Séminaires & Congrès
9, 2004, p. 1–12

JEAN LERAY ET LA RECHERCHE DE LA VÉRITÉ

par

Yves Meyer

La vie et l'œuvre de Jean Leray sont singulières. Dans le répertoire biographique des membres de l'Académie des Sciences, on lit :

> Né à Nantes le 7 novembre 1906. École Normale Supérieure (1926-1929). Agrégé (1929). Chargé de Recherche, Docteur ès Sciences (1933). Professeur à l'Université de Nancy (1938), de Paris (1941) et de l'Oflag XVII A (1940-1945), au Collège de France (1947-1978). L'œuvre scientifique de Jean Leray comporte : l'extension de la topologie algébrique aux espaces de Banach, en particulier avec J. Schauder, celle du degré topologique et ses applications aux équations fonctionnelles (1934) ; à propos de Mécanique des Fluides, l'introduction de solutions généralisées, non dérivables, d'équations aux dérivées partielles non-linéaires (1934) ; l'introduction en topologie algébrique des faisceaux et des suites spectrales (1949) ; sur les variétés analytiques complexes, une théorie des résidus et la formule qu'il a nommée de Cauchy-Fantappié (1959) ; pour les équations aux dérivées partielles linéaires holomorphes et, en collaboration avec Y. Hamada, A. Takeuchi et C. Wagschal, l'étude du problème de Cauchy à données singulières (1976) et des prolongements analytiques des solutions (1985, 1990, 1992) ; en mécanique appliquée le calcul des ponts-plaques, qu'emploient les Ponts et Chaussées (1964) et, en collaboration avec A. Pecker, le calcul explicite du demi-plan élastique percuté en son bord (1988).

Ce sommaire nous laisse sur notre faim. Jean Leray était-il un mathématicien, un hydrodynamicien, un mécanicien ou tout à la fois ? Est-ce pour cela que sa pensée scientifique est si originale ? Quel savoir, quelles connaissances Jean Leray cherchait-il ? Était-il un homme de droite ou un homme de gauche ? Ses opinions étaient-elles celles d'un homme de tradition ou d'un visionnaire ? Je vais essayer de répondre à ces questions en utilisant le témoignage d'Yvonne Choquet-Bruhat, mes propres souvenirs et ce que Jean Leray nous apprend de sa vie dans divers articles et entretiens. L'immense œuvre mathématique de Jean Leray ne sera qu'à peine évoquée ; elle a été remarquablement rassemblée et éditée par Paul Malliavin [**7**]. On pourra également consulter [**9**], [**1**] ou le beau texte de Jean Mawhin [**12**].

1. L'enfance

Jean Leray est né à Nantes, le 7 novembre 1906. Dans un entretien avec Mark Marian Schmidt, publié par Hermann (Hommes de Science) [**5**], Jean Leray évoque, avec pudeur, son enfance et son adolescence. Il dit :

> *Je suis né le 7 novembre 1906, l'année où Dreyfus fut réhabilité par la Cour de Cassation.*

Ses parents étaient instituteurs à l'école publique de Chantenay, école que les prêtres, dans leurs sermons, appelaient « l'école du diable ». Ses parents n'étaient pas faits pour vivre l'un avec l'autre. Fils unique, il eut une enfance triste. Avant d'être une passion, les mathématiques furent pour lui un refuge.

Jean Leray, rendant hommage à son père, nous parle de justice sociale [**5**] :

> *Mon père eut une jeunesse misérable. Il devint instituteur à Rennes. Il se passionna pour la cause de Dreyfus... Il fit des études supérieures, obtint le CAPES d'allemand. Cependant, il resta instituteur : il préférait s'adresser à une élite d'origine populaire... plutôt qu'à des enfants fortunés dans les lycées.*

Sa première rencontre avec la Science date de son enfance :

> *C'est à mon père que je dois l'essentiel de mon éducation et de ma formation scientifique... C'est grâce à lui qu'à 11 ans je connaissais les nombres premiers, étais un adepte du darwinisme, étais passionné par la science, m'imaginant qu'elle avait tout expliqué.*

2. Le lycée et l'École Normale Supérieure

Malgré sa brièveté, le texte qui suit nous apprend beaucoup sur Jean Leray ; il y parle d'efforts et de justice sociale (les mots soulignés le sont par moi) [**5**].

> *Au lycée de Nantes, puis de Rennes, je fus un élève <u>attentif</u> et <u>travailleur</u>, au milieu d'enfants assurés d'un avenir confortable et plus ou moins indifférents à un enseignement qui était pourtant de haute qualité. De <u>modestes succès</u> au concours général me prouvèrent que je pouvais accéder aux grandes écoles. Grâce au lycée de Rennes, j'entrai rapidement à l'École Normale Supérieure.*

En évoquant sa vie d'étudiant, Jean Leray revient sur son amour pour la physique et la mécanique [**5**] :

Le laboratoire de physique de l'École Normale Supérieure me révéla l'expérimentation et ses joies. Je fus libéré de mon dogmatisme très puéril de lycéen... C'est l'enseignement de mon regretté maître Henri Villat qui guida mes premières recherches.

3. La thèse et les premiers travaux

Comme nous le savons tous, la thèse et les premiers travaux de Jean Leray portent sur la mécanique des fluides. Pour le profane, il s'agit de comprendre la forme et l'allure des tourbillons que le courant d'un fleuve crée en aval, derrière les piles d'un pont. Jean Leray était fasciné par ce spectacle. Il écrivait [**6**] :

Observons la Seine en crue, contournant une pile de pont : son écoulement paraît régulier, puis, dans un domaine de plus en plus petit, il s'accélère de plus en plus, alors un choc local dissipe localement une large part de l'énergie en jeu et rétablit le calme ; puis le même phénomène se répète

Peut-on prévoir et calculer ces formes ondoyantes et diverses ou vaut-il mieux y renoncer et utiliser une modélisation stochastique ? C'est-à-dire admettre que le déterminisme est battu en brèche lorsque qu'apparaît la turbulence ? Ces questions sont fondamentales pour la Science et la Technologie. Elles concernent les mouvements des océans, le réchauffement planétaire, la stabilité de la structure d'un avion en vol. En 1993, Jean Leray évoqua encore ce problème de stabilité et écrivit [**6**] :

Les premiers avions eurent des ailes minces, provoquant de regrettables remous. Des années de pénibles essais furent nécessaires à l'intelligence humaine pour découvrir ce que mémorisent les gènes des volatiles : l'intérêt aérodynamique des ailes épaisses ; à l'avant un bord arrondi, à l'arrière un bord effilé.

Dans le texte que nous allons lire, Jean Leray nous apprend comment tester la validité d'une loi physique quand elle a été formulée dans le langage des mathématiques. Il s'agit de vérifier que les prédictions que l'on peut faire, en partant de l'énoncé mathématique de cette loi, sont conformes à l'expérience. Mais encore faut-il pouvoir calculer ces prédictions ! Jean Leray faisait ces remarques au début des années cinquante, avant l'essor de l'analyse numérique et du calcul scientifique. Les calculs devaient alors être faits à la main. Pour les équations aux dérivées partielles, nous savons que c'est impossible, sauf dans des cas très particuliers. Dans l'enseignement de la physique et de la mécanique que Jean Leray avait reçu, la validité d'une loi physique, écrite sous la forme d'une équation, ne pouvait donc être établie que sur des exemples simplistes, non significatifs. Pour Jean Leray, c'est inacceptable ! Il propose alors un programme scientifique qui, à peine modifié, est encore d'actualité [**3**] :

Une théorie de physique mathématique consiste à affirmer qu'une équation fonctionnelle régit un phénomène naturel. On vérifie cette équation en *confrontant les mesures expérimentales et la solution de l'équation fonctionnelle dans des cas habilement choisis où l'on réussit à résoudre explicitement cette équation ; ces cas sont en général des cas exceptionnels dans lesquels l'équation dégénère en une équation beaucoup plus simple ; souvent la solution n'est qu'approchée ; souvent les formules compliquées qui la définissent précisent mal son allure.*

Il est donc essentiel d'envisager, en toute rigueur, le cas général et, faute de pouvoir examiner s'il y a concordance numérique, de se poser les trois problèmes que voici :

– préciser l'allure des solutions de l'équation fonctionnelle pour savoir si cette allure concorde avec l'allure des phénomènes naturels ;
– prouver que l'équation fonctionnelle possède effectivement au moins une solution ;
– prouver éventuellement que la solution est unique.

La possibilité de décrire *l'allure* de certains phénomènes physiques à l'aide de normes fonctionnelles adaptées jouera un rôle essentiel dans les travaux de David Donoho sur les algorithmes de débruitage des images. Les applications concernent l'imagerie astronomique ou l'imagerie médicale.

Jean Leray nous parle des outils qu'il utilisera pour réaliser son programme. Ces outils sont révolutionnaires. Il écrit [**3**] :

Dans des cas généraux et importants, j'ai réussi, grâce à la notion d'ensemble compact, à déduire des seules majorations a priori l'existence, indépendamment de toute hypothèse d'unicité ; j'ai pu ainsi développer une analyse de la théorie des liquides visqueux qui n'avait été qu'amorcée par l'école de M. Oseen, effectuer une discussion de la théorie des sillages et des jets dont Levi-Civita et H. Villat avaient signalé les difficultés et l'intérêt, enfin donner des conclusions complètes à la célèbre discussion du problème de Dirichlet qu'avait faite M.S. Bernstein.

Selon Jean Leray, *la compréhension des phénomènes naturels ne peut progresser que par un approfondissement des mathématiques.* C'est dans cet état d'esprit qu'il aborde le problème de la turbulence, non résolu à ce jour. La définition et l'étude de la turbulence sont toujours l'objet d'âpres controverses ! On se rapportera à ce sujet aux trois ouvrages récents [**2**], [**10**] et [**11**]. Henri Lebesgue donna le conseil suivant à Jean Leray : *Ne consacrez pas trop de temps à une question aussi rebelle ! Faites autre chose !* Jean Leray écrit [**3**] :

J'eus recours à la théorie des fonctions sommables, à l'intégrale de Lebesgue, à la notion de compacité et à la notion toute nouvelle de solution turbulente : il s'agit de solutions irrégulières, indéterminées, se rattachant sans doute au phénomène de la turbulence ; je crois que l'introduction de telles solutions dans la théorie des équations aux dérivées partielles pourrait

> *conduire à de nouvelles applications très intéressantes et très étonnantes de la théorie moderne des fonctions réelles.*

Les lignes qui suivent nous réservent une dernière surprise. En effet, Jean Leray y utilise une démarche scientifique comportant d'évidents risques : l'emploi de méthodes de la topologie algébrique pour résoudre des équations aux dérivées partielles ! Il s'agit d'un *détournement d'outils*, c'est-à-dire d'une utilisation, abusive en apparence, d'un outil qui a été élaboré dans un contexte bien précis et dont la validité semble être liée à ce cadre particulier. Jean Leray écrit [**3**] :

> *Mais la plupart des problèmes que j'ai étudiés relèvent, malgré leur diversité, d'une même théorie des équations fonctionnelles, que j'ai créée pour les résoudre et qui est susceptible d'applications très variées... En collaboration avec un remarquable mathématicien polonais M. J. Schauder, qui fut hélas ! victime du racisme allemand, j'ai étendu et précisé cette théorie... Ces progrès furent réalisés grâce à un procédé que Schauder avait antérieurement utilisé : étudier une équation fonctionnelle à l'aide de la topologie des espaces euclidiens, en passant, par continuité, d'un espace euclidien à un espace ayant une infinité de dimensions.*
>
> *Dès lors le problème se posait d'éviter un tel passage en développant suffisamment la topologie des espaces à une infinité de dimension... J'ai réussi à le faire en introduisant, en topologie algébrique, diverses notions et divers procédés nouveaux dont l'élaboration et l'étude ont occupé mes cinq années de captivité à l'oflag...*

4. La captivité

Jean Leray est souvent prophétique. Il est anxieusement lucide quand il écrit [**5**] :

> *Quant à mon jugement politique, il se forma très lentement. Passant à l'Université de Berlin l'hiver 1932-1933, je vécus avec angoisse l'accession à la Chancellerie allemande d'un homme violent, déjà criminel, prônant le génocide. Seule une guerre pouvait le vaincre et l'éliminer.*

Pour Jean Leray, comme pour bien d'autres, la débâcle, la capitulation et la captivité furent des épreuves désespérantes. Pendant sa captivité, Jean Leray défendit ses convictions et ses idéaux [**5**] :

> *J'étais mobilisé dans l'armée française, dans la défense contre avions, avec un matériel extrêmement vieux, ridicule, inefficace...*
>
> *Resté seul à la tête de ma batterie, je fus fait prisonnier le 24 juin 1940...*
>
> *Le début de notre captivité a été dur. Je me suis demandé si je résisterais à cette épreuve...*

Durant ma captivité, je n'avais rien d'autre à faire, si ce n'est organiser une université de captivité. Elle avait un gros effectif : nous étions 5000 prisonniers, dont beaucoup de jeunes, quelques élèves de l'École Polytechnique. L'enseignement était d'un niveau élevé. Les étudiants n'avaient aucune autre distraction que l'étude. Ils ne mangeaient pas beaucoup, ils n'avaient pas bien chaud ; mais ils étaient courageux. Les examens furent validés par l'Université de Paris...

Était-il raisonnable de faire des recherches en topologie algébrique durant mes cinq ans de captivité en Allemagne nazie, de 1940 à 1945, à l'instar de Poncelet ? (Poncelet fut prisonnier des Russes, à l'époque de Napoléon, pendant 5 ans ; dans le petit village où il était consigné, Poncelet fit faire des progrès considérables à la géométrie). Son exemple m'a guidé quand je fus prisonnier de guerre...

J'ai choisi la topologie algébrique, sujet sans application militaire immédiate, auquel j'avais apporté une contribution notable en collaboration avec Juliusz Schauder. J'ai tenté de reprendre et de compléter nos recherches. Dans cet isolement scientifique grand, mais non total, j'ai eu des idées assez originales pour qu'elles aient vraiment contribué au renouvellement de la topologie algébrique...

Jean Leray fut élu membre correspondant de l'Académie des Sciences le 14 février 1944. Dès lors il reçut les Notes aux Comptes-Rendus et divers documents, aide qui lui fut précieuse. Il fut libéré par les alliés le 10 mai 1945.

Je reprends ici les mots de Paul Malliavin [**7**] :

Jean Leray retrouve en 1945, dans un camp de réfugiés, la fille unique de son ami Juliusz Schauder, orpheline à neuf ans à la suite des massacres nazis ; la fait guérir dans un hôpital parisien de la grave affection pulmonaire qu'elle avait contractée en se cachant dans les égouts de Varsovie.

5. Le Collège de France et l'Institute for Advanced Study

Dans son autobiographie, Jean Leray revient à son travail en topologie algébrique. Il écrit [**5**] :

C'est [ce travail de topologie algébrique] *qui m'a fait entrer à mon retour de captivité au Collège de France... Il y eut un drame à cause de l'attitude d'André Weil pendant la guerre : elle ne fut pas admise par cette maison, qui a hautement le sens du devoir national...*

Profitant de la très grande liberté du choix des sujets de cours, j'ai enseigné d'abord ce que j'avais fait en topologie algébrique, avant de revenir à la théorie des équations, titre de ma chaire.

> *Une autre année, en revanche, j'y ai enseigné une théorie des ponts-plaques, c'est-à-dire des ponts qui ne sont que des plaques de béton, mais un béton qui résiste très bien à la flexion, car il est précontraint, c'est à dire longuement comprimé par des câbles tendus dans la plaque. J'ai fait la théorie de ces ponts-plaques à la demande de mon fils, ingénieur des Ponts et Chaussées ; c'était aux antipodes de la théorie des faisceaux.*

Les témoignages concordent sur la façon d'enseigner de Jean Leray. Ce n'était pas un grand orateur ; sa pudeur l'en empêchait. Pour Jean Leray, la beauté et la force des mathématiques suffisaient. Il écrivait donc soigneusement au tableau ce qu'il voulait transmettre à ses auditeurs. Son style était sobre, sec, sans concession et les auditeurs de ses cours étaient parfois perdus. Ces auditeurs étaient huit mathématiciens et un clochard. Quand il y avait plus de neuf auditeurs, Jean Leray était inquiet et pensait que son cours dérivait...

Pendant dix ans, de 1952 à 1961, Jean Leray fut professeur à temps partiel à l'Institute for Advanced Study de Princeton. Il eut la chance d'y faire la connaissance d'Albert Einstein. Il avait beaucoup de sympathie pour Robert Oppenheimer. Jean Leray était indigné par l'injustice et l'absurdité des attaques dont Oppenheimer était victime. Il suggéra à Marston Morse, directeur de l'École Mathématique, d'inviter des mathématiciens français. Yvonne Choquet-Bruhat, Paul Malliavin, Georges Reeb et bien d'autres ont bénéficié de cette chance.

6. Le témoignage d'Yvonne Choquet-Bruhat

Yvonne Choquet-Bruhat n'a pu se joindre à nous aujourd'hui. Voici ce qu'elle nous dit de Jean Leray :

Jean Leray était obsédé par la recherche de la vérité ; chercher la vérité sur un problème et s'y tenir. Pour Jean Leray, homme de conviction, « la vérité c'est la vérité ».

Son programme scientifique était de « comprendre le monde » et « comprendre le monde » n'était possible qu'en construisant de nouveaux outils mathématiques, subtils et puissants.

Dans son séminaire au Collège de France, il invitait des physiciens. Il allait aux rencontres de Strasbourg entre mathématiciens et physiciens. Il lisait les publications des physiciens et les discutait. En effectuant son travail sur l'indice de Maslov, il espérait trouver une formulation mathématique rigoureuse de la mécanique quantique. Il a ainsi retrouvé mathématiquement « l'effet Zeeman » (découvert en 1896 par Pieter Zeeman et concernant l'effet d'un champ magnétique sur les raies spectrales d'un atome).

Jean Leray a été élu à l'Académie des Sciences, dans la section des Sciences Mécaniques, à l'initiative de son maître Henri Villat. Jean Leray a fait élire Jacques-Louis Lions qu'il estimait beaucoup. Jacques-Louis Lions, en parlant de Jean Leray, disait

« il ne sait rien » (c.à.d. « il n'a pas lu la littérature ») « mais il a une vision extraordinaire et résout les problèmes ».

Comme directeur de thèse, Jean Leray était très exigeant. Il donnait comme sujet de thèse un problème qu'il ne savait pas résoudre lui-même. Il n'était jamais satisfait et demandait sans cesse des modifications et des améliorations. Jean Leray a donné le sujet de thèse d'Yvonne Choquet-Bruhat. Lichnerowicz déclara que c'était trop difficile pour une débutante. Yvonne Choquet-Bruhat a pourtant résolu le problème posé par Jean Leray. Par la suite, beaucoup de travaux d'Yvonne Choquet-Bruhat ont trouvé leur origine dans les idées nouvelles et profondes de Jean Leray sur les équations aux dérivées partielles elliptiques ou hyperboliques.

7. Jean Leray, Bourbaki et l'unité de la Science

On a coutume d'opposer l'œuvre de Jean Leray à l'aventure Bourbaki. Qu'en est-il ? Rappelons ce que fut Bourbaki et comparons ce projet à celui de l'*Institute for the Unity of Science* que Jean Leray admirait. La position de Jean Leray, ici comme ailleurs, est nuancée.

L'unification des « mathématiques pures » fut l'un des succès majeurs de Bourbaki. Rappelons ce qui se cache derrière le nom de Bourbaki. Comme le rappelle André Weil dans « Souvenirs d'apprentissage », Bourbaki était au départ, dans les années trente, un projet pédagogique. Il s'agissait d'élaborer un texte de cours destiné aux étudiants de mathématique de l'université de Strasbourg, où enseignait Henri Cartan. Ensuite Bourbaki fut une remarquable aventure éditoriale. La précision et la clarté de la langue, la beauté du texte et l'ampleur de la vision mathématique étaient les marques distinctives de Bourbaki. Paul-André Meyer écrivait :

> *En passant, et puisqu'il est à la mode à présent de décrier Bourbaki, je note mon émerveillement lorsque j'ai lu les admirables premiers volumes de la Topologie Générale...*

Mais cette quête de l'unité des mathématiques pures se faisait en délimitant soigneusement un territoire. En particulier, les mathématiques appliquées et la physique mathématique étaient rejetées. Les mathématiques pures devenaient plus belles et plus efficaces ; mais, en se rapprochant de l'art, elles se coupaient des autres sciences.

À ce propos, il est troublant d'entendre la réponse que fit Jean Leray à la question : *Qu'est l'art pour vous ?* Il dit : *C'est d'abord la science, principalement la science théorique.* Remarquons que Jean Leray évoque ici la beauté de la science et ne se limite pas à celle, souvent citée, des mathématiques.

La beauté et l'unité de la science que Jean Leray admirait tant sont présentes dans le programme de l'*Institute for the Unity of Science,* fondé en 1949 aux États-Unis(1).

(1)Le programme scientifique de l'*Institute for the Unity of Science* est analysé dans [**14**].

Ce programme consistait à relier les avancées les plus récentes effectuées dans le domaine des « sciences dures » à l'étude du vivant et à celle de l'organisation structurale des langues naturelles. Les sciences dures incluaient toute la physique, la mécanique statistique, l'électronique, la logique mathématique, les premiers balbutiements de la robotique et les premiers essais de compréhension de ce qui allait devenir l'étude de la complexité. Les ordinateurs n'existaient pas encore et leur conception, puis leur réalisation seront directement issues des réflexions de John von Neumann et de Norbert Wiener.

Jean Leray admirait l'œuvre de von Neumann qu'il appelait amicalement Hans (diminutif de Johannes, prénom que von Neumann américanisa en John). Jean Leray écrivait [**6**] :

> *C'est l'époque où John von Neumann lance son programme de calcul numérique des solutions d'équations non linéaires de la mécanique des fluides, commençant par les calculs de chocs et les calculs météorologiques. Depuis, des ordinateurs de plus en plus puissants et des algorithmes d'approximation construits à partir des méthodes théoriques ont donné de nombreuses confirmations de la théorie et ont fourni des résultats essentiels pour les applications.*

Bourbaki fonde l'unité des mathématiques. Jean Leray, tout comme von Neumann, croit en l'unité de la science et ceci inclut la technologie. Écoutons-le encore [**4**] :

> *Pendant que nous, mathématiciens, spéculions ainsi, des ingénieurs réussissaient à donner au béton, en le comprimant, la robustesse que ses deux mille ans d'âge procurent au ciment romain : ils créaient la technique du béton précontraint. Les ponts, par exemple, ne consistaient plus en un système de poutres, dont le calcul classique se réduit à la résolution de systèmes différentiels très élémentaires ; ils deviennent d'élégantes plaques de béton. Leur élégance avait quelque timidité, car on connaissait mal leur comportement ; c'est celui de la flexion de la bande élastique à bords libres... D'où l'espoir, l'audace de calculer cette flexion par des formules assez explicites pour qu'un ordinateur puisse donner, à bon compte, avec précision et rapidité, tous les renseignements nécessaires à la construction de centaines de ponts-plaques.*
>
> *Les théories les plus parfaites sont les guides les plus sûrs pour résoudre les problèmes concrets ; avoir assez confiance en sa science pour prendre des responsabilités techniques. Puissent beaucoup de mathématiciens connaître un jour ces joies très saines, quelque humbles qu'ils les jugent.*
>
> *Cet exemple suggère que les mathématiques appliquées exigent une habitude de plus en plus grande des mathématiques pures ; l'exemple qui le prouve vraiment est l'œuvre d'un autre ami, prématurément disparu, lui aussi : Hans von Neumann.*

Jean Dieudonné et Roger Godement disaient qu'il ne fallait pas parler de mathématiques pures et de mathématiques appliquées, mais bien de mathématiques pures et de mathématiques serviles. Mais, pour Jean Leray, comme pour Henri Poincaré, Norbert Wiener ou von Neumann, les mathématiques, sous peine de devenir stériles ou académiques, doivent être dérangées et perturbées par les interrogations et les défis provenant de la recherche scientifique et technologique. Henri Poincaré écrivait [**13**] : *Quand les physiciens nous demandent la solution d'un problème, ce n'est pas une corvée qu'ils nous imposent ; c'est nous, au contraire, qui leur devons des remerciements.*

Mais Jean Leray, une fois de plus, nous surprend. En effet, il rejoint, en partie, Jean Dieudonné et Roger Godement en soulignant le danger d'une recherche étroitement finalisée. Il écrit, en 1972 [**4**] :

> *L'utilitarisme paralyserait l'aventure humaine.., car l'homme tient moins à vivre qu'à être esthète et créateur.*
>
> *Le plus imprévisible des avenirs est celui de la science ; la théorie des nombres, la géométrie algébrique, toute autre structure mathématique d'une grande richesse ou d'une grande généralité peut finalement trouver son emploi, par exemple à la physique théorique, à la théorie quantique des champs. D'ailleurs toute branche des mathématiques n'a-t-elle pas comme utilité première d'enchanter l'intelligence de ceux qui l'explorent ?*

8. Jean Leray et la réforme de l'enseignement des mathématiques

À la fin des années 60, la Société Mathématique de France organisa une journée de réflexion et de débats sur la « réforme Lichnerowicz ». Rappelons que cette réforme était l'aboutissement caricatural du projet pédagogique qui avait donné naissance à Bourbaki. Il s'agissait d'enseigner, dès l'école maternelle, les mathématiques en allant du « simple » vers le « complexe » : d'abord des ensembles, des « patates » et, longtemps après, pour ne pas dire jamais, la géométrie. Mais le « simple » est ici abstrait et sec et le « complexe » source d'émotions et de joies. L'enseignement traditionnel donnait peut-être un rôle exagéré à la géométrie, mais qui pouvait résister au plaisir de vérifier expérimentalement, à l'aide d'une belle figure, puis de démontrer, par le raisonnement, que les neuf points dont parlait l'énoncé du problème sont situés sur un même cercle ?

Beaucoup parmi les orateurs étaient favorables à cette réforme qui, entre autres mérites, avait suscité chez les professeurs une réflexion passionnée sur leur métier. J'avais enseigné pendant trois ans dans un lycée et j'avais également essayé d'introduire dans mes cours ce que nous appelions avec fierté les *mathématiques modernes.*

Parmi d'autres absurdités de cette réforme, la définition de l'ensemble vide proposée aux enfants des classes maternelles était : l'ensemble des « cochons volants. » Cela mettait Jean Leray en rage. Il prit alors la parole et dénonça, en les termes les plus durs, l'aberration que constituerait un enseignement des mathématiques qui passerait sous silence ses liens féconds avec la science et de la technologie. Il prédit pour la France de sombres catastrophes et évoqua la défaite et la débâcle de 1940, dues en partie, dit-il, au divorce entre recherche scientifique et développement technologique en France. À ses yeux, ce divorce n'avait jamais existé en Allemagne, ce qui expliquait l'avance technologique de ce pays pendant la première moitié du vingtième siècle. Je reçus cette intervention comme une gifle méritée, tant les critiques de Jean Leray s'appliquaient à la façon dont j'avais moi-même enseigné les mathématiques aux enfants. Mais je mis vingt ans à faire ce que Jean Leray attendait de nous, jeunes mathématiciens : mettre mon talent au service d'autres domaines de la science.

9. Derniers enseignements

Écoutons encore Jean Leray :

> *Seuls mes travaux en cours m'intéressent ; or je suis octogénaire... Je poursuis mon travail scientifique, en tentant d'obtenir certains résultats jugés inaccessibles. J'ai tout le temps qu'exige leur longue approche... Me voici libre de reprendre, si je le puis, une autre étude, celle de l'équation de Schrödinger, par une voie mal explorée, parce que difficile et cependant très classique.*
>
> *J'aborde la fin de mon existence avec une profonde quiétude ; j'accepte la condition humaine, qui est de finalement mourir, comme de s'endormir à la fin de chaque journée.*

Qu'allons-nous retenir de ce que Jean Leray essaya de nous apprendre ? Qu'avons nous entendu ? Jean Leray nous demandait d'être lucides et perspicaces. Il écrivait [**5**] :

> *Après la guerre, un collègue me demanda : « Qu'êtes-vous politiquement ? Les positions que vous prenez font penser tantôt que vous êtes un homme de gauche, tantôt que vous êtes à droite ». Je répondis : « je porte des jugements libres de toute appartenance », ce qu'il ne pouvait comprendre.*

Jean Leray nous parlait de responsabilité et d'engagement. Il nous enjoignait [**4**] :

> *D'avoir assez confiance en la théorie pour prendre des responsabilités techniques et résoudre des problèmes concrets.*

Il nous parlait de justice sociale, d'altruisme, de courage et de devoir. Il écrivait [**5**] :

> *J'ai gardé très vivaces les idéaux très généreux de ma jeunesse. Je regrette que ceux qui militent en leur faveur n'en soient pas souvent dignes, faute d'altruisme et de perspicacité.*

Il parlait aussi de nos devoirs de parents [**4**] :

> *Transmettre à nos enfants force de caractère, valeur morale, goût de vivre.*

Références

[1] A. Borel, G. Henkin & P. Lax – « Jean Leray », *Notices Amer. Math. Soc.* **47** (2000), no. 3, p. 350–359.
[2] U. Frisch – *The legacy of A. N. Kolmogorov*, Cambridge University Press, 1995.
[3] J. Leray – « Notice des titres et travaux », Archives de l'Académie des Sciences.
[4] ______, « La mathématique et ses applications », 1972, Allocution à l'Accademia dei Lincei.
[5] ______, « Entretien avec Mark Marian Schmid », in *Hommes de Science*, Hermann, 1990, p. 160–169.
[6] ______, « Aspects de la mécanique théorique des fluides », *La vie des Sciences* **11** (1994), p. 287–290.
[7] ______, *Œuvres scientifiques, rassemblées et éditées par Paul Malliavin*, Société Mathématique de France et Springer-Verlag, 1998.
[8] J. Leray & A. Pecker – « Calcul explicite du déplacement ou de la tension du demi-plan élastique, isotrope et homogène, soumis à un choc en son bord », *J. Math. Pures Appl.* **70** (1991), p. 489–511.
[9] *Numéro spécial de la Gazette des mathématiciens, Jean Leray* – Société Mathématique de France, 2000.
[10] M. Lesieur – *La turbulence*, Presses Universitaires de Grenoble, 1994.
[11] ______, *Turbulence in fluid*, Kluwer, 1997.
[12] J. Mawhin – « Jean Leray », *Bull. Classe Sci., Académie Royale Belgique* **10** (1999), no. 1-6, p. 89–98.
[13] H. Poincaré – « Les rapports de l'analyse et de la physique mathématique », *Revue générale Sci. Pures Appl.* **8** (1897), p. 857–861.
[14] *Numéro spécial* Science in Culture – Dædalus, American Academy of Arts and Science, 1998.

Y. Meyer, Centre de mathématiques et de leurs applications, UMR CNRS 5638, ÉNS-Cachan, 61, avenue du Président-Wilson, F-94235 Cachan Cedex, France • *E-mail :* ymeyer@cmla.ens-cachan.fr