple cet acharnement à stabiliser, parfois sans nuance, la part essentielle prise par l'Église catholique dans l'émergence de la science classique, se trouvent ou se retrouvent dans l'œuvre scientifique. Des vérités d'ordre naturel à la Vérité métaphysique Duhamel jette des ponts : le physicien est croyant comme le croyant est physicien. Maintenant la raison humaine dans la bonne voie, même lorsque cette raison s'efface à la découverte des réalités de ce monde, elles sont les exigences et la cohérence du scientifique, du croyant.

Travailleur infatigable, théoricien de premier ordre, promoteur de la chimie physique en France, pionnier de la thermodynamique des processus irréversibles, Pierre Duhamel occupe une place de premier plan parmi ceux qui, de Carnot à Prigogine, ont marqué l'histoire de cette science.

Cherchant à l'aide des principes de la thermodynamique générale ou de l'énergétique à « sauver les phénomènes », Duhamel tente d'organiser l'ensemble des connaissances d'un monde créé par la Providence, un monde dont nous n'avons pas à chercher l'« explication » par les méthodes de la science.

Mort prématurément à 55 ans, le professeur de Bordeaux nous laisse une œuvre considérable. Sa théorie — élaborée tout au long d'une vie marquée inévitablement par l'activité scientifique, et concrétisée en 1911 par son *Traité d'énergétique ou de thermodynamique générale*, moment parfois abstrait et peu accessible, destiné à réunir l'ensemble des connaissances et des lois physiques — est publiée et diffusée au moment même où surgissent de nouveaux

champs de recherche et de nouvelles approches de l'univers physique, bouleversant les conceptions traditionnelles. La logique — « patiente mais éternelle », disait Dubern — sur laquelle le physicien fonde sa démarche, semble parfois basculer devant les contradictions du réel.

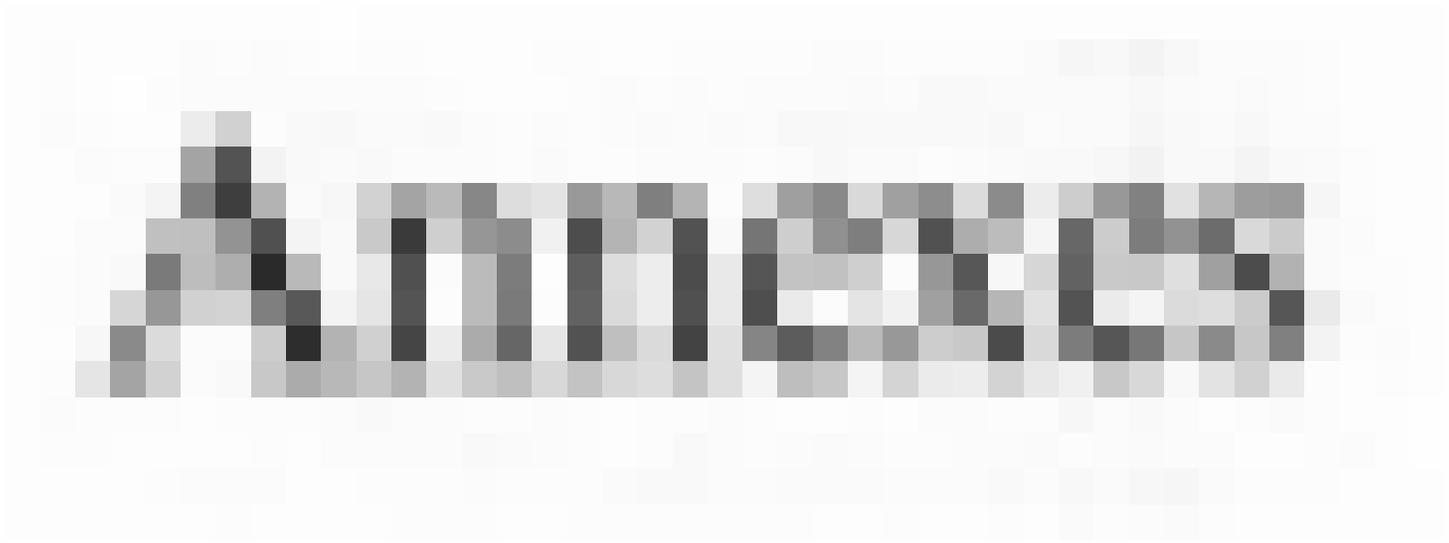
Tout cela explique, sans nul doute, que cette œuvre scientifique ait été longtemps méconnue et insuffisamment appréciée, du moins en France, car d'autres pays ne l'ignoraient pas. Et pourtant, ainsi que Dubern le proclamait déjà en 1893 dans *La Mécanique chimique* :

« L'histoire du développement de la physique nous montre qu'une théorie serait bien présomptueuse en se flattant d'être définitive ; nous ne voyons guère les théories s'élever que pour crever. Mais, en s'écroulant, une théorie qui a été construite avec le désir sincère de parvenir au vrai, ne disparaît jamais complètement ; parmi ses débris se trouvent toujours des matériaux propres à servir dans la composition de quelque autre système plus parfait et plus durable... »

L'énergétique de Dubern portait en elle ces germes qui auraient pu donner à la chimie française, si vivace jusqu'aux années 1900, les éléments d'un nouveau départ. D'autres nations se sont inspirées de ces apports parfois peu perceptibles pour engager des recherches fécondes que le prix Nobel de chimie attribué en 1917 à Frédéric et Lucie Clouzeau allait couronner.

Avec Dubern disparaît, semble-t-il, cette volonté encyclopédique de classer, dans le champ de la physico-chimie, l'ensemble des phénomènes sous les mêmes grands principes logiques. La complexité du réel ne s'y prête pas. On assiste, à partir des questions posées par cette complexité née des contradictions, à la fin d'une approche unilatérale de la réalité et à l'émergence du raisonnement dialectique construit sur une nouvelle logique, enrichie par la confrontation constante avec cette réalité.

Est-ce trop dire enfin que l'auteur de la théorie physique emporté avec lui dans sa tombe de Calresquise les espérances de tous ceux qui ont cru en un monde ordonné selon les principes combinés de la logique et de la foi ?



### Promotion 1882 des élèves admis à l'École Normale Supérieure (section Sciences)

Noms et prénoms	Rang à l'entrée	Culte déclaré
Bernard Félix	20	Non déclaré
Caban Eugène	6	Israélite
Courchoux Jean	10	Catholique
Delaunay Charles	12	Non déclaré
Dubois Pierre	1	Catholique
Hedin Gaston	11	Non déclaré
Houllibrigat René	18	Non déclaré
Hubert Auguste	18	Catholique
Joubin Paul	7	Catholique
Lapergère François	16	Catholique
Meyer Louis	3	Catholique
Mélin René	4	Catholique
Pichard Louis	14	Non déclaré
Perrier Pierre	5	Catholique
Roussier Charles	8	Catholique
Schloer Edouard	13	Catholique
Simonin Louis	17	Catholique
Spindler Henri	9	Catholique
Touff Marie	9	Catholique
Wassery Edouard	19	Catholique

### Liste des maîtres de conférences de l'École Normale Supérieure (section Sciences) en 1882

Appell	Mécanique
Poincaré	Mécanique
Bouquet	Analyse
J. Tannery	Analyse
Berthelot	Physique
Cornu	Chimie
Debroy	Chimie
Hautefeuille	Météorologie
Bouvier	Botanique
Lamy	Géologie
Daubert	Zoologie
Carmel	Maître de dessin graphique
Leblat	Maître de dessin d'imitation
Hausmann	Maître d'allemand
Witcombe	Maître d'anglais

Acquiescés, il faut associer les préparations agrégées :

Brunel	Mathématiques
Rivière	Physique
Chagnols	Chimie
Milhet	Zoologie
Couan	Botanique

### Texte de l'appel des personnalités favorables à l'Armée, publié le 3 janvier 1899.

« Les soussignés :

- désirent de voir se prolonger et s'aggraver la plus fidèle des agitations,
- persuadés qu'elle ne saurait durer davantage sans compromettre non seulement les intérêts vitaux de la patrie française et notamment ceux dont le glorieux drapeau est aux mains de l'Armée nationale,
- persuadés aussi qu'en le disant, ils expriment l'opinion de la France, ont écrit :
- de travailler dans les limites de leur devoir professionnel, à maintenir, en les conciliant avec le progrès des idées et des moeurs, les traditions de la patrie française,
- de s'unir et de se grouper, en dehors de tout esprit de secte, pour agir utilement dans ce sens par la parole, par les écrits et par l'exemple,
- et de fertiliser l'esprit de solidarité qui doit régner entre elles, à travers le temps, toutes les générations d'un grand peuple.

Suivent les signatures de quelques personnalités (parmi d'autres) :

José de Broglie  
Paul Bourget  
José Maria de Hernaldes  
comte de Mun  
François Coppée

et des membres de l'Institut, dont :

Pierre Laffitte  
Navier Bichon  
Albert C. de Lapparent

### Preface d'Oslander au livre de Copernic : De revolutionibus orbium coelestium, 1543.

Ad lectorem, de Revolutionibus Nigae Coperni.

« Il ne doute point que la nouveauté n'ait déjà répandue la nouveauté de l'hypothèse admise en cet Ouvrage, hypothèse selon laquelle la Terre est en mouvement tantôt que le Soleil demeure immuable au centre du Monde ; Je ne doute pas, non plus, que certains droits ne s'en soient véritablement offensés et qu'ils n'aient jugé mauvais que l'on troublât les disciplines établies fortamment établies depuis longtemps. S'ils veulent bien, toutefois, pour exactement leur jugement, se souvenir que l'auteur de cet ouvrage n'a eu en vue que l'utilité d'un grand peuple,

L'objet propre de l'astronomie, en effet, consiste à rassembler l'histoire des mouvements célestes à l'aide d'observations diligemment et artificieusement conduites. Puis, comme aucun raisonnement ne lui permet d'atteindre aux causes ou aux hypothèses véritables de ces mouvements, il conçoit et imagine des hypothèses quelconques, de telle manière que ces hypothèses une fois posées, ces mêmes mouvements puissent être exactement calculés, au moyen des principes de la Géométrie, tant pour le passé que pour l'avenir... Il n'est pas nécessaire que ces hypothèses soient vraies ; il n'est même pas nécessaire qu'elles soient vraisemblables ; cela seul suffit, que le calcul auquel elles conduisent s'accorde avec les observations (toutes fois revues et sur hypothèses par elles, elles, ne véritablement guidées : au surplus des autres, et quelques observations comprises achevées)... Il est évident que cette science ignore purement et simplement les causes des irrégularités des mouvements apparents. Les causes fictives qu'elle conçoit, elle les conçoit pour la plupart comme si elle les connaissait avec certitude ; jamais, cependant, elle ne les conçoit en vue de persuader à qui que ce soit qu'il en est ainsi dans la réalité, mais uniquement en vue d'instaurer un calcul exact. Il peut arriver que des hypothèses différentes s'offrent à celui qui veut rendre compte d'un seul et même mouvement du Soleil ; alors l'astronome prendra de préférence l'hypothèse qui est la plus aisée à saisir, tandis que peut-être le philosophe recherche plus volontiers la vraisemblance : mais ni l'un ni l'autre ne pourra concevoir ni formuler la moindre certitude, à moins qu'il n'ait reçu une révélation divine... Que pensons, touchant les hypothèses, n'attendez de l'Astronomie aucun enseignement certain ; elle ne saurait rien lui donner de tel. Qu'il se garde de prendre pour vraies des suppositions qui ont été faites pour un autre usage ; par là, bien loin d'acquiescer à la Science astronomique, il s'en écarterait, plus tôt que devant. »

Belle contribution, quoi que l'on en pense, à une réflexion approfondie sur l'histoire des idées scientifiques !

## Un document relatif à la réforme du calendrier

par M. Pierre Duhem.

Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Bordeaux.

Il est remarquablement intéressant d'étudier l'accueil qui fut fait, au cours de l'XV<sup>e</sup> siècle, au système astronomique proposé par Copernic. Ce système donna occasion, en effet, aux astronomes comme aux philosophes, d'examiner et de discuter la valeur exacte qu'il convient d'attribuer aux hypothèses sur lesquelles reposent les théories physiques. Mais de ceux qui s'occupèrent de cette valeur ne saurait former l'œuvre aux avis divers qui furent alors émis<sup>1</sup>.

Jusqu'en l'an 1580, l'opinion dominante des astronomes est définie par la célèbre préface anonyme dont André-Delaande a dont l'histoire posthume de l'Institut De révolutionnaires de Copernic. La doctrine de cette préface se résume elle-même en cette formule d'une si parfaite clarté : il n'est pas nécessaire que les hypothèses astronomiques soient vraies ni même vraisemblables ; il suffit que les calculs auxquels elles servent de point de départ fournaissent des nombres conformes aux observations. « Nulpe enim necesse est esse hypotheseis

1. De un avis divers, le lecteur pourra trouver un aperçu de cette œuvre dans les préface de l'Institut De révolutionnaires de Copernic, Paris, 1888 (Collection V, 11 et 12). Étant sur le système de l'histoire physique de l'Institut de l'Institut, Paris, 1888 (Collection V, 11 et 12).

que vous, mes, ne veniez les quérir ; ne s'agissoit que de vous, et autres observations convenablement substituées. »

Cette doctrine fut assurément celle d'Érasme Reinhold, le célèbre astronome de Wismberg. Reinhold partageait les prévisions très arrêtées de son oncle mélancholite contre les hypothèses du mouvement de la Terre et de ceux du Soleil ; comme Melancholite, il les croyait constamment à la fois par le Physique et par l'Écriture sainte ; cependant, il professait une admiration sans borne pour l'exactitude avec laquelle les mouvements relatifs proposés par le système copernicien s'accordaient aux mouvements observés ; c'est à l'aide de ces mouvements relatifs qu'il construisait son *Prædicæ tabulæ* dont la supériorité sur les *Tabulæ Alphonsi*, établies en 1212 par Alphonse X de Castille, surpassait tous les astronomes de profession de l'exactitude des combinaisons cosmologiques proposées par Copernic.

— Que la doctrine d'Orlander ait dominé, au sein de la commission chargée par Grégoire xiii de préparer la réforme du calendrier, on n'en saurait douter.

— Adrien Lilio, dont la proposition de réforme du calendrier avait été par Grégoire xiii à entreprendre cette œuvre, usait, en son ouvrage, des *Tabulæ alphonsinas*, c'est-à-dire du système de Proclinde. Le président de la commission pontificale trait le Moine Christophe Clavius, de Bamberg ; or, en 1581, Clavius donnait la troisième édition de son *Commentarius in Sphaeram Joannis de Sacro-Bosco* ; il y prenait à son compte les objections physiques et théologiques de Melancholite et de Tycho-Brahé contre le système de Copernic, objections que l'on n'avait pas pu encore essayer de formuler au sein de l'Église catholique. Il est, dès lors, certain qu'on ne croyait pas, au sein de la commission réunie au Vatican, au mouvement réel de la Terre. Cependant, et s'en peut-on voir aux *Tabulæ alphonsinas*, comme l'y atteste l'ouvrage d'Adrien Lilio, dont le frère trait un nombre des commissaires, que la commission fit appel pour mener à bien son travail ; c'est aux *Tabulæ Prædicæ* de Reinhold. Si donc elle réprouvait que les hypothèses de Copernic n'étaient ni vraies ni véritablement, du moins les acceptait-elle parce que les calculs en donnaient des résultats conformes aux observations. La conduite suivie par elle s'accordait exactement avec les principes posés par Orlander.

Nous n'avons, toutefois, aucune preuve ni les membres de la commission aient affirmé leur confiance en ces principes. Mais cette affirmation, que nous ne pouvons recueillir de leur bouche, nous allons l'encadrer d'un de ces et les ont consultés, et non des moindres.

La première fois de la commission avait été de provoquer une grande consultation sur l'œuvre qu'elle était chargée de mener à bien. Au nom du pape, dès la fin de l'année 1577, elle envoya aux chefs d'États, aux Universités, à un grand nombre de savants le *Compendium novæ rationis restituendæ Calendarii d'Adrien Lilio*, afin de recueillir des avis multiples sur la réforme proposée et sur les moyens de l'accomplir<sup>1</sup>. Elle indiquait que cette réforme devait être faite en l'an 1582, mais laissait pendantes toutes les questions qu'on pouvait élever à ce sujet ; en particulier, elle ne décidait nullement s'il convenait d'insérer des *Tabulæ Alphonsi* ou des *Tabulæ Prædicæ*.

A cette consultation, tous nombres de réponses furent faites, que M. Klotz transmet à sa Bibliothèque, soit aux archives de l'Université de Vienne, soit

1. L. Klotzmann : *Abzüge der Geschichte der Copernicanischen Kalender-Reform* (Abzüge der Geschichte der Copernicanischen Kalender-Reform) in *Monatsschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien*, Bd. XXV, 1861, p. 11.



Pourquoi, à l'imitation de Reinhold, il a construit ses tables à l'aide de systèmes de Copernic. Melet en nous le dira en un chapitre<sup>1</sup> qui pourra être significatif : « Quibus suppositionibus astronomicis sit, ut proxime totum esse demonstrabit, esse Mercurii, et Planetarum, ac totum motum corporum caelestium ».

Après avoir rappelé les travaux de Timocharis, d'Hipparque, d'Al-Battâni et de Prothémée, il poursuit en ces termes :

« Nicolas Copernic est venu le dernier de tous, et c'est presque en nos temps qu'il vint. Il a recueilli les observations des anciens, il a lui-même observé pendant de longues années les mouvements apparents des corps célestes, il a réuni ensemble toutes ces observations : à l'aide de ces données, il a découvert beaucoup de nouvelles ; l'Astronomie ne manquait pas d'erreurs, il ne l'a pas seulement réformée ; à l'imitation de Prothémée, il l'a fondée sur des principes nouveaux. Presque tous ceux qui professaient cet art proclamaient donc d'une seule voix que les évaluations de Nicolas Copernic répondaient aux phénomènes et s'accordaient avec les mouvements célestes. Cet homme est le seul qui ait pu accommoder les données aux mouvements ; il est le seul qui ait distingué les divers espèces d'années et déterminé leurs inégalités ; sans doute, les savants connaissaient déjà ces inégalités, mais on n'avait encore trouvé aucune méthode qui permit de les évaluer en nombres. Ce qui s'accordait avec les phénomènes ce sont, non pas les hypothèses de Copernic, qui presque tout le monde rejette (non dans l'opinion Copernici, que à quem plerumque spectamus), mais les nombres [de Copernic], qui assignent leur valeur aux phénomènes et permettent de les calculer ; ces nombres seuls offrent un succès, qui ne se trouve aucunement en ceux des Tables Alphonsines. Or, nous lui est de découvrir des tables telles que nous pouvons d'avance calculer, pour les corps célestes, des mouvements conformes à ceux qui apparaissent dans le Ciel. Il nous faut donc ou bien user des tables mêmes de Copernic ou bien de celles qui ont été construites à l'aide de ses observations ou qui s'accordent avec elles. Telles sont les Tables Pruteniques et nos propres tables, qui sont plus faciles à manier que les Tables Pruteniques, et que nous avons construites, au prix d'un grand travail, à l'usage du calendrier... Nous sommes donc contraints, si nous voulons avoir les véritables mouvements célestes, d'user soit des tables de Copernic, soit des Tables Pruteniques, soit des autres ».

Il était impossible de rappeler plus clairement la doctrine formulée par Clavius et de s'y conformer plus exactement.

Des Tables Grégoriennes, quel fut le rôle et l'accomplissement de la réforme du calendrier ? Nous ne le saurions dire. Les documents qui relatent l'histoire de cette réforme sont le silence sur ce point. Il paraît difficile de croire que ce rôle n'ait pu être considérable. De tous ceux que la commission pontificale avait consultés, Christoph Melet est le seul qui ait pu saisir le point de départ véritablement et pleinement la besogne à accomplir. Nous ne savons à quel titre attribuer l'oubli où nos noms et nos œuvres sont tombés.

Bordeaux, 15 mars 1911.

<sup>1</sup> L. EUGÈNE MELET : De corrigendis Ecclesiarum Calendariis Liber unus ; Lib. I, Cap. XII, §§ 1 et 2 et 3.

- 1848 Naissance de Pierre Dubois (9 juin).  
Début des travaux de construction de l'Opéra de Paris. Fondation du journal *Le Temps*. A. Lyen, 18<sup>e</sup> Daubert devient la première femme barbélière.
- 1849 Achèvement du percement de l'axe de Bass.  
Le chemin de fer de colliers est ouvert aux voyageurs.  
Théorie mécanique de la chaleur de Hirn. Cycle à quatre temps dans le moteur à explosion de Beau de Rochas.
- 1850 Loi sur les sociétés à responsabilité limitée. Fondation du Crédit Lyonnais.  
Invention de la machine frigorifique de Bellier. Four de Martin.
- 1854 Naissance des deux autres jumelles de Pierre Dubois (Anastasia et Marie).  
Pasteur démontre l'impossibilité de la génération spontanée.  
Théorie électromagnétique de Maxwell.
- 1855 A. Nohel invente la dynamie. Claude Bernard : Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.  
Notion d'entropie par Clausius.
- 1857 Loi sur l'instruction primaire. Le certificat d'études est délivré sous l'autorité des inspecteurs d'académie. Création d'un enseignement secondaire pour jeunes filles (V. Demey).
- 1858 Dubois fréquente le cours privé et religieux des sœurs de la Sainte Famille.
- 1869 Classification périodique des éléments de Mendéléïev.  
Dessins de Gramme. Freinage à air comprimé de Westinghouse.
- 1870 Les Dubois se rendent à Bordeaux (20 octobre).  
La France déclare la guerre à la Prusse (19 juillet). Capitulation de Sedan (12 septembre). Bourges capitale à Metz (27 octobre).
- 1871 La famille Dubois regagne Paris (28 février).  
Signature de l'Armistice (28 janvier). Ratification des préliminaires de paix (11<sup>e</sup> mars). Insurrection de la Commune de Paris (18 mars). Installation de la Commune à l'Hôtel de Ville de Paris (28 mars). Création d'un Comité de Salut public (1<sup>er</sup> mai).  
La Commune est vaincue (28 mai).
- 1875 Dubois entre au collège Stanislas. Anastasia, sœur de Pierre, meurt de diphtérie.  
Réforme législative. Message de Thiers : « La République sera conservée au prix de tout ce qu'il y aura de bien » (12 novembre).  
Exposition universelle et internationale au Palais de l'Industrie à Paris.

- 1873 Mac-Mahon élu président de la République (24 mai).  
Échec des tentatives de restauration monarchique (17 octobre).  
E. Liéb : *La science au point de vue philosophique*.
- 1874 Casimir : *Théorie des ensembles*.  
Théorie de la structure moléculaire, Sarrasinisme : Le Bel et Van't Hoff.
- 1875 Vote de l'amendement Wallon. Le mot « République » est introduit pour la première fois dans les lois constitutionnelles (30 janvier).  
Loi Dupuyroux sur la liberté de l'enseignement supérieur (11 juillet).  
Berthelot : *La synthèse chimique*.  
Découverte des chlorures.
- 1876 Le mouvement breuvier attribué aux molécules par Ramsay.  
Turbine à vapeur de Parson dont la réalisation sera achevée en 1884.
- 1877 Dubrunfaut, élève de chimie au collège Stanislas, est atteint de rhumatismes articulaires.  
Théorie cinétique des gaz de Boltzmann.
- 1878 Exposition universelle à Paris.
- 1879 Démission de Mac-Mahon. Élection de Jules Grévy à la présidence de la République. Premiers décrets contre les congrégations (2. Ferry). Loi Paul Bert obligeant chaque département à entretenir une école normale d'instituteurs.  
Essai de mécanique chimique, *Journal sur la thermochimie* de M. Berthelot. *La science positive et la métaphysique* de L. Liéb. Rayons cathodiques. Tube de Crookes.
- 1880 Nouveaux décrets sur les congrégations.  
Dissolution de la Compagnie de Jésus. Loi sur l'enseignement secondaire de jeunes filles.
- 1881 Dubrunfaut nommé maître excellent pour un an au collège Stanislas.  
Loi sur la gratuité de l'enseignement dans les écoles primaires.  
Premier congrès international d'électriciens. Définition des unités.
- 1882 Dubrunfaut reçu premier à l'École Normale Supérieure section sciences.  
Circulaire interdisant les cérémonies religieuses dans les écoles.
- 1883 École de l'expérience de Michaelson. Atterman de H. Traité, utilité industrialisatrice à partir de 1898.
- 1884 Dubrunfaut présente un travail de thèse soignée par un jury composé par Lippmann, Berthelot et Ferrié. Le sujet traité s'intitule : *Le potentiel thermodynamique* (28 octobre).
- 1885 Dubrunfaut nommé en retraite à l'École Normale Supérieure. Il est reçu 1<sup>er</sup> à l'agrégation de sciences physiques. Il est nommé comme élève de 4<sup>e</sup> année à l'École Normale Supérieure.  
Protectorat français sur l'Annam et sur Madagascar.

- 1886 Dubois est nommé agrégé préparateur de physique à l'École Normale Supérieure.  
 Les concours de la sélection des maîtres des écoles primaires publiques.  
 Expériences de Hertz.
- 1887 En octobre, Dubois est nommé maître de conférences à la faculté des sciences de Lille.  
 Sadi Carnot est élu président de la République.  
 Construction de la Tour Eiffel.  
 Travaux de Hertz. Découverte de l'effet photoélectrique. Mise en évidence à allumage de Debeder.
- 1888 Dubois soutient une thèse de sciences mathématiques, devant un jury composé de Bouss, Darboux et Poincaré, sur l'annulation par influence.
- 1889 Mort du père de Dubois (7 avril).  
 Mise en liquidation de la Compagnie du canal de Panama.  
 Scrutin républicain aux élections législatives (2<sup>e</sup> législature).  
 Exposition universelle.
- 1890 Mariage de Dubois avec Adèle Clapet.  
 Manifestation organisée en faveur de la limitation de la durée journalière de travail à 8 heures (1<sup>er</sup> mai).
- 1891 Naissance d'Hélène Dubois.
- 1892 Mort d'Adèle Dubois.  
 La presse s'élève à l'opinion publique le scandale de Panama. Démission du ministre Loubet. L'encyclique *Immortale* recommande aux catholiques de se rallier à la République.  
 Four électrique de Moissan. Hydrogénation catalytique de Sabatier.
- 1893 Dubois quitte Lille à la suite d'une querelle avec le doyen Demaree. Il rejoint la faculté des sciences de Bourges.  
 Agitation anarchique. A. Vaillant lance une bombe à la chambre des députés. « Lettre sulfureuse » contre les anarchistes.
- 1894 Dubois est nommé professeur de physique à la faculté des sciences de Bourges.  
 Poursuite de l'agitation anarchique. Sadi Carnot est prisonnier par Castro. Casimir-Perier est élu président de la République.  
 Dreyfus est condamné à la déportation (11 décembre).
- 1895 L'Institut de la chaire de physique occupé par Dubois est confié en chaire de physique théorique. Dubois est élu membre du Conseil de l'Université de Bourges.  
 Démission de Casimir-Perier. Election de Félix Faure. Création de la C.G.T. (première). Protectorat français à Madagascar.  
 Rayons cathodiques de J.J. Thomson et Jean Perrin. Rayons X de Röntgen.
- 1896 Découverte de la radioactivité par Becquerel.

- 1897 **Rebondissement de l'affaire Dreyfus.**  
Les secrets du procès de l'affaire de Panama sont acquis.
- 1898 **Dubois s'engage publiquement dans le camp des antidyoyens.**  
Il est élu au Conseil de l'Université de Bordeaux.  
« Parvenue » de Zola (15 janvier). Création de la Ligue des Droits de l'Homme (20 février). Condamnation de Zola (23 février).  
Découverte du radium par Pierre et Marie Curie. Mort de Daud.
- 1899 **Second procès Dreyfus.** Condamné une nouvelle fois, il est gracié le 19 septembre. E. Loubet est élu président de la République.
- 1900 **Dubois est élu membre correspondant de l'Académie des sciences (section mécanique).**  
Inauguration de l'Exposition universelle de Paris (14 avril).  
Inauguration du premier tramway du métropolitain de Paris (19 juillet).  
Théorie des quanta de Max Planck.
- 1902 **Décret de fermeture des écoles congréganistes (ministère Combes).**
- 1903 **Violentes discussions concernant les congrégations.**
- 1904 **Publication de la Théorie physique, son objet, sa structure sous forme d'articles dans la Revue de philosophie (entre avril 1904 et juillet 1905).**  
Loi interdisant l'enseignement à tout congréganiste. Les décrets d'application entraînent la fermeture de 2 500 écoles et la mise sous séquestre des biens de congrégations.
- 1905 **Loi sur la séparation de l'Église et de l'État.**  
Nécessité de grains de lumière (photons). Étincelles ; Théorie de la relativité restreinte.
- 1906 **Première édition complète de La Théorie physique.**  
Dreyfus est réhabilité (12 juillet). Fallières est élu président de la République.
- 1907 **Établissement de l'impôt sur le revenu.**
- 1908 **Dubois refuse d'être proposé pour la Légion d'honneur.**  
L'Action Française, créée en 1899, devient un journal quotidien.  
Lippmann reçoit le prix Nobel pour ses travaux sur les interférences (méthode de reproduction photographique des couleurs).
- 1909 **Mort de la charge de l'Électron par Millikan.**
- 1911 **Publication du Traité d'électrostatique ou de thermodynamique général.**  
Démonstration expérimentale de nocivité de l'atome par Rutherford.



## INDEX BIOGRAPHIQUE

**AMALARI Max (1871-1932).** Physicien allemand. Propagateur des théories de la relativité, cité par Deleury dans *La Science allemande*, publié chez Hermann en 1911.

**AUGER André-Marie (1771-1834).** Mathématicien, physicien et chimiste français. Professeur d'analyse à l'École polytechnique. élu membre de l'Académie des sciences en 1815. Fondateur des premières théories de l'électromagnétisme.

**AYRES Paul (1831-1905).** Mathématicien et physicien français. Élève de l'École Normale Supérieure, professeur à la Sorbonne. élu à l'Académie des sciences en 1892. Recteur de l'Université de Paris de 1899 à 1921.

**ARISTOTE (384-322 avant J.-C.).** Philosophe grec. Précepteur d'Alexandre le Grand. Fondateur du Lycée théorico-pragmatique, ainsi nommé parce que le maître s'entretenait avec ses élèves en se promenant dans les lieux. Auteur de traités fondamentaux d'une physique fondée sur une métaphysique reposant l'existence d'un Dieu, moteur de l'univers. Dans nombre de ses écrits. Deleury fait référence à Aristote dont il éprouve certaines idées (problème de la quantité et de la qualité, etc...).

**AVOGADRO Amedeo (1776-1850).** Chimiste physicien et chimiste italien. Ses travaux ont porté notamment sur la composition moléculaire de la matière.

**BECQUEREL Henri (1852-1908).** Physicien français. Prix Nobel de physique 1903 pour sa découverte de la radioactivité spontanée.

**BELLARMIN Robert (1542-1621).** Théologien italien, docteur de l'Église. Condamné les idées de Copernic et de Galilée.

**BERNARD Claude (1813-1878).** Médecin et physiologiste. Auteur de travaux importants sur la chimie de la digestion et le système nerveux. Professeur au Collège de France. Membre de l'Académie française. Auteur d'un ouvrage populaire : *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*.

**BERT Paul (1811-1886).** Homme politique français. Scientifique. Membre de l'Académie des sciences en 1860. Ministre de l'Instruction publique et des cultes dans le ministère provisoire par Louis Gambetta de Mars-août 1871 au 2<sup>e</sup> janvier 1872. Propagateur des idées helvétiques.

**BERTHELOT Marcelin (1827-1907).** Chimiste français. Auteur de travaux expérimentaux de premier ordre sur la synthèse chimique. Auteur de nombreux ouvrages. Refusa d'utiliser la notation arabe. S'opposa à Deleury à propos du principe du travail mécanique.

**BASTIENNET** Claude-Louis (1748-1822). Chimiste français. Auteur d'ouvrages importants dont les plus connus sont les *Recherches sur les lois de l'affinité* et l'*Essai de statique chimique*, publiés en 1803. Inspirateur des travaux de Deleurye.

**BOHR** Niels (1885-1962). Physicien norvégien danois. Élève de J.J. Thomson et de Rutherford à Cambridge. Auteur d'un modèle planétaire de l'atome basé sur la théorie des quanta et les découvertes de Rutherford. Prix Nobel de physique 1922 « pour le mérite de ses études sur la structure des atomes et le rayonnement qui en résulte ».

**BOZMANN** Ludwig (1844-1906). Physicien allemand. Auteur de travaux sur la théorie cinétique des gaz et la mécanique statistique. Adversaire des énergéticiens.

**BOUSSINESQ** Henri (1886-1931). Physicien français. Élève de l'École Normale Supérieure (promotion 1885-1888). Auteur d'un très grand nombre d'ouvrages et de publications à l'intention de physiciens et d'ingénieurs sur l'ensemble des disciplines constituant les sciences physiques. Professeur de physique à la faculté des sciences de Toulouse.

Ami et grand admirateur de Deleurye. Très critique à l'égard du système de formation des ingénieurs et de l'enseignement scientifique dispensé en France.

**BRANCOINTE** Joseph (1842-1929). Mathématicien et physicien théoricien français. Auteur de nombreux travaux sur la mécanique. Professeur de physique mathématique et de mécanique physique à la Sorbonne.

**BRETT** Edmond (1886-1932). Professeur de physique générale à la faculté des sciences de Paris. Membre du jury de thèse qui attribua le titre de docteur en sciences mathématiques à Deleurye le 26 octobre 1888.

**BRADLA** Pierre (BRANCONIUS) (1851-1905). Explorateur d'origine italienne, naturalisé français en 1874. Fondateur de Brazzaville (1880). Commissaire de gouvernement français au Congo de 1887 à 1891.

**BRILLANT** Armand (1862-1952). Homme politique français. Secrétaire général du Parti socialiste français en 1901. Fût brièvement ministre ou député entre 1906 et 1952. Prix Nobel de la paix en 1926. A joué un rôle important dans la Société des Nations après la Première Guerre mondiale.

**BULLIARD** Marcel (1874-1948). Physicien influent dans la communauté scientifique française ; auteur d'une réponse remarquable à l'article d'Chervin intitulé « La théorie de l'atomeisme contemporain ».

**BURNES** Jean (1886-1958) (1886-1958). Philosophe socialiste français. Recteur de l'Université de Paris en 1927. Deleurye s'attacha à découvrir dans ses œuvres les sources des découvertes ultérieures de la mécanique.

**CARNOT** Sadi (1796-1832). Physicien français. Fils de Lazare Carnot, l'organisateur de la Victoire. Auteur des *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. Dans cet ouvrage fondamental se trouve énoncé, pour la première fois, le second principe de la thermodynamique.

**CAYOT Jules (1821-1912).** Homme politique français. Ministre de la Justice de 1880 à 1882 dans trois ministères différents.

**CLAUDEY Alexis-Claude (1711-1782).** Astronome et physicien français, membre de l'Académie des sciences à partir de 1731. A prôné avec une persistance d'un mois la date de retour de la comète de Halley en 1758.

**CLAUSIUS Rudolf Emanuel (1822-1888).** Physicien allemand. A donné une formulation mathématique du second principe de la thermodynamique. Inventeur du mot « entropie », fonction d'état qui résulte de ce second principe.

**COMBES Émile (1825-1921).** Homme politique français. Président du Sénat de 1894 à 1895. Président du Conseil, avec le portefeuille de l'Intérieur et des Cultes, de 1902 à 1903. Émile Combes joue un rôle essentiel lors du vote de la loi de séparation de l'Église et de l'État (9 décembre 1905) et dans la rupture des relations entre la France et le Vatican (30 juillet 1909). Ministre d'État dans le ministère Aristide Briand du 29 octobre 1915 au 12 décembre 1916.

**COPERNIC Nicolas (1473-1543).** Astronome polonais. Auteur du *De revolutionibus orbium coelestium*, publié à titre posthume en 1543, qui propose une nouvelle vision de l'Univers : le soleil est au centre du monde.

**COSSU Alfred (1841-1902).** Physicien français connu pour ses travaux sur l'optique (mesure de la vitesse de la lumière). Membre de l'Académie des sciences à partir de 1878.

**COURMES Charles-Jacq (1754-1806).** Physicien français. A établi des lois fondamentales en électricité et magnétisme. A également étudié le frottement mécanique.

**DARBOUX Gaston (1842-1917).** Mathématicien français, connu de travaux sur la théorie des surfaces. Professeur de géométrie supérieure à la Sorbonne. Membre de l'Académie des sciences en 1894, puis secrétaire perpétuel à partir de 1908. Fut membre du jury de thèse qui conféra le titre de docteur en sciences mathématiques à Goursat, le 30 octobre 1889.

**DARWIN Charles (1809-1882).** Naturaliste et biologiste anglais. Auteur de *L'Origine des espèces*. Fondateur des théories évolutionnistes. Violamment critiqué pour ses idées par les tenants des théories créationnistes.

**DAUBRY Louis.** Professeur. Fondateur de la Ligue de la Paix Française. Auteur le 31 décembre 1898, avec Gabriel Syrota, d'un appel signé par des intellectuels, des membres de l'Institut, des professeurs au Collège de France, des professeurs d'Universités contre la révision du procès Dreyfus.

**DEBRAY Henri (1821-1888).** Chimiste français. Membre de l'Académie des sciences à partir de 1877.

**DUBOIS Victor (1862-1938)**, Philosophe français spiritualiste. Auteur de travaux sur la philosophie de Kant et de Spinoza. Ami de Duboué.

**DUBOIS Séphane-Marcel (1871-1968)**, Chimiste français. Collaborateur de Berthelot.

**DIOCRÈTE (v.460-v.178 avant J.-C.)**, Philosophe grec. Premier « stoïcien ». Diocrète propose une théorie matérialiste fondée sur l'existence d'atomes insécables en admettant l'existence du vide.

**DUBOIS Théophile (dit) (1872-1917)**, Physico-chimiste belge. Professeur à l'Université de Bruxelles. Célèbre pour ses travaux sur l'affinité chimique.

**DUBOIS Alfred (1879-1915)**, Polytechnicien et officier d'artillerie. Accusé à tort d'avoir fourni des renseignements secrets à l'Allemagne. Condamné à la déportation à l'Île du Diable lors du procès de 1894. La bataille pour la révision du procès aboutit en 1906 à l'acquiescement de Dreyfus et à sa réintégration dans son grade.

**DUBOIS Edmond (1844-1917)**, Journaliste français, animateur de mouvements liés à l'extrême-droite nationaliste et antisémite. Fondateur de *La Libre Parole* en 1892, journal qui deviendra violemment antisémite à partir des 189. Auteur de *La France Juive* en 1892.

**DUBOIS Jean-Baptiste (1808-1884)**, Chimiste français. Auteur de célèbres *Leçons sur la philosophie chimique* professées au Collège de France en 1848. Opposé à la théorie atomique.

**DUBOIS Arthur Stanley (1862-1944)**, Physicien et astronome anglais. Mit à la théorie de la relativité générale en montrant en évidence l'affaiblissement (courbure des rayons lumineux) lors de l'éclipse totale de soleil du 29 mai 1919. Auteur de nombreux ouvrages de synthèse, notamment *L'Univers en expansion* (1933).

**DUBOIS Albert (1879-1958)**, Grand physicien d'origine allemande. Auteur de travaux de synthèse. A montré la théorie de la relativité restreinte en 1905, puis celle de la Relativité générale en 1916. N'a, semble-t-il, jamais rencontré Duboué.

**DUBOIS Leonhard (1707-1783)**, Mathématicien suisse, élève de d'Alembert. Auteur de travaux sur le calcul différentiel et le calcul intégral. A travaillé sur les domaines des mathématiques.

**DUBOIS Jean-Benoît (1823-1911)**, Entomologiste français. Auteur de travaux sur les mœurs des insectes. Également connu pour ses œuvres de vulgarisation scientifique.

**DUBOIS Michael (1791-1867)**, Physicien anglais. Auteur de travaux dans le domaine de l'électricité et des magnétisme (question d'un aimant sur un circuit fermé de l'induction, loi de l'électrostatique...).

**FAYAT Jules (1812-1893)**. Homme politique français. Ministre de l'Instruction publique de 1879 à 1881. Président du Conseil de 1885 à 1888. Auteur et défenseur des lois sur l'enseignement primaire laïque et obligatoire. Défenseur et promoteur de la politique de colonisation de la France (Tunisie, Congo, Madagascar...). Président du Sénat en 1893.

**FAYAT Charles (1826-1896)**. Homme politique français. Avocat, journaliste. Président du Conseil des ministres en 1888.

**FÉLIX Augustin (1788-1827)**. Physicien français. Auteur d'importants travaux sur la diffraction, la polarisation et la double réfraction de la lumière.

**FUREL DE COLLANON Numa-Denis (1808-1895)**. Historien et universitaire français. Professeur à l'École Normale Supérieure, puis à la Sorbonne.

**GALILEI Galileo Galilei (1564-1642)**. Astronome et physicien italien. Défenseur des thèses copéricaines, conduisant à la chute d'un procès célèbre.

**GAZDARTE Léon (1834-1882)**. Homme politique français. Avocat. Dirigent de l'opposition républicaine et radicale dès 1872. Président de la Chambre des députés en 1879. Président du Conseil en 1881.

**GAUSS Carl Friedrich (1777-1855)**. Grand mathématicien, physicien et astronome allemand, un des scientifiques les plus influents de son siècle.

**GAUSSON Louis-Joseph (1778-1856)**. Physicien et chimiste français. Auteur de travaux sur la dilatation des gaz. Élu à l'Académie des sciences en 1844.

**GAZDARTE Denis (1834-1918)**. Chimiste français. Professeur à l'École Normale Supérieure. Examinateur de Dehans en chimie lors de l'examen d'entrée. Auteur de travaux sur les changements d'état (sublimation, cristallisation).

**GAUSS Josiah Willard (1833-1905)**. Mathématicien et physico-chimiste américain. Professeur à l'université Yale (Connecticut). Auteur d'un mémoire fondamental sur l'équilibre et l'évolution des systèmes chimiques. Correspondant de Dehans.

**GLANVILLE Paul (nd en 1904)**. Physico-chimiste belge. Auteur de nombreux travaux sur la thermodynamique des processus irréversibles. Collaborateur d'Élie Prigogine.

**GOSSERT Jean-Augustin (1831-1916)**. Géologue et paléontologue français.

**GAZDARTE Jules (1807-1891)**. Homme politique français. Républicain. Président de la République de 1879 à 1887.

**GOURAÏN Jean (mort en 1962)**. Fondateur du Journal *Le Croix*. Agrégé d'histoire. Un des cinq membres du « groupe de Cahen-Solovine ». Ami de Dehans.

**HADAMARD Jacques (1865-1933)**, Mathématicien français. Élève de l'École Normale Supérieure (promotion 1884-1887). Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux de 1895 à 1897, à la Sorbonne de 1897 à 1909, au Collège de France de 1909 à 1917. Son séminaire a ainsi pendant un demi-siècle le rôle mathématique français.

**HAUPTMANN Oskar (1850-1915)**, Physicien et ingénieur anglais. Auteur d'une formule généralisée de l'équation des télégraphistes  $\frac{d^2V}{dx^2} = -\gamma V$  sur la propagation d'un signal électrique le long d'un fil télégraphique de section circulaire - probablement proposée par Kirchhoff.

**HELMHOLTZ Hermann (1804) (1821-1894)**, Chimiste, physicien et mathématicien allemand. Énergéticien avant la lettre. Ses travaux en acoustique (théorie des sons, résonateur pour analyse et synthèse des sons) sont seuls cités.

**HEURY Hubert (1846-1898)**, Chef de service du centre-espionnage au moment de l'affaire Dreyfus (1894). Auteur d'un faux décret à condamner ce dernier. Condamné, il se suicide dans sa cellule après son arrestation.

**HERMITE Charles (1822-1901)**, Mathématicien français. Auteur de travaux fondateurs sur la théorie des nombres et les fonctions elliptiques. Membre de jury qui refuse la thèse de Duhamel le 20 octobre 1884.

**HERR Luden (1864-1926)**, Bibliothécaire de l'École Normale Supérieure. Influence fortement les options sociales de Jean Jaurès et de Léon Blum. Actif dans la campagne pour la réélection du prêtre Deryfus. Collaborateur du journal *L'Humanité* au moment de sa fondation en 1904.

**HERTZ Heinrich (1857-1894)**, Physicien allemand. A vérifié expérimentalement les théories de Maxwell (impédances de l'oscillateur de Hertz, 1886). Découvre en 1888 les ondes électromagnétiques et l'effet photoélectrique.

**HOFMEISTER August Friedrich (1842-1929)**, Physico-chimiste allemand. Intéressé de manière sur la dissociation chimique. Cité par Duhamel dans son introduction à la mécanique chimique.

**HURWITZ Pierre Henri (1811-1887)**, Mathématicien et mécanicien français. Auteur de travaux fondamentaux sur la propagation des ondes dans les fibres et d'études sur les turbines à vapeur.

**HUYGENS Christiaan (1629-1695)**, Physicien et astronome hollandais. S'installe en France en 1665 sous la protection de Colbert, qui le fait entrer à l'Académie des sciences.

**JOURNÉE Jean (1879-1914)**, Homme politique français. Secrétaire. Fondateur de *L'Humanité*. Entré à l'École Normale Supérieure en 1898, devient secrétaire en 1899. Brillant orateur, député de Calvados, participe aux luttes des ouvriers mineurs. Tenté de priver la guerre et meurt assassiné le 31 juillet 1914.

**KEPLER Johannes (1571-1630)**. Mathématicien, physicien et astronome allemand. Se réfugia à Prague vers 1600 à la suite de persécutions religieuses. Ses travaux de mécanique céleste sur les orbites elliptiques des planètes (lois de Kepler) confirmèrent et complétèrent les idées de Copernic.

**KERSTEN Gustav Robert (1824-1887)**. Physicien allemand. Auteur de travaux dans le domaine de l'optique et de l'électrostatique. Un des fondateurs de l'énergétique, proche d'Otto von Guericke. Auteur de la phrase célèbre : « À la première explication de la Nature, substituez la description des faits », vivement contestée par les atomistes.

**LAGRANGE Joseph Louis Henri (1734-1813)**. Zoologiste français. Professeur au Muséum d'histoire naturelle et à la Sorbonne. Fondateur des Archives de zoologie expérimentale. Membre influent de l'Académie des sciences. Ami de Berthelot.

**LAGRANGE Joseph (1762-1846)**. Conventionnel. Un des fondateurs de l'École Normale de l'an III.

**LAGRANGE Paul (1873-1946)**. Physicien français. Auteur de recherches sur le magnétisme, le mouvement brownien et les ultra-sons. Professeur de physique au Collège de France en 1928. Directeur de l'École de Physique et Chimie de Paris en 1925. Membre de l'Académie des sciences en 1934. Ami d'Einstein et vulgarisateur des théories de la relativité. Militant antifasciste. Fondateur de Comité Amsterdam-Peyol contre la guerre et le fascisme et du Comité de vigilance des intellectuels antifascistes en 1933. Résistant, arrêté en 1940, puis libéré. Fondateur de la revue *La Pensée*, revue de rationalisme moderne. Adhère en 1944 au Parti Communiste français. Préside à la Libération, avec Henri Wallon, une commission de réforme de l'enseignement.

**LAGRANGE Pierre-Simon (2<sup>e</sup>) (1749-1827)**. Mathématicien, physicien et astronome français. Professeur à l'École polytechnique. Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie française. Auteur de travaux remarquables, notamment l'Équation du système du monde. Homme politique. Ministre de l'Intérieur en 1798. Pair de France en 1815.

**LAUE Max (1878-1960)**. Physicien allemand. Fils de Paul. Professeur à l'université de Berlin. Aroust défenseur des théories de la relativité. Auteur d'un ouvrage publié en 1911 sur la relativité restreinte, puis en 1921 sur la relativité généralisée. Prix Nobel de physique 1914 « pour sa découverte de la diffraction des rayons X dans les cristaux ».

**LAURENT Eugène (1842-1922)**. Historien français. Professeur d'histoire à la Sorbonne en 1888. Membre de l'Académie française en 1902. Auteur de nombreux ouvrages historiques, notamment une *Histoire de France des origines à nos jours*.

**LAURENT Antoine-Laurent (2<sup>e</sup>) (1743-1794)**. Chimiste et physicien français. Ses travaux les plus connus portent sur le rôle de l'oxygène dans la combustion. Il établit, à partir des expériences sur la composition de l'air, la loi de conservation de la masse. L'oxygène fut isolé en 1774, au moment de la Terreur, comme gaz simple général.

**LE CHATELAIN** Henry (1850-1906). Chimiste français. Traducteur des travaux de Gibbs. Travaux, en dehors de la chimie où il traite la loi générale de déplacement des équilibres, à la métallurgie et à l'organisation du travail. Refusa les travaux de Taylor à ce sujet.

**LECOMTE** Georges (1845-1922). Physicien français. Auteur de travaux et de publications sur la thermodynamique.

**LEON** Louis (1846-1917). Professeur de philosophie à la faculté des lettres de Bordeaux, avant de faire carrière dans l'administration universitaire. Influent directeur des enseignements supérieurs de 1894 à 1895.

**LEPROUX** Gabriel (1840-1925). Physicien français. Élève de l'École Normale Supérieure. Élu à l'Académie des sciences en 1896. Membre et président du jury qui refusa la thèse de Duhem le 30 octobre 1894. Ami de Bachelard. Prix Nobel de physique 1908 « pour sa méthode de reproduction photographique des rayons, fondée sur le phénomène de fluorescence ».

**LORENTZ** Hendrik-Antoon (1853-1928). Mathématicien et physicien hollandais. Professeur de physique à l'Université de Leyde. Auteur et coauteur d'un outil mathématique qui conduisit à la théorie de la relativité. Récipié en 1902 le prix Nobel de physique qu'il partagea avec Pieter Zeeman pour ses « recherches sur l'influence du magnétisme sur les phénomènes de rayonnement ».

**LOTZE** (p. 96-110, 1-1-C, 1). Poète et philosophe allemand. Auteur de célèbres poèmes. De nature Averroès dans lequel il défend l'idée de l'existence d'un être et une philosophie naturelle et matérialiste. Disciple d'Épictète et de Démocrite.

**MAC-MAURON** Edme (1801) (1808-1891). Homme politique. Général. Président de la République en 1875. Succéda à Thiers. Censuré pour son attachement à « l'ordre moral ».

**MARTELL** François-Jacques-Dominique (1812-1896). Inspecteur général des mines. Professeur de géologie à la faculté des sciences de Rennes. Auteur de travaux importants sur les fonctions caractéristiques de la thermodynamique appelées plus tard, notamment par Duhem, potentiels thermodynamiques.

**MATHEW** James Clerk (1831-1879). Physicien anglais. Auteur d'une théorie unificatrice des sciences de l'électricité, de l'électrocinétique et de magnétisme. Duhem a combattu les méthodes de Maxwell tout en reconnaissant la validité de ses théories.

**MICHELSON** Albert (1852-1931). Physicien anglais. Italien, avec Morley. Expériences avec de Michelson-Morley dans les résultats « négatifs » ses permis d'étudier la constance de la vitesse de la lumière dans tout repère galiléen ou des fondements de la théorie de la relativité. Prix Nobel de physique 1907 « pour ses instruments optiques de précision et pour les recherches optiques classiques et métrologiques effectuées à l'aide de ces instruments ».

**MICHAELIS Herman (1864-1936)**. Physicien. Professeur à l'École polytechnique de Zurich au moment où Einstein y fut élève.

**MILLER Edward (1858-1932)**. Physicien expérimentateur anglais. Collaborateur de Michelson.

**MUSCOTT Ottaviano Fabrizio (1776-1841)**. Physicien italien. Auteur de travaux sur la polarisation des diélectriques.

**NAUMANN Walter (1864-1941)**. Physico-chimiste allemand. Élève d'Oswald. Continuateur de l'œuvre de Gibbs. Prix Nobel de chimie 1920 « en reconnaissance de ses travaux de thermochimie ».

**NEWTON Isaac (1642-1727)**. Mathématicien, physicien et astronome anglais. Auteur des Principes mathématiques de la philosophie naturelle, un des textes fondateurs de la science moderne.

**NUMATA Hans-Christian (1871-1931)**. Physicien danois. L'expérience d'Oswald (1928) fonde les études portant sur le champ magnétique créé par un courant, partie importante de l'électromagnétisme.

**OLLIVIERIER Léon (1819-1898)**. Philosophe catholique français. Auteur de travaux sur la philosophie de Malebranche et la morale d'Arleson. élu membre de l'Académie des sciences morales en 1897.

**OSWALD Nicola (v. 1828-1912)**. Élué de Liégeois intéressé par les questions théoriques et pratiques de la mécanique. D'abord le considère comme l'un des artisans et des précurseurs des grandes avancées scientifiques du *xv* et du *xvii* siècles.

**OSWALD Andreas Hermann (dit) (1498-1552)**. Théologien catholique du *xv* siècle. Auteur principal de la préface de saut posthume *De revolutionibus* de Copernic. Cette préface-trait doctrinal, selon Dubois, a entraîné le scandale provoqué par la publication de l'ouvrage de Copernic dans les écoles étant considérées comme contraires aux textes sacrés. Oswald reprenait l'édition de *De revolutionibus*, publié en 1543.

**OSWALD Wilhelm (1857-1932)**. Physicien et chimiste allemand. Professeur de l'École des polytechniques. Correspondant régulier de Dubois. Prix Nobel de chimie 1909 « pour ses travaux sur la catalyse et ses travaux préparatoires sur les conditions d'équilibre chimique et de vitesse de réaction ».

**PAINLEVÉ Paul (1863-1943)**. Mathématicien et physicien français. Normalien (1883-1886). Auteur de travaux de recherche en mécanique des fluides. Membre de l'Académie des sciences à partir de 1900. Homme politique : des. Membre de l'Instruction publique en 1911, ministre de la Guerre en 1917, président du Conseil de septembre à novembre 1917. Organisa les recherches en aérodynamique de l'industrie militaire pendant la guerre de 1914-1918. De nouveau ministre de la Guerre dans plusieurs ministères entre 1922 et 1930, président du Conseil en 1934 et en 1935, ministre de l'Air en 1936-1937 et 1942-1943.

Grand ami de Dubois, rencontré à l'École Normale Supérieure puis à Lille. L'affaire Dreyfus brisera cette amitié. Paul Painlevé fonde la Ligue des Droits de l'Homme à l'occasion de l'Affaire.

**PAUL SAINT-PIERRE** (mort en 1885). Écrivain catholique français. Docteur de la Faculté catholique de Lille. Directeur de la *Revue de Philosophie*. Directeur de la *Revue chimique*. Ami de Dubois.

**PERROT Jean** (1859-1942). Physicien français. Prix Nobel 1928 pour ses travaux sur la structure de la matière. Atomiste. Auteur d'ouvrages de synthèse sur les grandes questions de la recherche en physique. Professeur principal du Palais de la Découverte, installé au Grand-Palais, à Paris en 1936.

**PERROT Émile** (1856-1941). Mathématicien français. Professeur à l'Université de Toulouse de 1879 à 1885, puis professeur à la Sorbonne, chargé de cours de calcul différentiel et intégral. Membre de l'Académie des sciences à partir de 1889. Secrétaire perpétuel de cette académie de 1917 à 1941. Auteur d'un texte dogmatique sur la vie et l'œuvre de Pierre Dubois, lu à l'Académie des sciences le 12 décembre 1921, bien qu'ayant fait partie du jury qui refuse le travail de thèse de Dubois le 20 octobre 1886.

**PLANCK Max** (1858-1947). Physicien allemand. Élève de Kirchhoff qui le pousse à l'étude des radiations. Professeur à Kiel, puis à Berlin où il dirige l'Institut de physique théorique. Fondateur de la théorie des quanta. Prix Nobel de physique 1918. « en reconnaissance des services qu'il a rendus pour le développement de la physique par la découverte de l'électron (quantum d'action) ».

**POINCARÉ Henri** (1854-1942). Mathématicien français. Auteur de travaux théoriques et de synthèses dans les domaines les plus divers. Membre de jury de thèse qui rendra le titre de docteur en sciences mathématiques à Pierre Dubois le 20 octobre 1886.

**POISSON Denis** (1781-1842). Mathématicien et physicien français. Auteur d'une *Mémoire mathématique de la chaleur*, d'une *Théorie du calcul des probabilités* et d'un *Traité de mécanique*. Élève de l'École polytechnique. élu à l'Académie des sciences en 1812.

**POISSON Pierre** (1867-1911). Élève de l'École Normale Supérieure, section Sciences, promotion 1886-1889. Catholique mystique, il fut l'organisateur, l'animateur, l'âme « de la communauté catholique à l'École Normale Supérieure au cours de sa scolarité. Reconnut Dubois à plusieurs reprises à Bordeaux. Joua un rôle important dans la conversion d'Ernest Lavisse à la fin de sa vie.

**PROUDHON Ilya** (né en 1917). Physicien et chimiste de l'École de Bruxelles. Prix Nobel de Chimie 1959 pour ses travaux sur la thermodynamique des processus irréversibles.

**QUÉTELET DE BRILLON Jean Louis-Armand** (1801-1892). Néerlandais français. Membre de l'Académie des sciences en 1852. Auteur de travaux en son temps. Partisan et défenseur de l'idée de l'école unique de l'Europe française.

**BASSET Macquorn** (1828-1872). Physicien anglais. Fondateur de l'énergétique.

**BARTON John William Strutt** (1842-1919). Physicien anglais. Professeur de physique expérimentale en 1878, successeur de Maxwell à ce poste. Nommé en 1898 professeur de philosophie naturelle à l'Institut Royal de Londres. Prix Nobel de physique 1904 « pour ses recherches sur la densité des principes gazeux et sa découverte, en rapport avec ses recherches, de l'argon ».

**BASTIEN Joseph** (1826-1902). Collaborateur de Gambetta. Milita pour la révision du procès Dreyfus.

**BAYLE Ernest** (1825-1892). Philosophie, Histoire de la religion, Poésies, Américanisme. Auteur d'une *France Atée*, vivement critiquée par le clergé. Ami de Marcelin Berthelot.

**BECKING Wilhelm Conrad** (1845-1923). Physicien allemand. Découvre les rayons X en 1895. Prix Nobel de physique 1901 « en reconnaissance des mérites éminents dont il a fait preuve par la découverte des rayons qui portent aujourd'hui son nom ».

**BECHMANN Ernest** (1871-1917). Physicien anglais. Découvre « l'actinium », puis le noyau de l'uranium. Prix Nobel de chimie 1908 « pour ses recherches sur la désintégration des éléments et la chimie des matières radioactives ».

**BECHMANN DEVELLE Henri-François** (1818-1883). Chimiste français. Professeur de chimie à l'École Normale Supérieure. Auteur de travaux expérimentaux et théoriques sur la dissociation des corps.

**BECHMANN Gabriel** (1844-1904). Historien naturaliste, animalier. Militant social-démocrate. Fondateur de la Ligue de la Patrie française. (Voir Diction.)

**BERG Hippolyte** (1823-1891). Philosophe français. Professeur à l'École des Beaux-Arts. Membre de l'Académie française (1875). Partisan et promoteur de la philosophie du progrès, puis philosophe conservateur, oppose parfois ses figures aux idées progressistes et révolutionnaires.

**BERNARD Jules** (1844-1918). Mathématicien français. Directeur de l'École polytechnique.

**BERNARD Paul** (1844-1904). Frère du précédent. Historien des sciences mathématiques. Travaux avec l'appui de Darboux de haute valeur dans l'histoire des sciences au Collège de France en 1903... en vain.

**BERNARD Adolphe** (1791-1877). Homme politique français. Ministre de l'Intérieur sous le règne de Louis-Philippe. Président du Conseil à plusieurs reprises puis président de la République en 1871.

Renversé par les monarchistes en 1871 au profit de Mac-Mahon. Partisan d'une république conservatrice. Thiers joue un rôle décisif dans l'organisation de la répression sanglante contre la Commune de Paris (18 mars-28 mai 1871).

**FRANÇOIS HENRI PIERRE HÉROLD JULIEN** (1828-1909). Chimiste danois surnom Dubois attribué les premiers travaux de thermochimie.

**FRANÇOIS JOSEPH JOHN** (1836-1903). Physicien anglais. Professeur au Collège de La Trinité de l'Université de Cambridge. Participe à la découverte de l'itérium. Prix Nobel de physique 1906 « en reconnaissance des grands mérites que lui a fait preuve dans ses recherches théoriques et expérimentales sur le passage de l'électricité à travers les gaz ».

**VAN DER WAALS Johannes Diderik** (1837-1923). Physicien hollandais. Professeur de physique à l'Université d'Amsterdam. Auteur de travaux sur la solubilité des fluides liquides et gazeux. Prix Nobel de physique 1910 « pour ses travaux concernant l'équation de l'état d'aggrégation des gaz et des liquides ».

**VOLT MORT JACOBUS-HENRIQUE** (1852-1911). Physico-chimiste néerlandais. Auteur de travaux importants sur la mécanique des réactions chimiques. Dubois écrit en 1900 un article sur l'œuvre de Van't Hoff qu'il admirait. Prix Nobel de Chimie 1904 « pour la découverte des lois de la chimie dynamique et de la pression osmotique dans les solutions ».

**WALD FRANKLICH** (1861-1936). Physico-chimiste tchèque. Élève d'Osvald. Correspondant de Dubois.

**WURTZ CHARLES-AUGUSTE** (1817-1884). Chimiste français. Auteur d'un de fondateurs de chimie. Tous d'associés, comme l'avis de la communauté de chimistes, la notation atomique et se heurte aux attitudes fort rétrogrades de ses collègues, notamment de Berthelot et de Dubois.

**YOUNG THOMAS** (1773-1829). Médecin et physicien anglais. Auteur de travaux sur l'épique (diffraction). Expérimentateur avisé. La conception de la physique défendue par Young a été vivement attaquée par Dubois.

## Œuvres essentielles de Pierre Duhem

## Ouvrages publiés séparément

1. *Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à la théorie des phénomènes électroscopiques* ; 1 vol. in-8°, XII-266 pp., Hermann, 1888.
2. *Hydrodynamique, élastostatique, acoustique*, cours professé à la faculté des sciences de Lille ; 2 vol. in-4° autographiés, Hermann, 1891.  
Premier volume : *Phénomènes généraux, des corps fluides* ; IV-378 pp.  
Second volume : *Les fils et les membranes, les solides élastiques, l'acoustique*, 312 pp.
3. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme* ; 3 vol. in-8°, A. Gauthier-Villars et Co, 1891-1892.  
Tome I : *Les corps conducteurs à l'état permanent*, VIII-360 pp.  
Tome II : *Les aimants et les courants électroscopiques*, 480 pp.  
Tome III : *Les courants induits*, 528 pp.
4. *Introduction à la mécanique chimique* ; 1 vol. in-8°, 188 pp., Gauth. Ar. Henst, 1893.
5. *Précis élémentaire de mécanique chimique, fondée sur la thermodynamique* ; 4 vol. in-8°, Hermann, 1897-1899.  
Tome I : *Introduction, Principes fondamentaux de la thermodynamique, État d'équilibre et explosion*, VIII-320 pp.  
Tome II : *Équations et modifications analogues, Constante de l'état liquide et de l'état gazeux, Dissociation des gaz parfaits*, 578 pp.  
Tome III : *Les mélanges homogènes, Les alliages*, 380 pp.  
Tome IV : *Les mélanges étendus, Statique chimique générale des systèmes hétérogènes*, 381 pp.
6. *Thermodynamique et chimie, Leçons élémentaires à l'usage des chimistes* ; 1 vol. in-8°, 496 pp., Hermann, 1902.
7. *Thermodynamique et chimie, Leçons élémentaires, seconde édition entièrement refondue et considérablement augmentée* ; 1 vol. in-8°, XII-578 pp., Hermann, 1910.
8. *Un fragment inédit de l'Œuvre posthume de Roger Bacon, précédé d'introduction et de fragments* ; 1 vol. in-8°, 181 pp., Act. Claret August. Quinquabail, et autographié Collège S. Bonaventura, 1909.

9. *Traité d'électrologie ou de électrodynamique générale* : 2 vol. in-8°, Gauthier-Villars, 1917.

Tome I : Conservation de l'énergie, Mécanique rationnelle, Statique générale, Déplacement de l'équilibre, 328 pp.

Tome II : Dynamique générale, Conductibilité de la chaleur, Stabilité de l'équilibre, 368 pp.

10. *La science du monde. Étude des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* : A. Hermann et fil.

Tome I : La cosmologie antique, 312 pp., 1913.

Tome II : La cosmologie hellénique (fin), L'astronomie latine au Moyen Âge, 322 pp., 1914.

Tome III : L'astronomie latine au Moyen Âge (suite), 348 pp., 1915.

Tome IV : L'astronomie latine au Moyen Âge (fin), La crise de l'aristotélisme, 397 pp., 1916.

Les six volumes suivants ont été publiés, sous le patronage de l'Académie des sciences, après la mort de l'auteur :

Tome V : La crise de l'aristotélisme (fin), 396 pp., 1917.

Tome VI : Le reflux de l'aristotélisme, 1918.

Tome VII : La physique parvenue au 17<sup>e</sup> siècle, 1919.

Tome VIII : La physique parvenue au 18<sup>e</sup> siècle, 1920.

Tome IX : La physique parvenue au 19<sup>e</sup> siècle, 1920.

Tome X : La cosmologie du 19<sup>e</sup> siècle. Études et universités au 19<sup>e</sup> siècle, 1920.

11. *La science allemande* : 1 vol. in-12°, 145 pp., A. Hermann et fil., 1913.

12. *La chimie en elle-même aux sciences françaises ?* 1 vol. in-12°, 337 pp., A. Hermann et fil., 1914.

#### Articles réunis en volumes

1. *Le monde et la constitution chimique, essai sur l'évolution d'une idée* : 1 vol. in-8°, 288 pp., C. Naud, 1902.

Première partie : Des origines à la révolution chimique, *Revue de philosophie*, première année, 1900-1901, t. I, p. 691.

Seconde partie : De la révolution chimique jusqu'à nos jours, *Ibid.*, première année, 1900-1901, t. I, pp. 167, 171 et 426.

2. *Les théories électrostatiques de J. Clerk Maxwell, étude historique et critique* : 1 vol. in-8°, 228 pp., Hermann, 1901.

Introduction : *Annales de la société scientifique de Bruxelles*, t. XXIV, 1<sup>re</sup> partie, Mémoires, pp. 239-253, 1900.

Première partie : Les électrostatiques de Maxwell, *Ibid.*, t. XXV, 1<sup>re</sup> partie, Mémoires, pp. 1-90, 1901.

Seconde partie : L'électrodynamique de Maxwell, *Ibid.*, pp. 263-473, 1901.

3. *Recherches sur l'hydrodynamique* : Première série, 1 vol. in-8°, 212 pp., Gauthier-Villars, 1903, contenant :

Première partie : Sur les principes fondamentaux de l'hydrodynamique, *Annales de la faculté des sciences de Toulouse*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 315, 1901.

Deuxième partie : Sur la propagation des ondes, *Ibid.*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 179, 1901, et t. IV, p. 101, 1902.

Troisième partie : Des quasi-ondes, *Ibid.*, 2<sup>e</sup> série, t. V, p. 3, 1903.

4. Recherches sur l'hydrodynamique, seconde série ; 1 vol. in-8°, 311 pp., Gauthier-Villars, 1904, contenant :

Quatrième partie : Des conditions aux limites, *Annales de la faculté des sciences de Toulouse*, 2<sup>e</sup> série, t. V, pp. 23 et 197, 1903.

Cinquième partie : Le théorème de Lagrange et les conditions aux limites, *Ibid.*, 2<sup>e</sup> série, t. V, p. 211, 1903.

Sixième partie : Sur les deux coefficients de viscosité et la viscosité au voisinage de l'état critique, *Ibid.*, 2<sup>e</sup> série, t. V, p. 377, 1903.

5. L'Évolution de la mécanique ; 1 vol. in-12, 368 pp., A. Franck, 1903. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, t. XIV, 1903, pp. 65, 119, 171, 245, 299, 352 et 418.

6. Les origines de la statique ; 2 vol. in-8°, 360 pp. et 364 pp., Hermann, 1903-1906. *Revue des questions scientifiques*, 3<sup>e</sup> série, t. IV, 1903, p. 462 ; t. V, 1904, p. 580 ; t. VI, 1904, pp. 3 et 294 ; t. VII, 1905, pp. 98 et 462 ; t. VIII, 1905, pp. 113 et 508 ; t. IX, 1906, pp. 113 et 503 ; t. X, 1906, p. 65.

7. Recherches sur l'élasticité ; 2 vol. in-8°, 328 pp., Gauthier-Villars, 1906, contenant :

Première partie : De l'équilibre et du mouvement des milieux élastiques, *Annales de l'École Normale supérieure*, 3<sup>e</sup> série, t. XXXI, 1904, p. 99.

Deuxième partie : Les milieux élastiques peu déformés, *Ibid.*, t. XXXI, 1906, p. 375.

Troisième partie : La stabilité des milieux élastiques, *Ibid.*, t. XXXII, 1905, p. 141.

Quatrième partie : Propriétés géométriques des ondes au sein des milieux élastiques et non élastiques, *Ibid.*, t. XXXIII, 1906, p. 169.

8. La théorie physique, son objet et sa structure ; 1 vol. in-8°, 438 pp., Chevalier et Rivière, 1906. *Revue de philosophie*, 4<sup>e</sup> année, 1906, vol. L, pp. 387, 542 et 643 ; 4<sup>e</sup> année, 1906, vol. II, pp. 121, 241, 353, 535 et 712 ; 5<sup>e</sup> année, 1907, vol. I, pp. 25, 167, 377 et 519.

9 *Ibid.* La théorie physique, son objet et sa structure ; 2<sup>e</sup> édition augmentée, Rivière, 1914.

9. Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a été et ceux qui l'ont été ; Première série, 11 vol. in-8°, VIII-523 pp., Hermann, 1906, contenant : Albert de Saxe et Léonard de Vinci, *Bulletin italien*, t. V, 1905, pp. 1 et 115.

Léonard de Vinci et Villalpando, *Ibid.*, t. V, 1905, p. 227.

Léonard de Vinci et Bernardino Baldi, *Ibid.*, t. V, 1905, p. 309.

Bernardino Baldi, Roberval et Descartes, *Ibid.*, t. VI, 1906, p. 25.

Théon le fils du juif et Léonard de Vinci, *Ibid.*, t. VI, 1906, pp. 97 et 103.

Léonard de Vinci, Cardan et Bernard Palissy, *Ibid.*, t. VI, 1906, p. 289.

La Science de poudrières et Léonard de Vinci.

Albert de Saxe.

(Les deux derniers articles n'ont été publiés dans aucune revue.)

Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lus; *Seconde série*, 1 vol. in-8°, IV-474 pp., Hermann, 1909, contenant :

Léonard de Vinci et les deux infinis.

Léonard de Vinci et la pluralité des mondes (ces deux articles n'ont été publiés dans aucune revue).

Nicolas de Cusa et Léonard de Vinci (*Bulletin italien*, t. VII, 1907, pp. 67, 181 et 214; t. VIII, 1908, pp. 18 et 214).

Léonard de Vinci et les origines de la géologie, *Ibid.*, t. VIII, 1908, pp. 127 et 230.

Études sur Léonard de Vinci :

seconde série : Léonard de Vinci et les pélerins parisiens de Galilée ; 1 vol. in-8°, XII-630 pp., Hermann, 1913, contenant :

Jean II Buridan (de Brabant) et Léonard de Vinci, *Bulletin italien*, t. IX, 1909, pp. 27, 97 et 193.

La tradition de Buridan et la science italienne au XVI<sup>e</sup> siècle, *Ibid.*, t. IX, 1909, p. 111 ; t. X, 1910, pp. 28, 89 et 202.

Dominique Soto et la scolastique parisienne, *Bulletin hispanique*, t. XII, 1910, pp. 273 et 287 ; t. XIII, 1911, pp. 127, 291 et 448 ; t. XIV, 1912, pp. 88 et 127.

La dialectique d'Osford et la scolastique italienne, *Bulletin italien*, t. XII, 1912, pp. 4, 93, 200 et 289 ; t. XIII, 1913, pp. 16 et 128.

Méris la Phainomena, essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée ; 1 vol. in-8°, 166 pp., Hermann, 1908, *Annales de philosophie chrétienne*, 7<sup>e</sup> année, 1908, pp. 113, 177, 212, 482 et 548.

Le mouvement absolu et le mouvement relatif ; 1 vol. in-8°, 244 pp., Montaigne, Imprimerie-États de Montaigne, 1909, *Revue de philosophie*, 7<sup>e</sup> année, 1907, vol. II, pp. 221, 247 et 348 ; 8<sup>e</sup> année, 1908, vol. I, pp. 138, 248, 288, 486 et 507 ; vol. II, pp. 123, 275, 319 et 411 ; 9<sup>e</sup> année, 1909, vol. I, pp. 149, 306, 426 et 499.

— *Revue de philosophie*, 1907, t. II, p. 221.

— *Revue de philosophie*, 1908, t. I, p. 138.

— *Revue de philosophie*, 1908, t. I, p. 248.

— *Revue de philosophie*, 1908, t. I, p. 288.

— *Revue de philosophie*, 1908, t. I, p. 486.

— *Revue de philosophie*, 1908, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 149.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 306.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 426.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 499.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

— *Revue de philosophie*, 1909, t. I, p. 507.

**Ouvrages ou traductions de P. Duhem  
publiés ou réédités après la mort de l'auteur**

(à l'exception des publications des derniers tomes du *Système de Mécanique* dont nous avons donné les dates précédemment).

1. *Recherches sur l'Hydrodynamique*; Nouvelle édition avec une préface de J. Kampé de Fériet, 196 pp., Publications scientifiques et techniques du ministère de l'Air, Paris, 1961.
2. *The Aim and Structure of Physical Theory*; Foreword by Prince Louis de Broglie, translated from the French by Philip P. Wiener, in-8°, Princeton University Press, 1954, XVII, 366 pp., reprint New York, 1969.
3. *To Save the Phenomena*; An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo, Translated by Edmund Delany and Chaima Maccabee, Introductory Essay by Stanley L. Jaki, 120 pp., The University Chicago Press, 1969.
4. *La théorie physique, son objet et sa structure*; deuxième édition revue et augmentée, reproduction fac-similé avec avant-propos, index et bibliographie de Paul Brousseau, Yrie, 1981.
5. *Éléments de Phénomènes*; republié, reproduction fac-similé avec introduction de Paul Brousseau, Yrie, 1982.
6. *Le mine et le combinatoire chimique*, Fayard, 1983.

**Notes et mémoires**

Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences; entre 1880 (date de sa première communication) et 1918, Pierre Duhem a adressé plus de cent articles à l'Académie des sciences, couvrant l'ensemble des domaines de la science physico-chimique. Ces contributions constituent les éléments essentiels de la *Chimie physique élaborée* par Pierre Duhem, fondée sur les principes de l'énergétique. Les références exactes de toutes ces notes sont indiquées dans les travaux consacrés à l'œuvre de Duhem, notamment dans l'ouvrage de S. L. Jaki (*Uniquy Duhem: the Life and the Work of Pierre Duhem*; Martinus Nijhoff Publishers, International Archives of the History of Ideas, 1964) et dans la thèse de P. Brousseau (documents annexes comportant une bibliographie quasi-complète). Ces publications figurent dans les Comptes Rendus de l'Académie des sciences ou représentant qu'une part des articles écrits par Pierre Duhem. Plusieurs centaines de communications ont fait l'objet de publications dans les revues suivantes:

- Acta societatis mathematicae Scandinavica (Mémoria)*
- American Journal of Mathematics*
- Annales de chimie et de physique*
- Annales de la Société des sciences de Bruxelles*
- Annales de la Société scientifique de Bruxelles*

- Annales de philosophie chrétienne*  
*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*  
*Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*  
*Archivum Historiarum Naturarum*  
*Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*  
*Bibliotheca mathematica*  
*Bulletin de l'Association technique maritime*  
*Bulletin de la société chimique de Nord de la France*  
*Bulletin des sciences mathématiques*  
*Bulletin of New York Mathematical Society*  
*Comptes rendus de séances tenues de philosophie, Genève 1871*  
*Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences*  
*Feestelijk Ludvig Boltzmann geëerd met verkolgden*  
*Geburtsdag, 28 Februar 1904*  
*Journal de chimie physique*  
*Journal de mathématiques pures et appliquées*  
*Journal de physique théorique et appliquée*  
*Journal of Physical Chemistry*  
*L'écologie électrique*  
*Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*  
*Mémoires présentés par divers savants étrangers et mémoires couronnés par l'Académie de Belgique*  
*Poësis-verbale des séances de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*  
*Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei*  
*Revue des Deux-Mondes*  
*Revue générale des sciences pures et appliquées*  
*Revue de métaphysique et de morale*  
*Revue de philosophie*  
*Revue des questions scientifiques*  
*Revue des sciences philosophiques et théologiques*  
*Revue philomatique de Bordeaux*  
*Revue scientifique*  
*Travaux et mémoires des facultés de Lille*  
*Vierteljahr für physikalische Chemie*

**Ouvrages et études sur Pierre Duhem  
et autres documents utiles à la compréhension  
de son œuvre**

**BOUTARIC A.** : *Mécanique Aristotéle* ; éditions Fayard, 1927.

**BOUTARIC P.** : *L'œuvre scientifique de Pierre Duhem et sa contribution au développement de la thermodynamique des phénomènes irréversibles* ; (thèse d'Etat, Université de Bordeaux, 1961, 2 tomes.

**BOUTARIC B.** : *La théologie de l'énergie* ; Flammarion, 1960.

**BOUTARIC Ch.** : *Histoire abrégée des théories physiques concernant la mesure de l'énergie* ; Masson, 1937.

**CAHIER S.** : *Écritures sur la puissance motrice de feu (1824)* ; édition critique par K. Fox, Vrin, 1976.

**CHATELAIN C.** : *Les fluctuations des équilibres ou les erreurs de méthode chez les Physiciens Mécaniciens* ; Blanchard, 1933.

**COURTIS DE MONTMORILLON G.** : *Le second principe de la science de temps. Exemple. Informaticien, Irreversibilité* ; éditions de Seuil, 1965.

Sur quelques citations tirées de La Théorie physique, son objet et sa structure de Pierre Duhem, in *Revue d'Histoire des Sciences*, Paris, 1971.

**DUBOIS A.** : L'Histoire des Sciences dans l'œuvre de P. Duhem, in *Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, T. 61a, Tome I, cahier n° 22, 1938.

**DUBOIS Th.** 1891 : *L'effluve* ; Gauthier-Villars, 1927 et 1956.

**DUBOIS R.** : La méthode physique au sens de Duhem devant la Mécanique des quanta, in *Revue Générale des Sciences*, Paris, 1937.

**DUBOIS H.P.** : *Un savant Français : Pierre Duhem* ; Pion, 1956.

**GAUSS J. W.** : *On the equilibrium of heterogeneous substances* ; 1829, trad. La Chatelier, *L'équilibre des systèmes chimiques* ; Paris, 1890.

**PIE P.** : *Irreversibilité, fondement de la stabilité de monde physique* ; Gauthier-Villars, 1971.

**GLANVILLE P.** : Évaluation de la notion d'ordre et d'organisation en Physique, in *La Pensée*, n° 193, octobre 1977.

**GRANT M.** : Duhem et le Moyen Age in *Archives*, Vol. XIX, 1937.

**HALLUZZANI J.** : L'Œuvre de P. Duhem dans son aspect mathématique, in *Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, T. 61a, tome I, 2<sup>e</sup> cahier, 1938.

**HEISE G.-A.** : *Paradox, grand savant, grand citoyen* ; éditions R.A. Corbin, 1933.

- HUGUENOT P. : *Pierre Dubois* ; Librairie Bloud et Gay, 1911.
- JACO S.-L. : *Classical Genius : the Life and the Work of Pierre Dubois* ; Macmillan-Nisbett Publishers, International Archives of the History of Ideas, 194.
- LAURENT P. : *Paul Langevin, la pensée et l'action* ; Éditions Sociales, 194.
- LEMAU J. : Le souvenir de Pierre Dubois, in *Le jour-écho de Paris*, 15 septembre 1911.
- LIBERT G.L. : *Machisme et empirio-criticisme* ; Éditions Sociales, 1913.
- MACH E. : *La mécanique* ; trad. Bertrand, Flammarion, 1904.
- MACH E. : *La connaissance et l'énergie* ; trad. Dufour, Flammarion, 1908.
- MACQUELLE G. : La Physique de P. Dubois, in *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 7<sup>e</sup> série, tome 3, 2<sup>e</sup> cahier, 1928.
- MARTIN E.-N.-D. : Pierre Dubois and Neo-Thomism ; *Actes du Congrès international d'histoire des sciences*, Liechtenberg, 1937.
- MATHIAS-BAUDIN M. : Pierre Dubois, la théorie physique et l'histoire de sciences, in *Archives*, vol. XIX, fasc. 3-3, 1937.
- MIELI A. : L'Opera di Pierre Dubois come storico delle Scienze in *Annali di Storia Critica delle Scienze*, Cioferrata, 1917.  
Souvenirs sur Dubois et une lettre inédite de lui, in *Archives* ; vol. XIX, fasc. 3-3, 1937.
- MILLER D.G. : Dubois and the Gibbs-Dubois Equation, in *Journal of Physical Education*, vol. 46, décembre 1965.  
Ignored Intellect : P. Dubois, in *Physics Today*, vol. XIX, n° 12, décembre 1966.
- Dubois Pierre Maurice-Marie, *Dictionary of Scientific Biography* ; Gillies Edition, vol. IV, Charles Scribner's sons, New York, 1971.
- MORIN A. : *Thermodynamique des processus irréversibles* ; P.U.F., 1966.
- OUZOU M. (P) : *Mémoires et œuvres de science, propos familiers* ; Vuibert, 1954.
- L'Œuvre historique de Pierre Dubois, in *Archives*, vol. XIX, fasc. 3-3, 1937.
- OURDAN W. : *L'évolution d'une science : la chimie* ; trad. M. Dufour, Flammarion, 1909.  
*L'énergie* ; trad. E. Philippé, Félix Alcan, 1910.  
*Expériences d'une philosophie des sciences* ; trad. M. Gourlé, Félix Alcan, 1911.
- PERCIVAL A. et MIELI A.-M. : *Annali de la chimico-fisica dei due d'Apollonia. Evoluzione, Staticamente, Equilibrio* ; cours dispensés à l'Université de Bordeaux.

FRAN, H.W. : *The Second Renaissance : The Reapprochement Between Church and State in France in the Twentieth Century*. Washington, The Catholic University of America Press, 1967.

*The Scientist's Approach : The French Scientist's Image of German Science, 1880-1919* ; University of Florida Social Sciences, monograph, number 44, Motor Printing Company Gainesville, 1972.

FIGUAT E. : *La vie et l'œuvre de Pierre Duhem : Discours à l'Académie des Sciences, 12 décembre 1921*.

*La science moderne et son état actuel* ; Flammarion, 1908.

FRANCOIS I. : *Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles* ; trad. J. Chapp, Dunod, 1967.

*La nouvelle alliance (en collaboration avec I. Stengers)* ; Collinard, 1979.

*Physique, temps et devenir* ; trad. F. Sullivan, Mouton, 1980.

GAUC A. : *Four connaître le pensèe de Marcelin Berthelot* ; Bordas, 1948.

SCHWARTZ Y. : L'enseignement de la thermodynamique en France : quelques repères, in *Quinze symboles Science et philosophie*, éditions du C.N.R.S., 1978.

*L'unité problématique de la science et la notion de paradigme. Le cas de Duhem* ; éditions du C.N.R.S., 1984.

STENGERS I. : Pierre Duhem et le « Système du monde », in *Archives*, vol. 215, 1977.

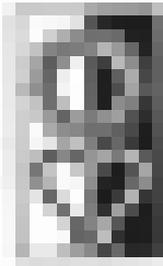
TRUCCOLI C. : Les bases axiomatiques de la thermodynamique, in *Zetete* 66, n° 53, 64 et 65, 1973. (Conférences données en France en 1973.)

## LISTE DES CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

1987

### CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

p. 14 Explorer-Archives-Bureau ; Collage ; Centre National ; Leona-Graham  
Photo. □ p. 17 Bette □ p. 18 Bette □ p. 20-21 Bette □ p. 24 Collage  
□ p. 26-28 Bette □ p. 29 Roger-Verde □ p. 30 Hartoguer-Verde □ p. 31  
Hartoguer-Verde □ p. 32 Bette □ p. 33 Bette □ p. 34 Bette □ p. 35 Bette □ p. 36  
Bette □ p. 38 J.-L. Charrier □ p. 39 J.-L. Charrier □ p. 40 Bette/John Prou  
Photo-Associations □ p. 44 Palais de la Découverte □ p. 46 Palais de la  
Découverte □ p. 48 Palais de la Découverte □ p. 50 Roger-Verde □ p. 52  
Leona-Graham □ p. 54 Roger-Verde □ p. 56 Roger-Verde □ p. 58  
Bette/John Prou J.-L. Charrier Photo □ p. 60 Bette (Photo) ; Bette Photo  
□ p. 61 Bette



## Mobile Experience

### Mobile, Personal

The mobile experience is a complex one, involving a variety of factors that can impact the user's perception of the brand. From the design of the app to the speed of the service, every detail matters. The goal is to create a seamless and intuitive experience that meets the user's needs and expectations. This requires a deep understanding of the user's behavior and a commitment to continuous improvement. The mobile experience is not just a tool, it's a way of life.

The mobile experience is a complex one, involving a variety of factors that can impact the user's perception of the brand. From the design of the app to the speed of the service, every detail matters. The goal is to create a seamless and intuitive experience that meets the user's needs and expectations. This requires a deep understanding of the user's behavior and a commitment to continuous improvement. The mobile experience is not just a tool, it's a way of life.

Mobile Experience is a complex one, involving a variety of factors that can impact the user's perception of the brand. From the design of the app to the speed of the service, every detail matters. The goal is to create a seamless and intuitive experience that meets the user's needs and expectations. This requires a deep understanding of the user's behavior and a commitment to continuous improvement. The mobile experience is not just a tool, it's a way of life.

# DUHEM

Pionnier français de la chimie physique et de la thermodynamique, en butte aux tracasseries de collègues conformistes, Duhem fut également un brillant historien et philosophe des sciences.

Antirépublicain et antidreyfusard militant, catholique fervent, il tenta de réconcilier la religion et le dimanche scientifique.

Chercheur fervent, il s'opposa pourtant aux atomistes. Sa mort prématurée lui épargna de voir le triomphe d'Einstein qu'il avait combattu.

Le récit de cette vie, marquée par les orages qui déchirèrent la France à la frontière des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, jette une vive lumière sur les liens de la Science et de son environnement social ainsi que sur les mœurs de l'Université et des milieux intellectuels, aux débuts de la Troisième République.

La collection "C'est souvent, une époque" donne à lire l'histoire en choisissant les scientifiques eux-mêmes comme auteurs majeurs de leur temps.

DARWIN

CAUCHY

BERNARDI

MENDÈL

WEISSNER

TEUKAIA

LENZÉ

ERSON

VON FRESCHE

TESLA

BERTHELOT

ARAGO

LANGVIN



ISBN 2-7011-8543-3