

La première rencontre du non-linéaire : Paris, 28-30 Janvier 1933

Jean-Marc Ginoux¹ & Loïc Petitgirard²

¹ UPMC, Institut de Mathématiques de Jussieu (UMR 7586), 175, rue du Chevaleret, F-75013 Paris, France

² Conservatoire National des Arts et Métiers, Case 600, 292 rue Saint Martin, 75141 Paris Cedex 3
jmginoux@orange.fr

Résumé. Du 28 au 30 janvier 1933 se tenait à l'Institut Henri Poincaré (Paris) la toute première conférence internationale de non-linéaire organisée à l'initiative du physicien hollandais Balthazar Van der Pol et du mathématicien russe Nikolai Dimitrievitch Papaleksi. La découverte de cet événement « oublié » et dont pratiquement aucune trace ne subsiste a pu être réalisée grâce au compte-rendu rédigé par Papaleksi à son retour en U.R.S.S. Ce document a ainsi permis de révéler d'une part la liste des participants parmi lesquels se trouvaient Alfred Liénard, Élie et Henri Cartan, Henri Abraham, Eugène Bloch, Léon Brillouin, Yves Rocard, ... et, d'autre part le contenu des exposés et des discussions. L'analyse des minutes de cette conférence présentée ici pour la première fois lève le voile sur le rôle et l'implication de la communauté scientifique française dans l'élaboration et le développement de la théorie des oscillations non linéaires.

Abstract. From 28 to 30 January 1933 was held at the Institut Henri Poincaré (Paris) the first international conference of non-linear organized at the initiative of the Dutch physicist Balthasar van der Pol and the Russian mathematician Nikolai Dmitrievich Papaleksi. The discovery of this event "forgotten" and that virtually no trace remains was made possible thanks to the report prepared by Papaleksi at his return to USSR. This paper has revealed on the one hand the location, the list of participants including Alfred Liénard, Elie and Henri Cartan, Henri Abraham, Eugene Bloch, Léon Brillouin, Yves Rocard, ... and, on the other hand, the content of presentations and discussions. The analysis of the minutes of this lecture here the first time highlights the role and involvement of the French scientific community in the elaboration and development of the theory of nonlinear oscillations.

1 Introduction

Dans un célèbre article intitulé « The nonlinear theory of electric oscillations », publié en 1934 dans les *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* Balthazar Van der Pol termine son introduction par cette phrase [1] :

« Although the first researches in connection with our subject date back to 1920 and although the development of this theory has gradually continued ever since, recent years have shown a considerable increase of activity in this field by many research workers scattered all over the world, and a special international conference dedicated solely to the problems arising in the nonlinear oscillation theory was recently held in Paris, on January 28-30, 1933. »

Célébrant le centenaire de la naissance de Papaleksi en 1981, le russe Vladimir Vasil'evich Migulin raconte que lors de la première Conférence internationale sur les oscillations non linéaires qui eut lieu en janvier 1933 à Paris, Nikolai Dimitrievich Papaleksi présenta deux articles sur les recherches menées en U.R.S.S. dans ce domaine. Vingt-cinq ans plus tard, l'académicien russe Evgeny L'vovich Feinberg écrit dans un hommage à Papaleksi [2] :

« It is not surprising that, when the first international conference on nonlinear oscillations was convened in Paris in 1932 (among its participants were such pioneers in this field as B. Van der Pol, L. Brillouin, and others), it was Papaleksi who represented the Moscow school of Mandel'shtam and Papaleksi, their closest disciples and colleagues Andronov, A. A. Vitt, Khaikin, and others, reporting on its achievements. »

À l'exception de ces trois références, cette conférence n'apparaît pas dans la littérature. On n'y trouve aucun élément concernant le lieu où elle est censée s'être déroulée à Paris, la liste des participants, le programme ou le compte-rendu. Aussi, paraissait-il légitime de se demander si cet événement avait réellement eut lieu, c'est-à-dire s'il avait dépassé le stade d'un « vague projet » énoncé en différentes circonstances mais qui n'aurait pu, pour des raisons indéterminées, voir le jour. De plus, cette conférence internationale n'est mentionnée ni dans les revues scientifiques françaises, telles que les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* ou la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, ni dans les journaux comme *Le Figaro*¹. De plus, alors que Van der Pol [1] et Migulin [3] parlent d'une conférence tenue en 1933, Feinberg [2] affirme que cette première conférence sur les oscillations non linéaires a été décidée en 1932. S'agit-il de la même conférence ? Enfin, Migulin et Feinberg affirment que Van der Pol, Brillouin et Papaleksi étaient présents. Des recherches approfondies dans la biographie et la bibliographie des deux premiers n'ont pas permis de trouver une trace de cette conférence. Nous avons cependant pu retrouver une publication de Papaleksi relatant cet événement². Dans un article publié en 1934 dans la revue *Zeitschrift für Technische Physik* et intitulé « Международная нелинейным конференция », c'est-à-dire, « Conférence internationale du non linéaire », Papaleksi [4] présente en détail les minutes de cette réunion dans avec force détails. La traduction de cet article nous permet de décrire le déroulement de cette première conférence internationale sur les oscillations non linéaires, de même que l'idée d'origine. Après avoir retrouvé la référence de cette conférence, nous avons pu mettre en évidence d'autres sources y faisant allusion [5,6]. Dans la biographie d'Aleksandr' Adol'fovich Witt, Bendrikov et Sidorova écrivent [7] :

« En Janvier 1933, se tenait à Paris la conférence internationale de non linéaire, à laquelle participaient : Van der Pol (Pays-Bas), Liénard, Cartan, Esclangon, Abraham, L. Brillouin, Le Corbeiller (France), et d'autres éminents mathématiciens et les physiciens de différents pays³. Les représentants de l'Union soviétique invités à la conférence étaient Mandel'shtam, N. M. Kryloff, N. Papaleksi, A. A. Andronov et A. A. Witt. Toutefois, le seul à prendre part à la conférence a été Papaleksi. »

Cependant, aucun des Français présents à cette réunion ne semblent pourtant y avoir fait allusion dans leurs publications. Le peu d'impact de cette conférence internationale, la toute première à s'intéresser spécifiquement aux oscillations non linéaires, tenue en France et où les scientifiques français forment la majorité des personnes présentes, est donc source d'interrogations.

2 Le lieu : l'Institut Henri Poincaré

Comme le raconte Papaleksi [4] « La conférence a eu lieu à l'Institut de Recherche Henri Poincaré le 28, 29 et le 30 janvier 1933 ». Malheureusement, des recherches menées à l'Institut Henri Poincaré n'ont pas permis de retrouver trace de cette conférence, même si on sait par ailleurs que Nicolas Kryloff et Nicolas Bogoliouboff y ont été invités plus tard, en 1935⁴. Selon Papaleksi, le 30 janvier 1933 a été consacré à la visite du laboratoire d'Abraham à l'École Normale Supérieure, où la conférence s'est achevée. Des investigations ont été également entreprises au sein de cette école avec l'aimable concours de M^{me} Françoise Dauphagne (responsable des fonds patrimoniaux, bibliothèque de lettres, École normale supérieure de Paris) mais sans aucun résultat.

3 La liste des participants

Concernant les participants, cette conférence était censée rassembler des mathématiciens et des physiciens de renommée internationale comme le rappelle Papaleksi [4] :

1. Alors que ce fut le cas pour le Congrès international d'Électricité tenue à Paris en Juillet 1932.
2. Ces recherches ont pu aboutir grâce à la perspicacité de M^{lle} Gaelle Chapdelaine.
3. Bendrikov et Sidorova renvoient à Papaleksi [4].
4. Ces recherches ont été grandement facilitées par M^{me} Brigitte Yvon-Deyme et M. Dominique Dartron.



FIG. 1. Institut Henri Poincaré, d'après Mosseri [8].

« Beaucoup de personnes de différents pays qui travaillent déjà dans ce domaine et dont la collaboration était souhaitée ont été invités à participer à cette conférence. Parmi eux on peut citer le professeur Volterra, qui a fait appel à l'analyse mathématique pour répondre aux questions des fluctuations des espèces animales dans la lutte pour l'existence, des mathématiciens connus comme Hadamard, Cartan, Esclangon ainsi que l'initiateur de cette conférence Van der Pol. Du côté de l'U.R.S.S. les académiciens L. I. Mandelstam, N. M. Kryloff et N. D. Papaleksi, auteur de cet article, avaient été invités ainsi que de jeunes étudiants de l'académie de Mandelstam : Andronov et Vitt. »

Ce qui apparaît comme les plus grands spécialistes mondiaux dans le domaine des oscillations non linéaires ont donc été invités à l'initiative de Van der Pol, dont le rôle fédérateur va être mis en lumière. Malheureusement, en raison de l'épidémie de grippe qui sévissait à cette époque en Europe, une grande partie des personnes invitées n'est pas venue. Cette conférence a finalement eu lieu en présence de :

- Balthazar Van der Pol (Pays-Bas),
- Alfred Liénard (1869-1958), Élie Cartan (1869-1951) et Henri Cartan (1904-2008), Ernest Esclangon (1876-1954), Henri Abraham (1868-1943), Léon Brillouin (1889-1969), Philippe Le Corbeiller (1891-1980), Yves Rocard (1903-1992) et Camille Gutton (1872-1963) (France),
- Charles Manneback (Belgique) et
- Nikolai Papaleksi (URSS).

Selon Papaleksi, ce serait Van der Pol lui-même qui aurait choisi les participants [4] :

« Le but de cette Conférence Internationale sur les oscillations non linéaires (qui est l'objet de cet article et qui a été convoquée à l'initiative de l'un des pionniers de cette branche, le prof. Van der Pol) était de réunir les personnes de différents pays qui travaillaient dans ce domaine et de leur donner l'occasion de discuter et d'échanger leurs avis sur les problèmes des oscillations non linéaires, d'établir une terminologie commune et définir au moins partiellement la direction de recherches futures. »

Même réduite cette liste comporte la majorité des membres de la communauté scientifique française fortement impliqués dans le domaine des oscillations non linéaires. Le belge Charles Manneback (1894-1975), quant à lui, était spécialiste du domaine en électromagnétisme et électrodynamique⁵. Dans leur « Notice sur Charles Manneback », Marc de Hemptine et Maurice A. Biot mentionne un séjour à l'I.H.P.

« Ses qualités pédagogiques fort appréciées à l'étranger lui valurent de nombreuses invitations tant en Europe qu'en Amérique, ainsi citons, entre autres en 1932-1933 une invitation pour une série de leçons à l'Institut Poincaré⁶. »

Dans la première partie de son article Papaleksi [4] souligne alors l'importance des processus d'oscillations non linéaires dans des domaines scientifiques théoriques et appliqués comme la physique, la mécanique, l'acoustique, la biologie et la radiotechnique. Puis, il rappelle qu'une première conférence de ce genre avait eu lieu à Moscou en novembre 1931 et dissipe ainsi toute confusion entre la « Première Conférence de l'Union Soviétique sur les Oscillations » (I.C.N.O.) et cette « Conférence Internationale sur les Oscillations Non linéaires ». Néanmoins, il est important de préciser que ni la Conférence de Moscou ni celle de Paris ne peuvent être considérées comme « Internationale » puisque la première s'est tenue à Moscou et n'a réuni que des membres de la communauté scientifique soviétique et la seconde qui a eu lieu à Paris n'a pu, à cause d'une épidémie de grippe, compter parmi ses invités qu'une majorité de scientifiques français, un belge, un hollandais et un russe.

4 Le déroulement de la conférence

L'article de Papaleksi [4] fait le compte-rendu détaillé des discussions et des débats qui ont eu lieu durant cette conférence. En tant qu'organisateur, Van der Pol a prononcé une allocution d'ouverture dans laquelle il déplorait que bon nombre de participants soient absents à cause d'une épidémie de grippe qui sévissait alors en Europe. Le premier intervenant a été Philippe Le Corbeiller.

D'après Papaleksi [4], Le Corbeiller a présenté différents types de systèmes auto-oscillants (auto-entretenus) comme l'exemple « métaphorique » du *Vase de Tantale* qu'il a introduit lors de son exposé au C.N.A.M. et comme celui de la lampe néon [9] pour illustrer le *phénomène de relaxation*. Il ajoute que Le Corbeiller a également inclus dans cette liste d'oscillateurs à relaxation les « fluctuations des espèces animales dans la lutte pour l'existence de Volterra » [4]. Ceci est assez surprenant car le modèle prédateur-proie de Volterra dans sa conception initiale du moins n'est pas le siège d'oscillations de relaxation (voir supra p. 138). Aussi, il semble peu probable que Le Corbeiller ait mentionné les travaux de Volterra. En revanche, Papaleksi fait très explicitement référence à l'ouvrage intitulé « Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour l'existence » de Volterra qui était censé être invité et reprend ainsi l'exemple proposé par Andronov [10] dans sa note aux *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*. Il précise ensuite que Le Corbeiller a passé en revue les différents problèmes rencontrés dans l'étude théorique des oscillations auto-entretenues comme la condition d'existence d'un régime d'amplitude stationnaire et qu'il a aussi rappelé la valeur de la période ainsi que la forme des *oscillations de relaxation*. Il raconte que Le Corbeiller a fait un résumé historique (probablement à l'image de son exposé au C.N.A.M.) [4] :

« Après avoir rappelé que les méthodes linéaires ne peuvent plus désormais être employées pour analyser ces problèmes il a fait un petit résumé historique de l'évolution de la théorie non linéaire mathématique. Il a alors décrit brièvement les principaux travaux de Van der Pol concernant les oscillations des systèmes de type de Thomson, puis il s'est concentré sur les travaux de Cartan et Liénard et a mentionné le lien entre l'analyse graphique de Van der Pol, la construction géométrique de M. Liénard et la théorie des cycles limites de Poincaré dont l'importance pour les problèmes d'oscillations a été indiquée par nos jeunes scientifiques : A. Andronov et A. Witt. Passant aux oscillations de relaxation, le conférencier a mentionné le rôle qu'ont joué les recherches de Van der Pol dans ce domaine et a indiqué l'approfondissement de la théorie de ces oscillations qui a été fait par les scientifiques de l'U.R.S.S. »

5. Domaine que l'on appelle aujourd'hui la *Mécanique Quantique*.

6. Voir *Annuaire de l'Académie Royale de Belgique* (1978), p. 14.

À partir de janvier 1933, les membres les plus représentatifs de la communauté scientifique française travaillant ou ayant travaillé dans le domaine des oscillations non linéaires ne pouvaient donc plus ignorer la correspondance établie par Andronov entre la solution périodique d'un oscillateur de type Van der Pol et la théorie des cycles limites de Poincaré. Des Cartan, Liénard, Abraham et Gutton, aucun n'a fait usage de ce résultat. Pour certains d'entre eux, ce type de recherches n'était plus au centre de leur préoccupations : c'est le cas de Élie et Henri Cartan par exemple. À part Henri Cartan, Brillouin, Le Corbeiller et Rocard tous les autres savants français présents n'étaient plus tout jeunes en 1933 (Liénard (64 ans), Élie Cartan (64 ans), Esclangon (57 ans), Abraham (65 ans), Gutton (61 ans)). Papaleksi explique ensuite [4] :

« Dans la suite de son exposé, Le Corbeiller s'est intéressé au domaine des oscillations quasi-périodiques. Il a fait un résumé du travail de Van der Pol sur le traitement du problème du forçage périodique des systèmes auto-oscillants et s'est arrêté sur les phénomènes de synchronisation forcée (ou « Mitnehmen ») et a souligné l'importance de ces phénomènes du point de vue fondamental et expérimental. En notant l'importance d'une analyse rigoureuse des phénomènes de synchronisation qui a été faite par A. Andronov et A. Witt, il a terminé son discours en rappelant que de nouvelles recherches faites dans le domaine du forçage périodique sur les systèmes non linéaires et des phénomènes des résonances « fractionnaires » devaient être présentées dans le discours du représentant de l'U.R.S.S. »

Pour sa part, Van der Pol présente le résumé historique de ses travaux sans les détailler en indiquant simplement que les références se trouvaient dans le volume spécial du *Zeitschrift für Technische Physik* de l'U.R.S.S, vol. 4, n° 1. La discussion qui a suivi son exposé a eu pour objet le phénomène de synchronisation forcée. D'après Papaleksi [4] l'exposé de Liénard qui a suivi rappelle les principaux résultats de son « Étude sur les oscillations entretenues »[11]. Puis, il ajoute [4] :

« En partant de sa méthode graphique pour la construction des courbes intégrales des équations différentielles, il a déduit les conditions que doit satisfaire la caractéristique non linéaire du système pour qu'il y ait des oscillations périodiques, c'est-à-dire pour que la courbe intégrale soit une courbe fermée, *i.e.* un cycle limite. »

Au regard de ce qui a été présenté concernant Liénard cette affirmation doit être considérée avec beaucoup de réserve. En effet, il faut garder à l'esprit que le narrateur possède une excellente connaissance des travaux d'Andronov [12,10] et que son « compte-rendu » est également destiné aux membres de l'Académie auprès desquels il doit justifier sa présence en France à cette conférence et montrer le niveau de diffusion des travaux soviétiques en Europe.

Le dimanche 29 janvier 1933, l'astronome Ernest Esclangon (dont il sera beaucoup question dans la Partie III de ce mémoire) présente ses travaux sur les fonctions quasi périodiques et souligne leur importance en particulier pour le traitement des données statistiques. Papaleksi explique alors :

« Pendant les discussions qui ont eu lieu après le discours, les chercheurs ont évoqué la possibilité d'observer des états d'oscillations quasi-périodiques dans les systèmes oscillants non linéaires conservatifs et non conservatifs. »

Le lundi 30 janvier est consacré la visite du laboratoire d'Abraham à l'École Normale Supérieure⁷ [4]. Les différentes expériences dont Abraham a parlé durant son exposé sont ainsi présentées ainsi que les travaux réalisés en collaboration avec Eugène Bloch, notamment l'étalonnage de la fréquence d'un oscillateur à lampe stabilisé par un quartz. Après cette visite, Van der Pol prononce un discours de clôture, rappelant que malgré l'absence de beaucoup de personnalités scientifiques dans ce domaine, cette conférence a atteint son but principal qui était de réunir des physiciens de différents pays travaillant dans le domaine des oscillations non linéaires et des mathématiciens. Puis, il ajoute [4] :

« Puisque cette première expérience a été réussie il faut espérer que de telles rencontres vont se répéter régulièrement. Les principaux exposés de la Conférence devraient être publiés⁸ dans la collection « Actualités Scientifiques et Industrielles » (édition Hermann, Paris). »

7. Voir *Les trois physiciens Henri Abraham, Eugène Bloch, Georges Bruhat*, éd. Rue d'Ulm 2009.

8. Cette publication n'a bien entendu pas eu lieu.

5 Conclusion

Du fait des nombreux absents cette conférence n'a pas eu la résonance internationale souhaité par ses organisateurs. Elle n'a pas non plus conduit à la constitution d'une sorte de « communauté du non linéaire » que Van der Pol et d'autres comme Le Corbeiller appellent de leurs vœux. En effet, l'absence des mathématiciens Hadamard et Volterra, probablement les plus à même d'apprécier les travaux de Poincaré a certainement été très préjudiciable tout comme celle de Mandel'shtam et de ses « étudiants » Andronov et Witt ainsi que celle de Kryloff et Bogoliouboff⁹ et ce malgré que Papalexi ait, semble-t-il, assez fidèlement résumé leurs travaux.

Ainsi, cette première « rencontre de non-linéaire » entre physiciens et mathématiciens ne paraît avoir eu d'impact sur la communauté scientifique française. Parmi ceux qui poursuivront leur travail dans ce domaine, comme Le Corbeiller et Rocard notamment, aucune forme de collaboration avec des membres de la communauté scientifique soviétique (ni avec Van der Pol d'ailleurs) ne semble se dessiner. Leurs travaux dans ce domaine ne semblent pas avoir été influencés d'une manière significative par les différents exposés notamment celui de Papalexi ou par les discussions qui s'en sont suivies.

Références

1. B. VAN DER POL, The nonlinear theory of electric oscillations, *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, **22**, 1051-1086 (1934).
2. E. L. FEINBERG, The Development of Radio in Russia, *Herald of the Russian Academy of Sciences*, **76**, 64-70 (2006).
3. V. V. MIGULIN, N. D. Papaleksi (100th anniversary of his birth), *Soviet Physics Uspekhi*, **24**, 614-618 (1981).
4. N. D. PAPALESKI, Международная нелинейная конференция, [Conférence internationale de non-linéaire], *Zeitschrift für Technische Physik*, **4**, 209-213 (1934).
5. А. А. ANDRONOV, Андронов Александр Александрович : Автобиография Аан Ссср, Ф. 411, Ох. 25, Д. 12, Л. 3-6. Подлинник. [Aleksandr Aleksandrovich Andronov : Autobiographie U.R.S.S. AAN, folio 411, 25, 12, p. 3-6] (1943).
6. Полное собрание трудов, [Œuvres complètes], *Izvestiia Akademii Nauk SSSR*, **1-3** (S. M. Rytov éditeur) — **4** (M. A. Leontovich éditeur), Moscou (1955).
7. G. A. BENDRIKOV & G. A. SIDOROVA, Aleksandr Adolfovich Witt, Источник : Г. А. Бендриков, Г. А. Сидорова. Александр Адольфович Витт, История и методология естественных наук. БЫП., *Fizika. Izd-vo MGU*, **26**, 150-168, (1981).
8. R. MOSSERI, *Léon Brillouin, 1889-1969 : à la croisée des ondes*, Belin (1999).
9. PH. LE CORBEILLER, *Les systèmes auto-entretenus et les oscillations de relaxation*, Hermann — (*Actualités Scientifiques et Industrielles*, **144**) (1931).
10. А. А. ANDRONOV, Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations auto-entretenues, *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, **189**, 559-561 (1929).
11. А. LIÉNARD, Étude des oscillations entretenues, *Revue générale de l'Electricité*, **23**, 901-912 et 946-954 (1928).
12. А. А. ANDRONOV, Предельные циклы Пуанкаре и теория колебаний in *IVs'ezd ruskikh fizikov* (5-16.08, p. 23-24). Moscow : N.-Novgorod, Kazan, Saratov ; [Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations. Ce rapport a été lu lors du IV^e congrès des physiciens russes à Moscou du 5 au 16 août 1928, p. 23-24] (1928).

9. Rappelons à ce propos que quinze jours avant cette conférence Kryloff et Bogoliouboff [1933] publient dans la *R.G.S.P.A.* un article intitulé : « Problèmes fondamentaux de la Mécanique Non linéaire ». Néanmoins, il n'a pas été possible d'établir de lien entre ces deux événements.