

WIKIPÉDIA

# Louis Néel

**Louis Eugène Félix Néel** (22 novembre 1904 à Lyon, France – 17 novembre 2000 à Brive-la-Gaillarde, France) est un physicien français. Il s'intéresse aux propriétés magnétiques de la matière à partir de 1938. Il est notamment à l'origine des découvertes de l'antiferromagnétisme et du ferrimagnétisme pour lesquelles il sera lauréat du prix Nobel de physique de 1970<sup>1</sup>. Durant la Seconde Guerre mondiale, il participe à des travaux pour protéger les navires contre les mines magnétiques, ce qui permet de sauver la vie de centaines de personnes.

Louis Néel est aussi un acteur majeur dans la création à Grenoble d'un des plus grands centres scientifiques français. Il a en effet contribué à la création de nombreux laboratoires dont les domaines de recherches s'articulent principalement autour du magnétisme.

## Sommaire

### Avant la guerre : Jeunesse et premiers travaux

- Jeunesse et formation
- État des connaissances scientifiques à l'époque
- Premiers travaux et premières découvertes

### Contribution durant la guerre

### Après la guerre : Recherche et développement du pôle scientifique de Grenoble

- Principaux axes de recherche
- Création de laboratoires

### Mandats scientifiques

### Distinctions et récompenses

### Notes et références

### Voir aussi

- Bibliographie
- Liens externes

## Avant la guerre : Jeunesse et premiers travaux

### Jeunesse et formation

Louis Néel est né en 1904 à Lyon. Il entre en classe préparatoire au lycée du Parc, puis au lycée Saint Louis à Paris. Il intègre l'École normale supérieure en 1924, d'où il est sorti major de sa promotion d'agrégation en 1928. Il prépare ensuite une thèse à Strasbourg sous la direction de Pierre Weiss. C'est à Strasbourg en 1938 que Louis Néel commence à réfléchir au magnétisme. C'est le début de l'étude du magnétisme et ce phénomène est encore mal appréhendé.

### État des connaissances scientifiques à l'époque

C'est au début du xx<sup>e</sup> siècle que l'étude des matériaux magnétiques commence sérieusement. Les scientifiques établissent à cette époque trois catégories principales de matériaux : les diamagnétiques, les paramagnétiques et les ferromagnétiques. Les paramagnétiques suivent la loi de Curie-Weiss (l'inverse de la susceptibilité varie linéairement en fonction de la température). En revanche les ferromagnétiques ne la suivent qu'à partir d'une température bien supérieure à leur température de Curie (plus d'une centaine de degré). Néanmoins, certains matériaux ne sont pas décrit par la loi de Curie-Weiss. Il s'agit en fait des matériaux antiferromagnétiques, qui ne sont pas connus à cette époque. Nous sommes au début du siècle et une nouvelle physique fait son apparition ; la physique quantique. Cette nouvelle théorie très prometteuse amène

### Louis Néel



<b>Naissance</b>	<span>22 novembre 1904</span> <div><span>Lyon (France)</span></div>
<b>Décès</b>	<span>17 novembre 2000</span> <div>(à 95 ans)</div> <div><span>Brive-la-Gaillarde (France)</span></div>
<b>Nationalité</b>	<span><span><span><span></span></span><span> </span></span>Français</span>
<b>Domaines</b>	Physique, Magnétisme
<b>Institutions</b>	Faculté des Sciences de Grenoble <div>Institut polytechnique de Grenoble</div> Université de Strasbourg
<b>Distinctions</b>	Prix Nobel de physique (1970) Médaille d'or du CNRS (1965)

de nouveaux résultats. Des scientifiques comme Niels Bohr s'intéressent au magnétisme à l'échelle atomique. À l'aide de la théorie quantique, Bohr définit le « magnéton de Bohr » (valeur du moment magnétique élémentaire). Néanmoins, à cette époque, cette nouvelle vision de la physique n'est pas encore admise par toute la communauté scientifique.

## Premiers travaux et premières découvertes

Louis Néel espère que la théorie quantique qui progresse vite à l'époque pourra expliquer ce décalage de température. Cependant, certains résultats de la théorie quantique entre en contradiction avec sa compréhension naturelle du comportement magnétique intrinsèque de certains matériaux mais il décide de suivre son intuition. Ces matériaux sont aujourd'hui connus sous le nom d'antiferromagnétiques et montrent que le lien entre l'échelle microscopique et l'échelle macroscopique est mal appréhendé. L'application des théories quantique au domaine macroscopique exige à l'heure actuelle encore quelques précautions. Cette contradiction découverte par Louis Néel au sujet des antiferromagnétiques est à l'origine de nombreuses recherches, qui cherchent à expliquer le lien entre la théorie quantique et macroscopique. C'est à 25 ans que Louis Néel a l'idée du champ moléculaire local. En combinant le champ moléculaire de Weiss et un postulat d'Heisenberg, Louis Néel en déduit que ces interactions se limitent aux premiers voisins. Grâce au champ moléculaire local il arrive à expliquer l'origine des deux températures de Curie. C'est grâce aux premiers travaux de Louis Néel que plusieurs théories de transition de phase ont pu être expliquées, ce qui valut un prix Nobel en 1982 à Kenneth Wilson pour ces travaux sur la renormalisation. Toujours avec cette même idée de champ local et en admettant l'existence d'un champ local négatif qui oriente les moments en sens inverse de leurs voisins. Il parvient à expliquer le paramagnétisme constant de nombreux métaux et alliages désordonnés. Lors de sa thèse en 1932 il expose sa théorie, ses propriétés seront vérifiées en 1936 par Bizette à Bellevue lors de la découverte des antiferromagnétiques. En 1931, Louis Néel refuse un poste qu'il avait obtenu à Clermont Ferrand et retourne à Strasbourg. Il y publiera plusieurs articles sur des expériences sur les chaleurs spécifiques, et la susceptibilité du Nickel au voisinage de la température de Curie. Il travaillera aussi sur la mise au point de nouveaux appareils de mesure, notamment un voltmètre allant de 0 à 100 mV avec une précision de l'ordre du dixième de microvolt. Il réalisera aussi des wattmètres balistiques qui permettent de mesurer successivement les élongations de deux spots donnant deux composantes du vecteur aimantation. En mai 1939 il participe à la réunion internationale sur le magnétisme à Strasbourg. Durant cette réunion il y côtoie Becker et Döring (Allemagne), Mott, Simon, Stoner et Sucksmith (Angleterre) Gorter, Casimir et Kramers (Pays-Bas), Barnett et van Vleck (États-Unis). Cette réunion sera la dernière d'une époque tourmentée. Le laboratoire à Strasbourg de Weiss ferme ses portes, trois mois après la guerre éclate en Europe.

## Contribution durant la guerre

À partir de 1939, les travaux de recherches de Louis Néel changèrent avec le début de la Seconde Guerre mondiale, il consacra ses recherches et ses capacités au service de la France.

Il fut mobilisé en 1940 et dû quitter le laboratoire de Pierre Weiss à la Faculté des Sciences de Strasbourg pour Clermont-Ferrand, lieu de repli de cette faculté. Conscient du fait que cette période de guerre allait être longue, Louis Néel propose de récupérer le matériel lourd et précieux laissé dans le laboratoire à Strasbourg pour l'éloigner de la ligne de front. Il décide donc, avec l'aide de Charles Sadron, un de ses collègues de la Faculté de Strasbourg et membre de la Résistance, d'effectuer un transfert de trois wagons de matériels lourd vers Meudon.

Henri Longchambon, directeur à l'époque de la branche appliquée du CNRS, décide que Néel serait extrêmement utile dans la liaison entre les universités française et les services de techniques de la guerre afin de pouvoir résoudre efficacement les problèmes des soldats français. Un des problèmes posés par les militaires était la production et la détection de rayonnement infrarouge. Pour résoudre ce problème, Louis Néel, avec l'aide de Paul Soleillet et André Lallemand, décida de fonder le Laboratoire de Photoélectricité à Bellevue.

Les nouvelles activités de Louis Néel au Centre d'étude de la marine l'obligèrent à abandonner ses recherches au laboratoire de photoélectricité, car il fut chargé de trouver un moyen de protéger les navires des mines magnétiques. Du 15 janvier au 6 août 1940, Louis Néel réalise en un temps record un procédé de neutralisation des mines magnétiques. Celui-ci repose sur la désaimantation de la coque des navires par compensation des deux termes de la loi de Rayleigh. Pour cela il fait placer en cale des navires une imposante bobine dont le champ magnétique produit va désaimanter celui de la coque. 640 navires furent équipés de ce procédé dans les rades de Toulon, Cherbourg, Le Havre, Dunkerque et Brest, et aucun d'eux ne fut détruit par des mines magnétiques. De nombreuses vies ont donc été sauvées par l'ingéniosité de l'Amiral de réserve Louis Néel, qui fut considéré comme un héros de la Marine française, même si ce procédé assez rustique ne conduisait qu'à une réduction d'un quart du champ propre maximal d'un navire donné dans les meilleures conditions. Une fois l'idée imaginée, il a dû la mettre en pratique, trouver les centaines d'accumulateurs nécessaires, les disjoncteurs, les appareils de mesure, de faire ériger l'ensemble et de le faire fonctionner sans réel droit à l'erreur

Son engagement dans la marine durant la guerre lui a fait réaliser l'importance des applications pour dynamiser le développement de la recherche fondamentale. Il a beaucoup apprécié cette période: travailler sur le réel, un travail plus vivant que celui du laboratoire.

Après cette activité intense, il décide de s'installer en zone non occupée en attendant de pouvoir rejoindre Strasbourg. Conseillé par un ami, il décide de s'installer à Grenoble pour son milieu industriel et la disponibilité d'un laboratoire à l'institut Fourier. Les trois années qui suivirent ont été une période de maturation: il peut lire et réfléchir entouré de son équipe, il commence à recruter des collaborateurs comme le plus notable d'entre eux : Noël Felici. Sa première demande de crédit mentionne la fabrication par évaporation de couches magnétiques très minces,

ainsi que la mise au point d'un hystérésigraphe et d'une sonde thermoélectrique fixée à un microscope pour l'étude des hétérogénéités de surface. Il peut ainsi démarrer des études sur la susceptibilité anhystérique de matériaux massifs et sur les propriétés coercitives de poudres ultra-fines de fer<sup>2</sup>. Cette démarche s'inscrit dans la recherche d'une solution pour fabriquer des aimants avec d'autres matériaux que le cobalt et le nickel. En effet, ce sont des matériaux rare et donc coûteux. De plus, la méthode de production des aimants à base de cobalt est également extrêmement couteuse. Louis Néel a donc imaginé que, si les grains de fer ont une taille inférieure à l'épaisseur des parois qui délimitent les domaines élémentaires d'aimantation dans les ferromagnétiques, alors ces grains auront une aimantation spontanée uniforme. Un premier brevet sur les aimants en poudre frittée est déposé en 1942 avec Louis Weil. Leurs fabrication à base de fer, matériau commun et bon marché, permet une production sans aucune limite et à bas coût. Pour développer la production des aimants, il fait un partenariat avec les aciéries d'Ugine, en récupérant les chutes de métal de l'usine Raymond, fabricant de boutons pressions. Ils arrivent ainsi à obtenir de la matière première à bas coût. Cette fabrication était dédiée en particulier à la réalisation de dynamos pour l'éclairage des vélos. C'est de cette façon que la recherche a contribué à développer le poids industriel de Grenoble.

À partir de mars 1943, Grenoble occupé subit des bombardements et des tensions entre les forces allemandes et celles de la résistance incarne le climat du reste des recherches du laboratoire. Le résultat du laboratoire ne sont pas négligeables, 40 publications et brevet dont des articles fondamentaux sur l'interprétation de la loi de Rayleigh, une nouvelle interprétation du champ coercitif des aciers, et l'énoncé des lois de décomposition d'un cristal ferromagnétique en domaines élémentaires. Louis Néel a développé sa conception de la recherche, il souhaite développer des centres transdisciplinaires sur l'étude des métaux. Mélanger la recherche fondamentale, appliquée et industrielle, est pour lui la solution pour avoir un meilleur rendement et une meilleure compréhension des phénomènes physiques.

## Après la guerre : Recherche et développement du pôle scientifique de Grenoble

---

À la fin de la guerre en 1945, Louis Néel s'installe à Grenoble où il souhaite créer un centre scientifique capable de rivaliser avec les universités parisiennes. Cette décision repose aussi sur le fait qu'il y a à Grenoble des locaux vastes et disponibles (en particulier ceux de l'Institut Fourier) mis à sa disposition par le doyen de la faculté des sciences René Gosse. De plus, Grenoble offre un milieu industriel favorable à la coopération avec le milieu universitaire favorisant ainsi une approche pluridisciplinaire. Il parvient la même année à créer à Grenoble une chaire universitaire de physique appliquée ainsi que trois maitrises de conférence en électrotechnique, métallurgie physique et magnétique et mécanique. Louis Néel devient alors professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, il nomme aux différents postes créés des chercheurs confirmés comme Maurice Fallot, Louis Weil, Noël Felici, ou Erwin Lewy qui ont participé à l'essor de Grenoble comme pôle scientifique et universitaire.

Le 1<sup>er</sup> janvier 1946, est signé un contrat entre le CNRS et l'université de Grenoble, notamment dû à l'intérêt du directeur du CNRS pour les génératrices électrostatiques de Felici. Louis Néel crée alors le Laboratoire d'électrostatique et de physique du métal (LEPM), dont il devient le directeur et ce jusqu'en 1970. Le LEPM est le premier laboratoire propre du CNRS en province. Son Comité de direction est mixte et contient autant de professeurs d'université que de délégués du CNRS. À sa création, le laboratoire compte trois sections ; une dédiée à l'électrostatique, une à la physique du métal et une dernière dédiée au magnétisme. À partir de 1946, les équipes de Louis Néel s'agrandissent notamment avec l'arrivée de jeunes chercheurs comme René Pauthenet, Louis Lliboutry, Jean-Claude Barbier et Pierre Brissonneau, puis de chercheurs reconnus comme Michel Soutif qui arrive à Grenoble en 1953-1954. Ces chercheurs ont contribué à l'introduction des techniques de résonance et de l'enseignement de la mécanique quantique à Grenoble.

### Principaux axes de recherche

---

Durant ces premières années à Grenoble, Louis Néel se concentre sur de nouveaux axes de recherche et met notamment en évidence les champs démagnétisants appelés aussi "champs de dispersion". Ceux-ci permettent notamment d'expliquer la décomposition en domaines magnétiques ou encore les champs coercitifs. Il s'intéresse aussi aux effets de magnétostriction notamment mis en jeu dans les matériaux doux tels que la coque des navires. Néel étudie également les parois magnétiques et en découvre un nouveau type, nommée en son honneur paroi de Néel.

Les principaux travaux de Néel, qui sont aussi les plus connus, concernent les mécanismes d'anisotropie de surface et les propriétés de couplage ferro et antiferromagnétiques. Ces effets trouvent notamment des applications dans l'enregistrement magnétique ou les aimants permanents frittés. La théorie de l'antiferromagnétisme est généralisée en 1947. Cependant, cette théorie ne permet pas d'expliquer toutes les propriétés magnétiques des ferrites ; celles-ci sont expliquées par une autre théorie postulée par Néel : le ferrimagnétisme. Les ferrimagnétiques sont des matériaux dans lesquels les moments magnétiques sont antiparallèles. Un exemple de matériau ferrimagnétique est les grenats de terre rare évoqués par René Pauthenet en 1956. Ces matériaux sont utilisés entre autres dans les aimants permanents ainsi que dans l'électronique à haute fréquence.

### Création de laboratoires

---

À la même époque, le LEPM se scinde en quatre laboratoires indépendants ; un d'électrostatique dirigé par N. Félici, le laboratoire des Lames Minces dirigé par B. Chakraverty, celui de Cristallographie dirigé par E. Bertaut et le laboratoire de Magnétisme dirigé par Louis Néel. Louis Néel dirigera le laboratoire de Magnétisme jusqu'en 1976, date à laquelle il prend sa retraite.

Louis Néel poursuit son œuvre de bâtisseur et crée d'autres laboratoires à Grenoble tout au long de sa carrière. Il crée en effet en 1949 le Laboratoire de Magnétisme du Navire (LMN) sous la demande et impulsion de l'armée afin d'aider les constructions navales. Il dirigera le LMN jusqu'en 1956, date à laquelle son élève Pierre Brissonneau prendra sa succession. Ce laboratoire a pour mission d'effectuer des maquettes des navires à traiter et de les placer dans des champs magnétiques afin de déterminer la meilleure manière de les traiter. À partir de 1950, tous les navires de la flotte française seront étudiés et traités selon la méthode mise en place par le laboratoire. Ce savoir faire bénéficiera aussi aux "alliés" de la France comme la Belgique et la RFA.

Louis Néel crée aussi en 1956 le Centre d'études nucléaires de Grenoble (CEN-G), dont il devient le président, avec le soutien de Francis Perrin. Ce centre est la conséquence de la délocalisation d'une partie des activités du CEA (Commissariat des Essais Atomiques) situé à Paris. Ce laboratoire a été créé suite à la volonté de Néel d'avoir une filière nucléaire pour l'alimentation électrique de la ville. Il est de plus convaincu de la nécessité de former des ingénieurs capables de maîtriser les techniques nucléaires. Pour cela, il faut que les élèves de la filière Génie Atomique, dirigée par Michel Soutif et créée à la même époque au sein de l'Institut Polytechnique de Grenoble (IPG), puissent avoir accès à un réacteur. À sa création, les activités du CEN-G sont regroupées autour de la pile Mélusine et de plusieurs accélérateurs. Dans les années qui suivent, le CEN-G se développe rapidement notamment avec la création d'unités mixtes université-CEA Grenoble. Cette extension conduit à la construction d'un deuxième réacteur et l'effectif est multiplié par 10.

L'extension des activités de recherches se poursuit avec la création du Service National des Champs Intenses (SNCI) par Louis Néel et René Pauthenet à la fin des années 50. C'est au sein de ce laboratoire que sera découvert l'Effet Hall quantique qui vaudra le prix Nobel de physique au physicien allemand Klaus von Klitzing en 1985.

L'influence de Louis Néel permet le développement de la recherche à l'interface de différentes disciplines scientifiques ; la physique, la chimie, la biologie, l'information et la communication. De plus, les progrès réalisés dans les techniques neutroniques aboutissent en 1967 à la création de l'Institut Laue-Langevin (ILL). Cet institut comprend un réacteur à haut flux permet l'exploitation d'une source de neutrons très intense. Cela permet aux scientifiques d'étudier la matière de manière non destructive.

La dernière grande contribution de Louis Néel à l'expansion de la recherche à Grenoble est certainement la création de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF). Son influence a, en effet, été déterminante dans la construction de cet outil, permettant la production de faisceaux de rayons X durs. L'ESRF permet, lui aussi, l'étude de la matière et en particulier ses propriétés et son organisation. Il est utilisé dans divers domaines tels que la biologie, la médecine, la chimie, le magnétisme, les hautes pressions et les sciences des matériaux.

## Mandats scientifiques

De 1950 à 1976, Louis Néel cumule les mandats scientifiques : directeur et président de l'Institut polytechnique de Grenoble, directeur du Centre d'études nucléaires de Grenoble, membre du Comité consultatif des Universités, membre du directoire, puis du conseil d'administration du CNRS, membre du Conseil de l'enseignement supérieur, président de la Commission de physique du CNRS, électronique, électricité et magnétisme, et représentant de la France au Comité scientifique de l'OTAN.

Il a soutenu le développement à Grenoble des mathématiques appliquées, mais en œuvrant pour l'implantation dans la ville de l'Institut Laue-Langevin et de l'European Synchrotron Radiation Facility, il est considéré comme l'instigateur du polygone scientifique. De nos jours, un parvis porte son nom devant le centre Minatec.

Il fut président de la Fondation Louis-de-Broglie de 1973 à 1991.

## Distinctions et récompenses

- Prix Hughes de l'Académie des sciences (1935)
- Prix Félix-Robin de la Société française de physique (1938)<sup>3</sup>
- Médaille André Blondel (1948)<sup>4</sup>
- Grand prix du conseil de l'association « Au service de la pensée française » (1949)
- Prix Holweck (1952)<sup>3</sup>
- Prix des trois physiciens (1963)
- Médaille d'or du CNRS (1965)<sup>5</sup>
- Prix Nobel de physique de 1970, prix qui lui sera décerné le 27 octobre<sup>6,7</sup>
- Grande médaille d'or de l'Électronique (1971)
- Grande médaille d'or de la Société d'encouragement pour la recherche et l'invention (1973)

Son implication dans la défense nationale, notamment à travers la recherche sur la protection des navires de guerre par désaimantation contre les mines magnétiques, lui vaut plusieurs distinctions :

- Chevalier de la Légion d'honneur à titre militaire pour services exceptionnels (1940), officier (1951), commandeur (1958), grand officier (1966) et grand-croix (1974)
- Croix de guerre 1939-1945 avec palmes (1940)
- Commandeur de l'ordre des Palmes académiques (1957)
- Chevalier de l'ordre du Mérite social (1963)
- Grand-croix de l'ordre national du Mérite (1972)
- Amiral (de réserve) de la Marine Nationale
- Amiral à titre honorifique de la Royal Navy

## Notes et références

- (en) « *for fundamental work and discoveries concerning antiferromagnetism and ferrimagnetism which have led to important applications in solid state physics* » in Personnel de rédaction, « *The Nobel Prize in Physics 1970* (http://nobelprize.org/nobel\_prizes/physics/laureates/1970/) », Fondation Nobel, 2010. Consulté le 19 juin 2010
- Dominique Pestre, « Louis Néel et le magnétisme à Grenoble. Récit de la création d'un empire physicien dans la province française 1940-1965 », *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, avril 1990 (lire en ligne (http://www.histcnrs.fr/pdf/cahiers-cnrs/pestre.pdf))
- Lauréats de prix de la SFP (http://sfp.in2p3.fr/Prix/prix\_anciens.html)
- Lauréats de la médaille Blondel (http://www.see.asso.fr/htdocs/upload/1447\_blondel-1942-2008.pdf)
- Lauréats de la médaille d'or du CNRS (http://www.cnrs.fr/fr/recherche/prix/medaillesor.htm)
- Louis Néel, « Un siècle de physique » (https://books.google.fr/books?id=FlO1DgAAQBAJ&pg=PT442&lpg=PT442&dq=louis+n%C3%A9el+prix+nobel+27+octobre+1970&source=bl&ots=Td5mrVIm4f&sig=ACfU3U3-Ip4QQ23IwvXLRb39RW8MTKM&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKUewjy\_bqcptfgAhWnxoUKHb6nBmoQ6AEwC3oECAMQAQ#v=onepage&q=louis%20n%C3%A9el%20prix%20nobel%2027%20octobre%201970&f=false, 3 octobre 1991
- INA, « Inter actualités de 20H00 du 27 octobre 1970 » (https://www.ina.fr/video/PHF07005441), 27 octobre 1970

## Voir aussi

### Bibliographie

- L'œuvre de Louis Néel, Bernard BARBARA, Directeur de recherche au CNRS, Laboratoire Louis Néel
- Le magnétisme dans l'œuvre de Paul Langevin*, 1972
- Un siècle de physique*, éditions Odile Jacob, 1991 (ISBN 2738101402 et 978-2738101402)
- L'œuvre de Louis Néel [1] (http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/ldP01-02/04.pdf)
- Louis Néel, un prix Nobel de physique exceptionnel [2] (http://alumni.grenoble-inp.fr/wp-content/uploads/2011/05/Article-Louis-N%C3%A9el.pdf)

Sur les autres projets Wikimedia :

*Louis Néel*, sur Wikiquote

### Liens externes

- (en) Biographie (https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1970/neel/biographical/) sur le site de la Fondation Nobel (la page propose plusieurs liens relatifs à la remise du prix en cliquant sur le bandeau, dont un document rédigé par le lauréat — le *Nobel Lecture* — qui détaille ses apports)
- Louis Néel et les industriels (http://www.louisneel-centenaire.inpg.fr/IMG/pdf/industriels.pdf)
- Louis Néel, un siècle de science à Grenoble (http://www.louisneel-centenaire.inpg.fr/) (Manifestations à l'occasion du centenaire de la naissance de Louis Néel) / Grenoble INP
- L'institut Néel à Grenoble (http://neel.cnrs.fr/)
- Colloque Louis Néel "Couches minces et nanostructures magnétiques" (CLN). Le dernier colloque: XIII<sup>e</sup> CLN (Albé, 31 mars - 2 avril 2010) (http://cln2010.u-strasbg.fr/), le colloque suivant: XIV<sup>e</sup> CLN (Océanopolis, Brest, 21-23 septembre 2011) (http://cln2011.faculte-sciences-brest.fr/)
- Notices d'autorité : Fichier d'autorité international virtuel (http://viaf.org/viaf/110615677) International Standard Name Identifier (http://isni.org/isni/0000000109348087) Bibliothèque nationale de France (http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb119175035) (données (http://data.bnf.fr/ark:/12148/cb119175035)) Système universitaire de documentation (http://www.idref.fr/030465303) Bibliothèque du Congrès (http://id.loc.gov/authorities/n79049176) Gemeinsame Normdatei (http://d-nb.info/gnd/119025914) Bibliothèque nationale d'Espagne (http://catalogo.bne.es/uhtbin/authoritybrowse.cgi?action=display&authority\_id=XX1119653) Bibliothèque royale des Pays-Bas (http://data.bibliotheken.nl/id/thes/p068434758) WorldCat (http://www.worldcat.org/identities/lccn-n79-049176)
- Ressources relatives à la recherche : *La France savante* (http://cths.fr/an/prosopo.php?id=111013) (en) Scopus (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602659130)

Ce document provient de « https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Louis\_Néel&oldid=160885491 ».

**La dernière modification de cette page a été faite le 14 juillet 2019 à 02:16.**

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions ; d'autres conditions

peuvent s'appliquer. Voyez les [conditions d'utilisation](#) pour plus de détails, ainsi que les [crédits graphiques](#). En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment [citer les auteurs](#) et mentionner la licence.

Wikipedia® est une marque déposée de la [Wikimedia Foundation, Inc.](#), organisation de bienfaisance régie par le paragraphe [501\(c\)\(3\)](#) du code fiscal des États-Unis.