

INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

LA RÉALITÉ DES MOLÉCULES ET L'ŒUVRE

DE

JEAN PERRIN

Lecture faite en la séance annuelle des prix

DU 17 DÉCEMBRE 1945

PAR

M. LOUIS DE BROGLIE

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL



PARIS

GAUTHIER-VILLARS

MCMXLV



JEAN PERRIN

1870-1942

Jean Perrin

INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

LA RÉALITÉ DES MOLÉCULES ET L'ŒUVRE

DE

JEAN PERRIN

PAR

M. LOUIS DE BROGLIE

Secrétaire perpétuel

LECTURE FAITE EN LA SÉANCE ANNUELLE DES PRIX DU 17 DÉCEMBRE 1945

MESSIEURS,

L'idée que la matière n'est pas un continu homogène, qu'envisagée à une échelle assez fine elle doit se résoudre en une multitude de petits éléments, remonte aux origines de la pensée scientifique et l'esprit subtil des penseurs de la Grèce antique l'avait tout naturellement rencontrée. N'est-elle pas, en effet, l'un des termes de la classique antinomie du continu et du discontinu, qui n'a pas cessé à travers les âges de préoccuper les esprits philosophiques.

Bien des raisons, les unes d'ordre spéculatif, les autres d'origine plus concrète, conduisaient d'ailleurs à l'hypothèse d'une structure atomique de la matière. Notre esprit imagine difficilement qu'on ne puisse pas distinguer dans un corps des parties qui, à leur tour, pourront être subdivisées. De

division en division, on réduira toute chose en éléments de plus en plus petits, de plus en plus subtils. Mais alors, en présence de cette pulvérisation progressive de la matière, une sorte de malaise envahit notre esprit et les philosophes de la Grèce, effrayés par cette course sans fin vers l'infiniment petit, en arrivaient souvent à penser qu'une fois atteint un certain stade, il fallait s'arrêter. Ceux d'entre eux qui soutenaient cette opinion, les atomistes, admettaient donc qu'il doit exister un terme aux subdivisions possibles de la matière, que, parvenu à une échelle suffisamment petite, on devait rencontrer des éléments matériels ultimes résistant à toute tentative de décomposition plus poussée. Alors l'esprit peut se reposer, car l'analyse de la matière est achevée : on l'a ramenée à n'être plus qu'un agrégat d'un nombre énorme d'éléments simples, d'atomes, qui, comme leur nom même l'indique, sont essentiellement indécomposables.

A ces arguments d'ordre théorique, on pouvait en adjoindre d'autres tirés en quelque sorte de l'expérience. Si l'on concasse un corps solide, on peut le réduire en une poussière de plus en plus fine et l'on réalise ainsi matériellement l'opération mentale que nous imaginions tout à l'heure. Mais il est naturel de penser que cette opération aura une limite et que cette limite serait atteinte si nous parvenions à réduire le corps en une poussière impalpable dont chaque grain serait un atome. Des considérations sur le mélange des liquides pouvaient aussi dès cette époque lointaine suggérer que les liquides sont formés d'atomes très mobiles susceptibles de s'insinuer aisément au milieu de leurs voisins. Enfin, dans la mesure où l'on possédait alors la notion de gaz, on pouvait tirer des propriétés d'expansion et de diffusion des matières gazeuses des arguments analogues en faveur de l'hypothèse atomique.

Mais tout cela ne constituait encore que les vagues intuitions d'une physique toute qualitative et bien des siècles devaient s'écouler avant que l'hypothèse atomique ne prît une forme précise, digne de figurer dans le

grand livre de la Science moderne.

Lorsque l'œuvre magistrale de Lavoisier eut aiguillé la Chimie sur la voie qui devait la conduire à ses développements actuels, lorsque les progrès de l'Analyse et de la Mécanique eurent permis à la Physique de s'appuyer sur une base solide pour se lancer dans des spéculations théoriques, on commença à reparler de l'hypothèse atomique.

Au début du XIX^e siècle, l'œuvre des Proust, des Dalton, des Gay-Lussac, la découverte grâce à leurs efforts des lois de discontinuité chimique (loi des proportions définies, loi des proportions multiples, loi de Gay-Lussac sur le volume des gaz entrant en réaction) ramenèrent tout naturellement l'attention sur la possibilité d'une structure discontinue des éléments chimiques. Mais grâce aux découvertes de la Chimie, et à la mise en évidence d'éléments ou corps simples dont tous les autres corps sont des composés, l'antique hypothèse de Démocrite, d'Épicure et de Lucrèce se précisait et prenait une figure nouvelle. Chaque corps simple paraissait comme devant être formé d'atomes de même sorte et ainsi chaque espèce chimique devait être caractérisée par la nature de ses atomes. Toute la matière devait donc se résoudre en un assemblage des atomes des divers corps simples. Des esprits hardis tels que l'illustre Dalton, notre grand Ampère, le médecin anglais Prout, le chimiste italien Avogadro, s'efforcèrent de développer ces formes nouvelles de la théorie atomique. Tandis que Prout, prodigieusement en avance sur son temps et précurseur méconnu de l'actuelle Physique du noyau, affirmait l'unité de la matière et pensait que les atomes des divers éléments sont tous formés à partir du plus simple d'entre eux, celui de l'hydrogène, Ampère et Avogadro étaient amenés à énoncer la fameuse hypothèse suivant laquelle « des volumes égaux de gaz différents pris dans les mêmes conditions de température et de pression contiennent le même nombre de molécules ». Dans cet énoncé figure, et doit figurer, le mot de molécules et non celui d'atomes. Je n'ai pas à rappeler ici la distinction

qu'il convient d'introduire entre ces deux notions. L'on sait que cette distinction fut longtemps mal aperçue par les physiciens et les chimistes et que ce fut là une des pierres d'achoppement de la théorie atomique.

Après ces brillants débuts de la théorie atomique moderne, il y eut comme un temps d'arrêt. Le magnifique essor de la Science qui avait marqué la fin du XVIII^e et le début du XIX^e siècle s'était quelque peu ralenti. On préférait étendre les conquêtes de l'âge précédent en s'avançant sur des voies bien assurées, plutôt que de se lancer dans des spéculations qui paraissaient hasardeuses. C'est l'époque où la plupart des chimistes se désintéressent quelque peu de l'hypothèse atomique et croient se tenir plus près des faits en adoptant la notation des équivalents. C'est l'époque où naît l'austère science de la Thermodynamique qui, drapée dans ses symboles abstraits, semble se détourner des représentations intuitives. Cependant l'élan de la théorie atomique n'est pas complètement brisé : les jeunes chimistes Laurent et Gerhardt la défendent avec ardeur contre l'intransigeance des équivalentistes ; Clausius, Maxwell et bientôt Boltzmann, reprenant les idées anciennes de Bernoulli, vont montrer toute la fécondité des conceptions moléculaires en développant la théorie cinétique des gaz.

La fin du XIX^e siècle marque le triomphe progressif des idées de l'atomistique. Tandis que Boltzmann et Gibbs montrent la puissance de la théorie cinétique de la matière et, grâce à la Mécanique statistique, parviennent à interpréter en langage moléculaire les concepts les plus abstraits de la Thermodynamique, les Chimistes aperçoivent chaque jour plus clairement les avantages de l'hypothèse atomique et de la notation qui en découle, et finalement les partisans de la notation des équivalents doivent de guerre lasse abandonner la lutte. Ainsi dans tous les domaines la conception atomique s'avérait la plus féconde et pour cette raison s'imposait de plus en plus à l'esprit des physiciens et des chimistes malgré la résistance tenace des énergétistes ennemis des représentations concrètes.

Sur un autre plan, les représentations discontinues remportaient de notables succès. Depuis un siècle s'était développée, révélation d'un monde nouveau et source d'applications innombrables, la science de l'Électricité. A ses débuts cette science avait pu considérer l'électricité comme analogue à un fluide (ou à deux fluides si l'on veut traiter symétriquement les deux sortes d'électricité) possédant une structure continue. Mais la découverte des lois de l'électrolyse par Faraday avait introduit des idées qui, comme Helmholtz l'avait indiqué, conduisaient naturellement à l'hypothèse d'une structure corpusculaire de l'électricité. J.-J. Thomson et Lorentz étudiaient les propriétés que doivent posséder les grains d'électricité et cette notion devenait familière aux physiciens. Les recherches de Hittorf, de Crookes et de Lenard, avaient établi l'existence de rayons émis par la cathode dans les tubes à décharge et ces rayons paraissaient être constitués par des grains d'électricité négative en mouvement rapide. Pour l'électricité, comme pour la matière, la discontinuité, l'atomicité, semblaient donc s'imposer à l'attention des savants.

Il manquait cependant encore aux conceptions atomistiques l'appui de preuves directes susceptibles de faire s'écrouler la résistance des sceptiques. Les énergétistes continuaient à considérer la théorie atomique comme le produit d'imaginaires trop fertiles et préféraient s'en tenir aux équations abstraites de la Thermodynamique ou de la théorie électromagnétique de Maxwell. Et ne commençait-on pas à se demander si les rayons cathodiques, au lieu d'être des électrons négatifs projetés par la cathode, ne seraient pas plutôt des ondes analogues aux ondes lumineuses et aux ondes hertziennes ?

Mais l'hypothèse atomique avait le vent en poupe. Les années qui vont de 1895 à 1910 l'ont vue triompher de tous ses adversaires. Une longue suite d'admirables expériences a alors apporté des preuves directes et concordantes de l'existence d'une structure discontinue de l'électricité, et de la matière, et établi la réalité des électrons et des atomes. Parmi ces expériences,

quelques unes des plus décisives sont dues à notre grand et regretté Confrère Jean Perrin dont le nom restera justement attaché au triomphe de l'hypothèse atomique dans la Science moderne.

*

* *

Jean Perrin naquit à Lille le 30 septembre 1870. Il était le fils d'un capitaine d'artillerie, sorti du rang, qui venait d'être blessé à la bataille de Saint-Privat. Son grand-père paternel appartenait à une famille paysanne lorraine des environs de Saint-Dié. Sa mère, originaire de Boulogne-sur-Mer, était apparentée à Sauvage, inventeur de l'hélice marine.

Le jeune Perrin fut élevé avec ses deux sœurs aînées à Lyon où son père tenait garnison, et après la mort prématurée de son père il y resta avec sa famille. Il fit ses premières études au petit lycée de Saint-Rambert et les poursuivit au lycée de Lyon, dont la vie d'internat devait lui laisser un fâcheux souvenir. Aussi bien doué pour les Lettres que pour les Sciences, il sentit cependant s'affirmer sa vocation scientifique et vint terminer ses études à Paris, au lycée Janson de Sailly dans la classe de Mathématiques spéciales. Il y eut pour maître Émile Lacour, maître éminent pour lequel il conserva toute sa vie la plus vive reconnaissance.

A Janson, Jean Perrin eut pour camarade Henri Duportal dont il devait plus tard épouser la sœur Henriette. La famille Duportal était originaire de Toulouse. Le grand-père d'Henriette Duportal avait subi sous le second Empire de longues années de prison et d'exil pour des raisons politiques. Son fils, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, était un ardent républicain qui avait fait faire de fortes études à ses sept enfants. Deux de ses filles, dont la future Madame Jean Perrin, avaient passé le baccalauréat, ce qui était alors fort exceptionnel pour des jeunes filles.

Elève, puis agrégé préparateur à l'École Normale Supérieure, Jean Perrin sent se préciser sa vocation de physicien et d'homme de laboratoire. Entouré

de camarades, comme lui jeunes et enthousiastes, parmi lesquels on peut citer Noël Bernard et notre Confrère M. Paul Langevin, il se consacre à la Science, sans cependant se désintéresser de toutes les grandes questions politiques et sociales qui agitaient l'opinion du moment.

A l'heure où Jean Perrin se lançait avec toute la fougue d'une jeunesse ardente dans la recherche expérimentale, la controverse sur la nature des rayons cathodiques battait son plein. Tandis que les uns voyaient dans ces rayons des électrons émis par la cathode, d'autres les considéraient comme des ondes analogues aux ondes lumineuses ou électromagnétiques. Lénard, partisan de cette seconde manière de voir, était parvenu à faire sortir les rayons cathodiques du tube où ils étaient produits en leur faisant traverser une mince feuille métallique : l'aptitude des rayons cathodiques à traverser ainsi un écran mince lui paraissait une preuve de leur nature ondulatoire.

Jean Perrin penchait en faveur de l'hypothèse corpusculaire et estimait que les électrons étaient des corpuscules assez subtils pour pouvoir traverser sans trop de difficultés une lame métallique peu épaisse. Il eut l'idée de monter une expérience où un faisceau de rayons cathodiques était recueilli par un cylindre de Faraday, ce qui permettait de mettre en évidence la charge électrique apportée par le faisceau. Il put ainsi montrer que les rayons cathodiques sont chargés négativement, puis soumettant le faisceau cathodique à un champ magnétique transversal, il constata que ce faisceau était dévié latéralement et ne parvenait plus au cylindre de Faraday qui cessait de se charger. Ainsi, il parut bien établi que les rayons cathodiques sont des électrons émis par la cathode dont la trajectoire est déviée par l'action d'un champ magnétique suivant la loi de Laplace (qui donne l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant, élément de courant ici constitué par la charge en mouvement).

Cette remarquable expérience, publiée dans nos Comptes rendus en décembre 1895, mettait en vedette le talent expérimental remarquable d'un

jeune physicien de 24 ans. En démontrant que les rayons cathodiques sont les trajectoires de charges négatives en mouvement, il apportait la première preuve directe de l'existence des électrons et écrivait le premier chapitre de la science de l'électronique.

Celle-ci ne devait pas tarder à se développer rapidement. Dès 1897, Wiechert, Kauffmann et J.-J. Thomson, en mesurant avec précision la déviation des Rayons cathodiques dans des champs électriques et magnétiques, parviennent à mesurer le rapport e/m de la charge à la masse pour les électrons qui les constituent et trouvent ce rapport environ 2000 fois plus grand que le rapport analogue calculé pour l'ion hydrogène à partir des lois de l'électrolyse. Dès cet instant, les physiciens ont pensé que la charge de l'électron doit être égale à celle de l'ion hydrogène, la différence des valeurs du rapport e/m provenant de la valeur de la masse environ 2000 fois plus faible dans le cas de l'électron que dans celui de l'ion hydrogène. On sait que cette hypothèse s'est trouvée ultérieurement parfaitement confirmée par les expériences permettant d'atteindre séparément la masse ou la charge de l'électron, en particulier par les célèbres mesures de la charge électronique effectuée par M. Millikan grâce à la méthode de la goutte d'huile électrisée.

Dès 1899 aussi, Lénard et J.-J. Thomson vérifiaient que les électrons émis par effet photoélectrique et par effet thermionique ont le même e/m que les électrons cathodiques ; puis Pierre et Marie Curie montraient que les Rayons **b** des corps radioactifs sont aussi de même nature que les Rayons cathodiques. Ainsi se trouvait prouvée l'unicité de l'électron c'est-à-dire l'intervention de corpuscules de nature identique dans tous les phénomènes où se manifestaient des charges électriques négatives en mouvement rapide.

L'hypothèse qui considère l'électron comme un corpuscule quasi ponctuel chargé d'électricité négative paraissait mise hors de doute, établissant ainsi la structure corpusculaire de l'électricité (tout au moins de l'électricité négative). Quant à la conception qui assimilait les rayons cathodiques à des ondes, elle

paraissait définitivement écartée. Mais, ironie du perpétuel retour que l'étude de la Nature impose aux images toujours insuffisantes créées par notre esprit, l'éclosion de la Mécanique ondulatoire allait, quelque vingt-cinq ans plus tard, montrer que l'électron est en un certain sens à la fois corpuscule et onde, et établir ainsi une sorte de compromis entre des conceptions qui avaient paru inconciliables. Nous reviendrons plus loin sur quelques aspects de cette curieuse évolution de nos théories.

Cependant, le jeune et ardent physicien qui venait de percer le mystère des rayons cathodiques poursuivait ses recherches dans le même domaine : entouré de jeunes collaborateurs, camarades de son âge, qui partageaient son enthousiasme et sa foi dans les hautes destinées de la Science, il multipliait expériences et méditations théoriques sur les nombreux problèmes que posait chaque jour le développement, alors tumultueux et rapide, de la nouvelle Physique corpusculaire. Röntgen venait de découvrir les Rayons X dont les propriétés imprévues faisaient l'étonnement de tous. Perrin les étudia avec persévérance et méthode, et s'aperçut l'un des premiers que, si les Rayons X rendent les gaz conducteurs ou déchargent les corps chargés, c'est en créant des ions ou en provoquant l'émission d'électrons. Et ainsi, il contribua puissamment à de nouveaux grands progrès de la Physique.

La Faculté des Sciences de Paris, frappée des mérites exceptionnels du jeune savant, avait dès 1898 fait charger Jean Perrin d'un enseignement de Chimie physique. Cet enseignement qu'il eut la tâche difficile d'inaugurer en Sorbonne, il devait l'assurer jusqu'en 1939, d'abord comme chargé de cours, puis comme professeur titulaire. Il y fit naturellement une large place aux considérations atomistiques et aux théories cinétiques, mais il dut aussi y exposer les méthodes thermodynamiques qui jouent dans ce domaine un rôle si important. C'est ainsi qu'il fut amené à publier un très bel exposé, conçu dans un esprit très personnel des principes de la Thermodynamique. Ce livre intitulé « Les Principes » devait dans sa pensée constituer le premier Tome

d'un cours complet de Chimie physique dont malheureusement, absorbé par d'autres travaux, il ne put poursuivre la rédaction.

Et, tandis qu'ainsi le professeur se montrait chez lui à la hauteur du savant, Perrin poursuivait ses recherches expérimentales, notamment sur les phénomènes complexes de l'électrisation de contact.

A 35 ans, auteur de beaux travaux, explorateur hardi des voies nouvelles où s'engageait alors la Physique, il possédait déjà une grande renommée scientifique. C'est à ce moment qu'il commença la magnifique série d'expériences qui allait lui permettre d'apporter en peu d'années quelques-unes des preuves les plus décisives que l'on pût souhaiter en faveur de l'existence réelle des atomes.

*

* *

A l'époque où Jean Perrin allait entreprendre ses mémorables expériences, les théories cinétiques de la matière fondées sur l'hypothèse atomique avaient déjà atteint un haut degré de développement. La théorie cinétique des gaz par les travaux de Maxwell, de Clausius, de Boltzmann, de Van der Waals, etc., avait pu retrouver dans leur détail les principales propriétés des gaz. Considérant les molécules d'un corps dissous comme formant une sorte de gaz au sein du dissolvant, Van t'Hoff avait pu également expliquer la nature de la pression osmotique et interpréter les lois de Raoult. Le mouvement brownien dont l'origine était longtemps restée inconnue avait été rattaché par Ramsay et les PP. Delsaux et Carbonelle, à l'agitation moléculaire ; Gouy, Siedentopf et M. Einstein en avaient développé sur cette base la théorie mathématique.

Jean Perrin connaissait bien toutes ces théories. Il ne doutait pas de leur exactitude, mais toujours soucieux d'étayer nos conceptions sur des preuves expérimentales, il regrettait de ne point voir des expériences cruciales apporter une confirmation directe de l'hypothèse atomique, consolidant ainsi définitivement tous les édifices bâtis sur cette hypothèse. Mais il eut été vain

de chercher à voir directement les molécules dont les dimensions étaient sans aucun doute beaucoup trop petites pour être visibles, même à l'aide des microscopes les plus grossissants. La seule manière de prouver la réalité des molécules était donc de chercher à déterminer les grandeurs qui caractérisent le monde moléculaire et de montrer que la valeur trouvée pour ces grandeurs est toujours la même, quel que soit le phénomène observable dont on se serve pour les évaluer. La concordance des résultats obtenus à partir d'apparences variées et par des méthodes diverses apporterait une preuve très convaincante de la réalité des molécules.

Or l'hypothèse d'Avogadro, base des théories moléculaires, nous apprend que les molécules-grammes de tous les gaz pris dans les mêmes conditions de température et de pression, contiennent le même nombre de molécules. Voilà donc un nombre dont l'importance doit être primordial et qui doit intervenir dans l'interprétation moléculaire des phénomènes les plus variés. Ce nombre d'Avogadro, les calculs de la théorie cinétique de la viscosité des gaz étaient parvenus à en donner une valeur grossièrement approchée : ce doit être un nombre énorme de l'ordre de 10^{22} à 10^{23} et de là on pouvait tirer une évaluation de la masse et du diamètre des molécules. Ces valeurs déduites indirectement du seul phénomène de la viscosité des gaz pouvaient paraître bien incertaines. « Mais si, écrit Jean Perrin, la structure granulaire qu'il faut attribuer à la matière pour expliquer une seconde propriété toute différente (de la viscosité des gaz) se retrouvait exactement la même, c'est-à-dire si une autre réalité sensible, en apparence indépendante, telle que la génération de l'Hélium aux dépens du Radium, conduisait à la même valeur du nombre d'Avogadro, il deviendrait bien difficile de ne pas croire à la réalité discontinue qui, précisément, doit relier toutes les apparences de la matière dans l'aspect continu qu'elle revêt pour nos sens ». Et combien plus encore la démonstration sera rendue évidente si toute une série de vérifications du même genre viennent se renforcer mutuellement !

Voici donc Jean Perrin en quête d'un phénomène lui permettant de mesurer directement le nombre d'Avogadro. Avec une perspicacité géniale, il l'aperçoit dans l'équilibre des émulsions. Nous savons depuis Laplace qu'un gaz en équilibre dans le champ de la pesanteur n'est pas homogène : sa densité décroît avec l'altitude suivant une loi exponentielle dont l'exposant proportionnel à la hauteur contient la température en dénominateur. En réalité, l'équilibre du gaz n'est, du moins si l'on adopte la conception moléculaire, qu'une apparence statistique. Les molécules montent, descendent, s'agitent sans cesse et ce n'est qu'en moyenne que le nombre de molécules par unité de volume reste constant à une altitude donnée. L'étude des solutions et les théories de Van t'Hoff nous ont appris que dans une solution les molécules du corps dissous se comportent comme un gaz : elles doivent donc dans le champ de la pesanteur se répartir en altitude suivant la loi exponentielle de Laplace. Mais imaginons maintenant (ce fut là l'idée remarquable de Jean Perrin) qu'au lieu d'un corps dissous nous considérons une *émulsion* où des granules assez gros pour être visibles au microscope sont en suspension dans un liquide. Soumis aux chocs incessants et désordonnés des molécules du liquide, ces granules seront dans la même situation que les molécules d'un corps dissous dans une solution et devront se répartir en altitude suivant la loi de Laplace. Comme l'exposant de la loi de Laplace contient la masse des molécules au numérateur et qu'ici la masse des granules est infiniment plus grande que celle des molécules proprement dites, la variation du nombre de granules par unité de volume avec l'altitude sera infiniment plus rapide que celle des molécules d'un gaz. La répartition moyenne des granules étant directement observable au microscope, on pourra aisément évaluer le coefficient de l'altitude dans l'exposant de la loi de Laplace : or dans l'expression mathématique de ce coefficient, si l'on a pu mesurer la masse des granules employés, tous les facteurs sont connus sauf le nombre d'Avogadro : l'observation de la distribution des granules en altitude

permettra donc de calculer le nombre d'Avogadro.

Tel est le principe des mémorables expériences de Jean Perrin sur les émulsions. Je ne puis entrer ici dans le détail des minutieuses opérations expérimentales que nécessitait l'accomplissement d'un tel programme. Il fallait d'abord obtenir une émulsion convenable formée de grains aussi semblables que possible ; ce fut le recours à certaines résines, notamment la gomme-gutte et le mastic, joint à l'emploi de procédés appropriés de centrifugation fractionnée qui lui permirent d'atteindre son but. Il fallait ensuite évaluer la masse des granules de même volume obtenus : divers procédés furent simultanément employés à cet effet, les uns comportant la détermination de la densité des grains, puis celle de leur volume par une méthode d'alignement, les autres faisant appel à la pesée directe de nombreux granules préalablement dénombrés, d'autres enfin qui font intervenir une loi due à Stokes donnant la vitesse limite d'une sphère homogène tombant sous l'action de la pesanteur dans un fluide visqueux. La masse des granules se trouvant ainsi déterminée d'une manière concordante, il ne reste plus qu'à noter par des pointés successifs au microscope les variations avec l'altitude du nombre moyen des granules dans une émulsion, à température connue. Naturellement les granules étant animés d'une agitation incessante qui est l'un des aspects du mouvement brownien dont nous parlerons tout à l'heure, leur nombre à chaque altitude subit de continuelles fluctuations et c'est la valeur moyenne de ce nombre qui doit obéir à la loi de Laplace : pour la déterminer, il est donc nécessaire de répéter un grand nombre de fois chaque observation de façon à établir une statistique.

Ce que nous venons de dire montre assez quelle ingéniosité, quelle ténacité, quelle patience, quelle méticuleuse attention exigeait l'accomplissement de toutes ces séries de mesures. La chose est assez curieuse à noter du point de vue psychologique. Car tous ceux qui ont connu notre illustre Confrère savent qu'il était assez distrait et de caractère plutôt primesautier, de sorte qu'on

aurait pu le croire peu fait pour mener à bien une tâche qui demandait tant d'attention et de persévérance. Mais il aimait tant la Science et il était soulevé par un tel désir enthousiaste de la servir qu'il savait pour elle maîtriser sa nature et s'astreindre à de minutieuses besognes.

Le résultat de ce long travail fut celui que l'on pouvait espérer. La valeur moyenne obtenue pour le nombre d'Avogadro $68,2 \cdot 10^{22}$ était tout à fait de l'ordre de celle annoncée par la théorie cinétique de la viscosité des gaz. De plus, cette valeur se montrait tout à fait indépendante de la température et des propriétés particulières (viscosité par exemple) du liquide où baignaient les granules. On avait donc bien ainsi atteint une constante fondamentale de la nature et sa mise en évidence apportait aux théories atomiques une éclatante confirmation.

Mais ce beau succès ne pouvait suffire à l'ardeur de Jean Perrin. Il voulait retrouver la même valeur du nombre d'Avogadro en s'adressant à des phénomènes variés de façon à obtenir par la concordance des résultats une preuve plus irréfutable encore de l'exactitude des conceptions atomiques. L'étude du mouvement brownien qu'il entreprit alors avec la collaboration de MM. Bruhat, Dabrowski, Chandesaigues, Léon Brillouin, etc., devait lui permettre d'atteindre ce but.

On sait ce qu'est le mouvement brownien : c'est l'agitation irrégulière et perpétuelle dont est animée une petite particule plongée dans un gaz ou dans un liquide. Nous avons déjà dit que les physiciens avaient été amenés à considérer cette agitation comme résultant du choc incessant sur la particule des molécules du liquide ou du gaz en mouvement perpétuel et désordonné. Divers théoriciens et surtout M. Einstein avaient développé les formules qui doivent, si cette interprétation est exacte, représenter le déplacement d'un granule en mouvement brownien. D'après M. Einstein, la valeur moyenne du carré du déplacement d'un granule doit croître proportionnellement au temps, le facteur de proportionnalité dépendant de la température et de la viscosité

du milieu fluide qui l'entoure ainsi que du nombre d'Avogadro. De longues et minutieuses mesures où les conditions de température et de viscosité ainsi que la taille des granules furent variées considérablement, conduisirent Jean Perrin à retrouver pour le nombre d'Avogadro une valeur très voisine ($68,5 \cdot 10^{22}$) de celle que lui avait fournie la méthode des émulsions.

Leur choc avec les molécules n'ont pas seulement pour effet de déplacer les granules en suspension dans un liquide et de leur imprimer ainsi un mouvement brownien de translation : ils les font aussi tourner sur eux-mêmes, leur donnant un mouvement brownien de rotation. M. Einstein a donné la loi de ce mouvement brownien de rotation : très analogue à celle du mouvement brownien de translation, cette loi exprime que la valeur moyenne de l'angle dont a tourné un granule dans un temps donné est proportionnel à ce temps, la constante de proportionnalité dépendant de la température, de la viscosité du milieu et de la constante d'Avogadro. Pour pouvoir observer la rotation des granules, Perrin a dû employer des granules sphériques de gomme-gutte ou de mastic relativement très gros dont le diamètre atteignait jusqu'à 50 μ m.

Ces gros granules contiennent souvent des petites *inclusions* qui troublent l'homogénéité de leur structure interne. Ces légères imperfections sont précieuses car elles permettent de suivre la rotation d'un granule autour de son centre afin de tenter la vérification de la loi d'Einstein. Or, cette vérification se fait à merveille et conduit à attribuer au nombre d'Avogadro la valeur $65 \cdot 10^{22}$ en parfait accord avec les résultats antérieurs.

Dans ses travaux théoriques, M. Einstein avait étudié la diffusion des molécules de sucre dans l'eau, en supposant que les molécules de sucre sont approximativement sphériques et qu'elles suivent la loi de Stokes. La comparaison des résultats de son calcul avec l'expérience l'avait conduit à attribuer au nombre d'Avogadro la valeur $40 \cdot 10^{22}$. Un élève de Jean Perrin, M. Bancelin, en cherchant à vérifier les prévisions de la théorie d'Einstein

avait trouvé quelques désaccords avec l'expérience ; prévenu de ce fait, M. Einstein s'aperçut qu'une petite erreur s'était glissée dans ses calculs et, rectification faite, il obtint pour valeur du nombre d'Avogadro 65.10^{22} en très bon accord avec les mesures de Perrin.

Les hypothèses faites par M. Einstein dans sa théorie de la diffusion des molécules de sucre, doivent être beaucoup plus rigoureusement satisfaites si l'on remplace ces molécules par des granules sphériques de gomme-gutte. La diffusion de tels granules doit donc permettre de vérifier les formules d'Einstein et de retrouver par une voie nouvelle la valeur de la constante d'Avogadro. Les expériences faites en ce sens par M. Léon Brillouin sous la direction de Jean Perrin conduisirent pour le nombre d'Avogadro à une valeur voisine de celles trouvées par toutes les méthodes précédentes (69.10^{22}).

Ainsi, la démonstration était complète : toutes les méthodes convergeaient pour donner, aux erreurs d'expérience près, la même valeur pour la grande constante fondamentale des théories atomiques. Et de la valeur numérique de la constante d'Avogadro, on pouvait déduire les masses des diverses sortes d'atomes et aussi, en faisant appel aux lois de Faraday, la charge de l'électron et même sa masse si l'on supposait connue par ailleurs la valeur du rapport e/m .

D'ailleurs, tandis que les persévérants efforts de Jean Perrin étaient ainsi couronnés d'un magnifique succès, l'exactitude des conceptions moléculaires recevait de toutes parts de nouvelles confirmations : les expériences de M. Louis Dunoyer sur les jets moléculaires, celles de M. Knudsen apportaient notamment en leur faveur des preuves très directes. D'autre part des méthodes plus indirectes que celles dont avait fait usage notre grand Confrère, mais toutes concordantes, permettaient d'atteindre la valeur numérique du nombre d'Avogadro, et confirmaient pleinement le résultat des mesures de Jean Perrin. Ces méthodes font intervenir des phénomènes très divers : répartition spectrale des énergies dans le rayonnement noir, effusion des gaz à travers les

ouvertures, fluctuations de densité dans les fluides notamment au voisinage du point critique, coloration bleue du ciel diurne, élargissement des raies spectrales par effet Doppler, etc. Enfin la mesure directe de la charge de l'électron par M. Millikan et divers autres physiciens à l'aide de méthodes variées permettait aussi de calculer le nombre d'Avogadro. Ces méthodes dont Jean Perrin fit le recensement dans son fameux livre *Les Atomes* publié en 1913 conduisent toutes à des valeurs du nombre d'Avogadro comprises entre 60 et $70 \cdot 10^{22}$ et Jean Perrin pouvait écrire en terminant son livre : « On est saisi d'admiration devant le miracle de concordances aussi précises à partir de phénomènes si différents ». Si, depuis lors, des expériences plus exactes encore où certaines causes d'erreur étaient éliminées ont conduit à adopter pour le nombre d'Avogadro une valeur quelque peu plus faible (voisine de $60 \cdot 10^{22}$), ceci n'enlève rien à la force probante de la miraculeuse concordance que constatait Perrin.

Une autre voie conduit encore à mettre en évidence la réalité des molécules : c'est l'étude des lames minces. Les lames minces de liquide que l'on obtient aisément, par exemple en soufflant des bulles de savon ou en répandant un peu d'huile sur de l'eau, ont des épaisseurs de l'ordre des longueurs d'onde lumineuses, et, réfléchissant sélectivement certaines longueurs d'onde, apparaissent colorées. Mais on peut obtenir des lames beaucoup plus minces encore qui ne sont plus colorées parce que leur épaisseur est beaucoup plus petite que les longueurs d'onde de la lumière visible. En 1913, Jean Perrin eut l'idée d'étudier l'amincissement progressif des lames liquides (bulles de savon) quand le liquide s'évapore ou se rassemble dans la partie inférieure de la lame par action de la pesanteur. Il constata ainsi que les lames très minces ont une structure stratifiée, c'est-à-dire qu'elles sont formées de plages dont l'épaisseur est constante, cette épaisseur variant brusquement quand on passe d'une plage à la voisine. « L'examen d'un grand nombre de lames stratifiées, dit Perrin dans sa

Conférence Nobel, m'a suggéré, avant toute mesure, que la différence d'épaisseur de deux plages contiguës ne peut s'abaisser au-dessous d'une certaine valeur et que cette différence minimum élémentaire, sorte de *marche d'escalier*, est contenue un nombre entier de fois dans chaque plage ». Et c'est bien là aussi ce que conduit à penser l'hypothèse moléculaire si l'on considère chaque plage comme correspondant à la superposition d'un nombre entier de couches *monomoléculaires* ayant chacune pour épaisseur le diamètre d'une molécule. Aidé dans ses recherches par son élève René Marcelin (mort pour la France en 1914) et plus tard par M. P.-V. Wells, Jean Perrin parvint à établir l'existence de ces couches monomoléculaires ou feuillets élémentaires. Rejoignant ainsi les résultats obtenus par notre Correspondant M. Devaux dans ses belles recherches sur les lames minces d'huile, il a obtenu pour l'épaisseur des lames monomoléculaires des valeurs, variables naturellement suivant la nature de la substance envisagée, qui sont de l'ordre du millimicron (10^{-7} cm). On peut en déduire que la masse des atomes même les plus lourds ne peut guère dépasser 10^{-22} gramme, résultat qui cadre parfaitement avec les valeurs trouvées pour le nombre d'Avogadro.

*

* *

L'imagination féconde de Jean Perrin, son admirable talent d'expérimentateur avaient donc surmonté tous les obstacles et apporté à l'hypothèse atomique les confirmations qu'elle attendait. Il était maintenant hors de doute que tous les corps homogènes sont formés de molécules, que toutes les molécules sont elles-mêmes des assemblages formés par l'union d'atomes de corps simples. Ainsi toute la complexité de la matière se trouvait ramenée à l'existence de 92 sortes d'atomes correspondant aux 92 corps simples prévus par la classification de Mendélejeff.

Mais la simplicité rêvée par les atomistes de l' Antiquité était ainsi loin d'être atteinte. D'abord 92 sortes d'atomes différents, cela fait beaucoup de particules élémentaires distinctes ! Et puis, les physiciens étaient parvenus à

la conviction que l'électricité jouait un rôle primordial dans la structure de la matière et que les atomes pouvaient bien être des édifices complexes dont les particules électriques, et en particulier les électrons seraient les constituants essentiels. Aussi s'était-on mis à imaginer pour les atomes des structures internes où l'électricité interviendrait et qui seraient susceptibles de rendre compte des propriétés des corps simples. Ces *modèles* avaient ceci de commun qu'ils faisaient perdre à l'atome ces propriétés de simplicité et d'indivisibilité qui pour la pensée antique constituaient leur définition même : ce n'était plus l'élément ultime au delà duquel il n'y a plus rien à chercher, c'était un monde nouveau d'une grande complexité sans doute que notre esprit commençait seulement à entrevoir.

Tandis que J. J. Thomson proposait de regarder l'atome comme formé par un ensemble d'électrons négatifs baignant dans une atmosphère d'électricité positive, Jean Perrin avec son magnifique don d'intuition entrevoyait dès 1901 la solution qui devait s'imposer 10 ans plus tard : dans un article de la *Revue Scientifique*, il assimilait l'atome à un système solaire en miniature où des électrons négatifs tourneraient sous l'influence de la force coulombienne autour d'un noyau chargé positivement. Cette hypothèse se heurtait d'ailleurs à de fortes objections, car elle paraissait incompatible avec la théorie alors admise du rayonnement électromagnétique ; aussi lui préféra-t-on généralement l'hypothèse de Thomson.

Les expériences décisive de Rutherford et de ses élèves sur la déviation des Rayons α pendant la traversée de la matière vinrent, une dizaine d'années plus tard, trancher la question en faveur de la conception de Perrin : l'atome est bien formé par un noyau central chargé positivement et porteur de la presque totalité de la masse du système autour duquel circulent des électrons. Restait évidemment à expliquer pourquoi l'atome ayant cette structure est stable, en contradiction avec la théorie classique du rayonnement. Ce fut le jeune Niels Bohr, alors âgé de 26 ans, qui en 1913 apporta la solution de cette énigme en

introduisant dans la théorie de l'atome fondée sur le modèle planétaire les conceptions de la théorie des quanta. Nous ne rappellerons pas ici quel fut le succès de la théorie de Bohr et l'impulsion inouïe qu'elle communiqua au développement de la physique atomique. Mais nous devons remarquer que le fameux modèle atomique de Rutherford-Bohr, sur lequel repose la théorie de Bohr et ses multiples prolongements, pourrait très justement être nommé le modèle de Jean Perrin.

Nous n'avons pas à suivre ici l'évolution de la théorie de l'atome depuis 1913. Notons seulement qu'au fur et à mesure qu'elle s'adaptait mieux aux faits observables, elle n'a pas cessé de se compliquer. Il a fallu d'abord y introduire les conceptions de la théorie de la Relativité telles que la variation de la masse de l'électron avec sa vitesse, puis les subtiles et remarquables méthodes que M. Bohr a déduites de l'idée de correspondance. Il a fallu ensuite, avec MM. Uhlenbeck et Goudsmit, compliquer notre représentation de l'électron en introduisant l'idée de Spin pour rendre compte de la structure fine des raies spectrales et des anomalies magnétiques.

Il a fallu enfin la reprendre tout entière quand la Mécanique ondulatoire est venue bouleverser toutes nos idées sur les propriétés des corpuscules et nous obliger à abandonner les notions de trajectoire et de vitesse des électrons intraatomiques, chacun de ces électrons étant en quelque sorte présent à l'état potentiel dans toute la périphérie de l'atome.

Quant au Noyau qu'à ses débuts le modèle planétaire conduisait à considérer comme un réduit inviolable où siégeait l'individualité de l'atome, nous savons aujourd'hui qu'il est lui-même un monde complexe où, sauf dans le cas de l'hydrogène, plusieurs éléments sont unis par l'action de forces d'un type particulier. Cette découverte de la complexité des noyaux nous a permis d'affirmer l'unité de la matière si brillamment prouvée d'ailleurs par les expériences de transmutations provoquées ; elle nous a permis d'énumérer un petit nombre de corpuscules élémentaires, proton, neutron, électron,

auxquels sont venus s'adjoindre l'électron positif et le méson. Avons-nous ainsi atteint les véritables corpuscules élémentaires dont la nature serait inanalysable et qui mériteraient d'être nommés « atomes » au sens étymologique du mot ? Cela est possible, mais chaque progrès de la Physique atomique, tout en nous faisant réaliser des synthèses nouvelles, nous amène à entrevoir, derrière la simplicité apparente d'entités provisoirement simples, des abîmes de complexités nouvelles insoupçonnées. Grâce à l'idée d'atome, les philosophes de la Grèce espéraient pouvoir s'arrêter dans l'analyse physique ; hélas !, on ne peut s'arrêter et, suivant la phrase bien connue de Pascal, la nature se lasse moins vite de fournir que notre imagination de concevoir.

L'expérience cruciale de 1895 avait permis au jeune Jean Perrin d'affirmer que les Rayons cathodiques sont formés de corpuscules électrisés négativement décrivant des trajectoires linéaires, et ainsi il avait abattu l'hypothèse qui attribuait à ces Rayons une nature ondulatoire. Or, trente-deux ans plus tard, les expériences non moins mémorables de Davisson et Germer, confirmant les prévisions audacieuses de la Mécanique ondulatoire, montraient que les électrons donnent lieu à des phénomènes de diffraction quand ils frappent des substances cristallisées. Les électrons ne peuvent donc pas dans tous les cas être conçus comme des corpuscules ponctuels à la manière classique : dans certaines circonstances, leur localisation dans l'espace ne peut être correctement prévue qu'en faisant intervenir une onde associée à leur mouvement. Dans une certaine mesure, il faut donc revenir sur le jugement porté en 1895 et reconnaître que les Rayons cathodiques (et plus généralement les faisceaux d'électrons), si plusieurs de leurs propriétés s'interprètent en les considérant comme formés de corpuscules ponctuels électrisés, ont néanmoins un aspect ondulatoire.

Le développement insuffisant de la technique du vide n'aurait pas permis en 1895 d'effectuer les expériences de diffraction des électrons par les cristaux,

mais aucune raison de principe n'empêche d'imaginer qu'il aurait pu en être autrement. Supposons donc pour un instant que les expériences de Davisson et Germer aient été effectuées avant celles de Perrin, de Thomson et de Villard. Alors on aurait affirmé la nature ondulatoire des rayons cathodiques et ce n'est sans doute que plus tard que l'on eût reconnu leur nature granulaire. Avec un peu plus d'imagination encore, on pourrait supposer que l'effet photoélectrique ait été découvert et étudié avant les phénomènes d'interférences et de diffraction de la lumière : alors ce serait l'aspect granulaire de la lumière qui eût été mis en évidence avant son aspect ondulatoire. Ces deux exemples de sens inverses nous montrent qu'aucune nécessité logique n'imposait la découverte du caractère granulaire des électrons avant celle de leur caractère ondulatoire, ni la découverte du caractère ondulatoire de la lumière avant celle de son caractère granulaire. Ainsi apparaît clairement ce qu'il y a de fortuit dans la succession des étapes, dans l'ordre des découvertes, qui assurent le progrès de la science. Et il importe de remarquer que cet ordre, souvent accidentel, exerce cependant une grande influence sur la façon dont les diverses sciences sont exposées : il reste toujours dans l'enseignement quelques traces de l'évolution historique du développement de nos connaissances. Et parce que Fresnel a précédé Einstein et que Perrin a précédé Davisson, les physiciens gardent toujours un peu l'impression que la lumière est plus ondulatoire que corpusculaire et que l'électron est plus corpusculaire qu'ondulatoire. Sans doute la physique serait-elle présentée dans les traités tout autrement qu'elle ne l'est si l'ordre des découvertes avait été différent et la structure de nos théories pourrait même s'en trouver assez profondément modifiée puisque chaque nouvelle théorie, tout en cherchant à élargir les doctrines antérieures, se laisse toujours plus ou moins guider par les résultats déjà acquis et par les formes de pensée déjà en usage.

Telles sont les réflexions philosophiques que peuvent inspirer les grands

travaux de Jean Perrin. Elles montrent que dans l'histoire de la Science, il y a des expériences décisives qui marquent un tournant de son évolution, mais qu'aucune de ces découvertes ne peut nous autoriser à dire que nous avons définitivement atteint la connaissance de l'insondable réalité.

*

* *

L'objet essentiel de cette Notice étant de rappeler comment Jean Perrin nous a apporté des preuves incontestables de la réalité des molécules, nous insisterons moins sur d'autres parties de son œuvre et sur la fin de sa carrière.

Mobilisé comme officier du Génie dans la guerre de 1914-18, il fut ensuite attaché au service qui poursuivait les recherches utiles à la défense nationale. Il fut notamment amené à cette époque à s'intéresser aux problèmes de repérage par le son et apporta des contributions à sa solution en imaginant divers dispositifs acoustiques.

Après la fin de la grande guerre, il revint à ses travaux de science pure et porta principalement ses recherches sur l'intervention de la lumière dans les réactions chimiques et sur les phénomènes de fluorescence. Il montra la nécessité de faire toujours intervenir dans la théorie de ces phénomènes la conception des niveaux quantiques d'énergie au sens de Bohr et celle d'état métastable. Si certaines des idées de Perrin sur le rôle du rayonnement dans les réactions chimiques ont donné lieu à des discussions, l'ensemble de ses travaux sur la fluorescence et la phosphorescence a considérablement contribué à éclaircir une question très complexe. Dans ses recherches sur ce sujet poursuivies pendant de longues années, Jean Perrin eut pour principal collaborateur son fils M. Francis Perrin, qui élevé dans l'atmosphère du laboratoire paternel, n'avait pas tardé à devenir l'un des plus distingués physiciens de la jeune génération.

La vive et pénétrante imagination de Jean Perrin lui faisait saisir très rapidement la portée des théories nouvelles et en apercevoir d'un seul coup d'œil certains aspects ou certaines conséquences. Elle se complaisait

d'ailleurs dans la contemplation des vastes problèmes qui soulèvent l'origine et l'évolution de la matière cosmique. C'est ainsi qu'il fit, le premier, observer en 1920 que la perte d'énergie subie par la matière quand l'hydrogène se transforme en hélium par condensation d'un nombre entier d'atomes, suffit pour rendre compte d'environ cent milliards d'années du rayonnement solaire. On sait que la théorie d'Helmholtz-Kelvin n'expliquait qu'une durée maximum de 50 millions d'années, durée tout à fait insuffisante pour satisfaire les géologues. Puis, généralisant cette idée, Perrin entrevoyait une grandiose évolution de l'univers stellaire où les atomes légers se condenseraient progressivement en atomes de plus en plus lourds.

Les théories cosmogoniques sont encore assez incertaines et variables : on admet aujourd'hui notamment que l'âge de l'univers ne dépasse pas quelques milliards d'années, chiffre qui eût paru beaucoup trop faible il y a quelques années. On ne peut sans doute pas considérer comme tout à fait établi, du moins dans leurs détails, les étapes de l'évolution des étoiles et l'origine des énormes quantités d'énergie qu'elles rayonnent autour d'elles, mais il semble certain que les phénomènes de transmutation jouent dans tout cela un rôle primordial ; et ainsi se trouvent justifiées les profondes intuitions de Jean Perrin.

Avec son esprit si vif et si prompt à comprendre, notre grand Confrère suivait avec passion les extraordinaires progrès de la Physique atomique et de la Physique nucléaire. Promoteur des idées qui ont été le point de départ du développement de ces Sciences, auteur de quelques-unes des plus mémorables expériences qui en ont assuré les bases expérimentales, il était merveilleusement placé pour suivre la filiation des découvertes et en apprécier l'exacte portée. On le verra en se reportant par exemple au remarquable petit ouvrage intitulé *Grains de matière et grains de lumière* où il faisait en 1935 le point des récentes découvertes des physiciens dans le monde atomique et nucléaire.

D'ailleurs, il ne dédaignait point de parcourir d'un coup d'œil circulaire toutes les diverses régions de la Physique et d'en fournir des vues d'ensemble qui, présentées sur une forme assez élémentaire, n'en contenaient pas moins de profondes et instructives remarques. Tous les amateurs de physique liront avec grand profit son livre sur *Les éléments de la Physique* ainsi que l'ensemble des huit fascicules intitulé *A la surface des choses*, et les spécialistes eux-mêmes pourront y glaner maintes suggestions dignes de retenir leur attention. Dans certaines parties de ces ouvrages, notamment dans le fascicule qui a pour titre *Évolution*, Perrin a même abordé quelques-uns des grands problèmes philosophiques relatifs à la Vie et à la Pensée en des termes toujours pleins de noblesse et d'élévation. Il serait sans aucun doute intéressant d'analyser et de comparer les divers textes qu'il a écrits sur ce sujet, mais nous ne pouvons nous y arrêter ici.

*

* *

Nous n'entreprendrons pas d'énumérer les nombreuses distinctions que ses belles découvertes valurent à Jean Perrin. Nous nous bornerons à rappeler qu'il fut élu membre de notre Compagnie le 11 juin 1923 dans la section de Physique générale et qu'il reçut ensuite en Novembre 1926 le prix Nobel de Physique « pour ses travaux sur la structure discontinue de la matière ».

Nous ne pouvons parler ici de tous les aspects de l'activité de notre illustre Confrère dans les dernières années de sa vie, mais il nous est impossible de ne pas rappeler en quelques mots le rôle qu'il a joué dans l'organisation de la recherche scientifique en France. Conscient de l'insuffisance des moyens matériels mis à la disposition des savants, très frappé au surplus de la difficulté qu'il y a souvent à poursuivre des recherches et à assurer, simultanément des enseignements, Jean Perrin a consacré dans les dix ou quinze dernières années de sa vie des efforts persévérants et une activité sans défaillance à l'organisation, à côté de l'enseignement supérieur, d'un service chargé d'encourager les recherches scientifiques, d'assurer la vie

matérielle des chercheurs qui n'ont pas encore ou qui, pour des raisons diverses, ne veulent pas avoir de situation dans l'Université, de leur fournir les moyens dont ils ont besoin pour se procurer du matériel, publier leurs résultats ou trouver les aides techniques qui leur sont utiles. Ce n'est point ici le lieu de faire l'historique des étapes qu'il y eut à franchir pour atteindre ce but. Nous n'expliquerons pas comment, grâce aux initiatives et aux demandes de Jean Perrin, la caisse nationale des Sciences vint doubler l'ancienne caisse des recherches scientifiques, comment ensuite les deux caisses furent réunies, puis transformées en un service central de la Recherche scientifique, comment enfin naquit le Centre national de la Recherche scientifique. Dans une œuvre semblable où il s'agit de faire sortir du néant toute une organisation, on se heurte nécessairement à toutes sortes de difficultés : il faut procéder graduellement et par approximations successives, il faut constamment rectifier ses plans en tenant compte des leçons de l'expérience, il faut aussi bien souvent faire face à des critiques, justifiées ou non, émanant notamment d'organismes plus anciens dont il convient de ménager les droits et les intérêts. Pour triompher de tous ces obstacles, notre Confrère dut être tout le temps sur la brèche et utiliser tout le poids de son autorité scientifique et toute l'influence de ses relations dans le monde savant et dans le monde politique. Sa tâche lui fut momentanément facilitée par la création du sous-secrétariat d'état de la Recherche scientifique qu'il occupa lui-même, après Madame Joliot-Curie, de septembre 1936 à juin 1937 et de nouveau pendant quelques semaines au printemps de 1938 .

Quand éclata la guerre de 1939, le service de la recherche scientifique, qui allait devenir le Centre National, était déjà solidement constitué sous la direction de M. Laugier et avait rendu de très grands services. Très nombreux sont les jeunes gens qui, délivrés du souci d'assurer leur vie matérielle, ont pu depuis quinze ans grâce aux bourses de la Recherche s'engager dans les longs et patients travaux qu'exige le progrès de la science moderne.

L'œuvre de Jean Perrin portait donc déjà ses fruits et l'on sentait qu'elle allait être à l'origine du renouveau de la science française. Perrin était heureux de voir le résultat de ses efforts et vers cette époque nous lui avons entendu dire, comme s'il avait le pressentiment de sa fin prochaine : « Si je devais bientôt mourir, j'aurais du moins la consolation de laisser derrière moi une institution qui rendra service à la Science et à la France. »

C'est aussi le souci de bien servir la Science et la France qui conduisirent Perrin à organiser, à l'occasion de l'exposition de 1937, ce Palais de la découverte où sont présentés dans une exposition permanente les derniers résultats de la recherche scientifique dans tous les domaines. Attirer l'attention du public sur l'importance de ces résultats, lui inspirer admiration et respect pour la grande œuvre poursuivie par les savants, susciter parmi les jeunes visiteurs la vocation de la recherche, tels furent les buts poursuivis par Jean Perrin en créant le Palais de la Découverte. Je n'ai pas besoin de vous rappeler quelle fut la réussite de cette entreprise. Profitant de la collaboration de nombreux savants français et de l'inépuisable dévouement de son secrétaire général M. Léveillé, le Palais de la Découverte reste l'une des plus belles œuvres réalisées par l'ardeur créatrice de notre grand Confrère.

Mais les jours sombres étaient venus. Après l'armistice Jean Perrin se retira en zone libre, puis il gagna les États-Unis, répondant à l'invitation de diverses universités américaines. Il retrouva à New-York son fils Francis et il y prit rapidement une place de premier plan parmi les Français ralliés au Général de Gaulle. Bien que déjà malade, il donna beaucoup de sa personne, multipliant articles et conférences et dirigeant l'université française de New-York. Il épuisa ainsi ses dernières forces au service de la France et, le 17 avril 1942, il mourut loin du sol natal.

S'il avait vécu davantage, il aurait eu l'an dernier la joie de rentrer dans sa patrie enfin libérée de l'occupation ennemie. Parmi les nombreuses satisfactions qu'il aurait alors éprouvées, il aurait eu celle de voir le Centre

national de la Recherche scientifique poursuivre sa belle et fructueuse carrière. Le dévouement de notre Confrère M. Charles Jacob lui a permis pendant l'occupation d'échapper aux dangers qui le menaçaient et de subsister sans déchoir. La vigoureuse activité de notre Confrère M. Frédéric Joliot va lui permettre maintenant de nouveaux développements. Si, comme tout permet de l'espérer, le Centre national de la Recherche scientifique contribue puissamment dans l'avenir à l'essor de la science française, la grande figure de Jean Perrin conservera un titre de plus à notre respect et à notre reconnaissance.

Perrin était affable et bienveillant : il attirait tous ceux qui l'approchaient. Son optimisme souriant, sa gaîté naturelle commandaient la sympathie et, même quand on ne partageait pas toutes ses opinions, on ne pouvait échapper au charme de sa parole et de sa personne. La mobilité de son esprit, les hautes pensées qui l'assiégeaient sans cesse le rendaient parfois peu attentif aux petites contingences de la vie : il était distrait comme beaucoup de savants et l'exactitude n'était pas toujours son fait. Mais, quand les intérêts de la science étaient en jeu, il savait se montrer exact, patient et persévérant. Nous l'avons vu, maîtrisant ainsi sa nature, apporter ces qualités dans l'exécution de ses grands travaux scientifiques, et il sut aussi les montrer dans d'autres œuvres de longue haleine comme la création des services de la Recherche.

MESSIEURS,

« Il y a vingt-cinq siècles peut-être, sur les bords de la mer divine où le chant des aèdes venait à peine de s'éteindre, ... »

C'est par ces mots qu'au seuil de son livre *Les Atomes*, Jean Perrin évoquait la naissance de l'hypothèse atomique parmi les philosophes de la Grèce. Cette phrase harmonieuse qui enchanta nos vingt ans évoque bien la figure du

grand homme de science qui l'écrivit. Aède des temps modernes, il fut le serviteur enthousiaste et passionné de la science, le symbole incarné du long effort qui, partant de la pensée antique a abouti à la Physique atomique de notre temps. Nous ne verrons plus à nos séances son beau visage de prophète ardent et optimiste, mais nous garderons le souvenir de son généreux enthousiasme. « Confiance en la valeur des œuvres de l'Esprit et en l'avenir de la Science », tel est le magnifique message de foi et d'espérance qu'il a laissé parmi nous.