



## La lettre du Collège de France

29 | juillet 2010  
La Lettre n° 29

---

# Léon Brillouin : des ondes à l'information

Rémy Mosseri

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/lettre-cdf/932>  
DOI : 10.4000/lettre-cdf.932  
ISBN : 978-2-7226-0119-2  
ISSN : 2109-9219

### Éditeur

Collège de France

### Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2010  
Pagination : 34-35  
ISSN : 1628-2329

### Référence électronique

Rémy Mosseri, « Léon Brillouin : des ondes à l'information », *La lettre du Collège de France* [En ligne], 29 | juillet 2010, mis en ligne le 25 février 2011, consulté le 01 décembre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/lettre-cdf/932> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.932>

---

Le texte et les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés), sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

## Léon BRILLOUIN

### DES ONDES À L'INFORMATION



© AIP Emilio Segre Visual Archives

Léon Brillouin (1889-1969), a enseigné la physique théorique au Collège de France de 1932 à 1948. Il est aussi l'héritier d'une grande tradition scientifique, qui le rattache plus encore à cette prestigieuse institution, puisqu'il y avait été précédé par son grand-père, Eleuthère Mascart, titulaire de la chaire de Physique expérimentale de 1872 à 1908 (Paul Langevin lui succédera), et par son père, Marcel Brillouin qui a occupé celle de Physique théorique et mathématique de 1900 à 1931.

Si le nom de Brillouin est aujourd'hui attaché à de nombreuses avancées de la physique, c'était donc également un prénom que le jeune Léon se devait de faire connaître. Il y réussira avec brio. Au sommet de la physique théorique française entre les deux guerres, témoin et acteur de la révolution quantique, scientifique au spectre d'intérêts très large, son œuvre illustre une part importante de la physique moderne. Nous suivons ici pour l'évoquer une des lignes de force qui sous-tend sa carrière scientifique, depuis la physique des phénomènes ondulatoires, jusqu'à la théorie de l'information dans l'immédiate après-guerre.

Les ondes, le jeune Léon s'y frotte dès 1913, au sortir de l'École normale supérieure, lorsqu'il part se former un an à Munich, auprès du déjà célèbre Arnold Sommerfeld. C'est déjà l'occasion pour lui de s'illustrer, en prédisant en particulier l'existence d'un signal précurseur, qui depuis porte son nom, à l'avant d'un front d'ondes électromagnétiques se propageant dans un milieu dispersif. De retour en France, il entame son travail de thèse proprement dit, avec le projet de construire une équation d'état du solide qui serait un peu l'analogue, pour la matière, de la célèbre relation qui relie pression, volume et température dans les gaz. Mais cette étude, difficile, qui le conduira à éclairer la notion de « pression de radiation », sera rapidement interrompue par l'entrée en guerre en 1914. Léon Brillouin est affecté au laboratoire Central de radio-télégraphie, sous l'autorité du (futur) général Ferrié, ce qui le conduit à considérer les problèmes ondulatoires sous un angle plus concret, à

travers des études d'antennes, de radio-guidage ou de brouillage, travaux qui lui vaudront la Légion d'honneur.

La fin des hostilités le renvoie à son étude des solides. Il analyse l'interaction entre une onde incidente lumineuse et les ondes de vibrations du solide, et fait alors sa découverte la plus originale, la prédiction – qui précède de près de dix ans sa vérification expérimentale – d'un couplage subtil entre les deux types d'ondes, qui voit se produire un échange d'énergie, et donc de longueur d'onde pour la lumière qui s'échappe du solide. L'effet Brillouin va traverser le siècle, suscitant un intérêt accru à partir des années 1960 lorsque les lasers investissent les laboratoires et permettent d'en amplifier la mesure. C'est aujourd'hui encore un outil essentiel pour accéder, de façon fine, aux propriétés élastiques des solides.

Dans le contexte de l'avènement de la mécanique quantique dans les années 1920, il contribue à la nouvelle théorie sous différents aspects, comme celui du magnétisme, où les « fonctions de Brillouin » apportent un raffinement à la classique « fonction de Langevin », et développe en parallèle une célèbre méthode d'approximation qui porte les noms de Brillouin, Wentzel et Kramers.

C'est encore dans le domaine de la propagation des ondes qu'il va signer un autre travail fameux. Il veut décrire le comportement de l'onde qu'il convient maintenant d'associer à toute particule matérielle, et en particulier à l'électron, lorsqu'elle rencontre les arrangements périodiques d'atomes du cristal. Brillouin travaille dans l'espace dit « réciproque », où un vecteur représente une onde remplissant tout l'espace du cristal. Il montre comment découper cet espace par des plans formant un ensemble de « zones de Brillouin », qui permettent un repérage univoque de toutes les ondes, les plans eux-mêmes correspondant aux ondes dont la propagation est interdite dans le cristal. Ce travail ouvre la voie à toute la physique moderne des solides et en particulier à la compréhension des différences entre matériaux isolants et conducteurs.

Léon Brillouin est alors, en 1930, le premier professeur de physique du tout nouvel Institut Henri Poincaré, poste qu'il quittera deux ans plus tard pour rejoindre le Collège de France. Il est à l'apogée de sa carrière scientifique, sa réputation est établie bien au-delà de la seule communauté française. L'effet qu'il a prédit quelques années auparavant a été clairement observé dans les liquides et les solides, ce qui a lui a d'ailleurs fait espérer une reconnaissance par le jury Nobel – qui ne viendra pas.

Les recherches qu'il mène dans les années 1930 au sein du Collège concernent principalement ce que l'on appelle le problème quantique à N corps, et sont trop techniques pour être résumées ici. Mais il ouvre également son séminaire à des problèmes concrets (comme l'acoustique) et pluridisciplinaires, et commence à déployer un goût qui ne fera que croître par la suite pour des questions d'épistémologie.

Alors que la perspective d'un nouveau conflit mondial se précise, des décisions politiques sont prises concernant la radiodiffusion afin de forger un outil puissant et efficace. En juillet 1939, Léon Brillouin est nommé à la tête de la Radiodiffusion, avec comme objectif prioritaire de réduire le retard technique vis-à-vis de l'Allemagne, en particulier pour doter le pays des puissants émetteurs à ondes courtes qui lui font alors défaut. Pendant la débâcle de mai-juin 1940, il donnera l'ordre de détruire l'ensemble des émetteurs avant que ceux-ci ne tombent aux mains de l'ennemi. Il s'inscrit ensuite dans l'opération complexe, menée par le biologiste Louis Rapkine, qui a permis, pendant les deux premières années du conflit, de faire sortir du territoire français plusieurs dizaines de savants, accueillis aux États-Unis. Léon Brillouin finit par arriver à New York en mai 1941. Il adhère à la France Libre et cherche rapidement à participer à l'effort de guerre américain, pensant à juste titre que ses travaux récents sur la théorie du magnétron

devraient intéresser les ingénieurs qui développent fiévreusement ces radars qui vont tant contribuer à la suprématie des alliés. Sa participation sera, mais tardivement, reconnue par les autorités américaines.

À la Libération, le retour en France ne se passe pas sans quelques complications. Sent-il que l'on n'est pas si pressé de le voir rentrer à Paris, ou bien est-ce l'envie de conserver une présence aux États-Unis, parce qu'il pressent le formidable intérêt pour la science de la première génération d'ordinateurs qu'il voit naître à Harvard ? Il diffère son retour, se contentant de brefs séjours consacrés à relancer son cours au Collège de France, où l'attendent en particulier tous ceux qui, coupés des progrès scientifiques sous l'occupation, aspirent à rattraper rapidement leur retard. Mais le règlement du Collège ne permet pas cette présence intermittente ; Léon Brillouin choisit de rester aux États-Unis et prendra même la nationalité américaine en 1949. Il a d'ores et déjà dans ce pays une place de choix dans le gotha scientifique, que son élection à la National Academy of Sciences en 1953 viendra bientôt confirmer.

Dans l'immédiat après-guerre, il se passionne pour la toute nouvelle théorie de l'information, née des efforts de Shannon et Weaver. Son ouvrage *La science et la théorie de l'information* fera d'ailleurs de Léon Brillouin l'un des vecteurs principaux du succès de cette théorie. Il s'attaque dans ce cadre au vieux problème du démon de Maxwell, qui persiste à ébranler les bases de la thermodynamique, et pense même l'avoir résolu, concluant que « le démon est bien vieux et qu'il est temps de le mettre à la retraite ». Mais son argumentation, apparemment très solide, sera néanmoins contournée quelques trente ans plus tard par Charles Bennett.

Il est difficile de ne pas conclure qu'un retour en France de Brillouin aurait enrichi le paysage scientifique national. À ce titre, le simple énoncé de quelques-uns de ses derniers centres d'intérêt, comme la physique non-linéaire ou encore la physique du vivant, le place sans ambiguïté dans le sens de la science en marche. À certains égards, il apparaît même comme un visionnaire. Et l'on peut parier que sa passion pour la philosophie des sciences l'aurait amené à intervenir avec plus de force en France (il le faisait déjà depuis les États-Unis) dans les débats touchant les frontières et interfaces entre les disciplines, là où la migration des concepts requiert, plus encore qu'à l'intérieur des différents champs, un savant mélange d'ouverture et de rigueur, qualités que Léon Brillouin incarnait si bien. ■

Rémy Mosseri

Directeur de recherche au CNRS  
Université Pierre et Marie Curie

Pour en savoir plus :  
*Léon Brillouin, à la croisée de ondes*  
Rémy Mosseri  
Éditions Belin, Paris 1999.



Institut international de Physique Solvay, Bruxelles, 1927.  
1. Léon Brillouin  
© Benjamin Couprie, Institut International de Physique Solvay