



# Conclusion de la Partie I

Jean-Marc Ginoux

DANS HISTOIRE DE LA THÉORIE DES OSCILLATIONS NON LINÉAIRES 2015 , PAGES 119 À 120  
ÉDITIONS HERMANN

ISBN 9782705690045

Date de mise en ligne : 01/06/2022

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://stm.cairn.info/histoire-de-la-theorie-des-oscillations-non-lineai--9782705690045-page-119?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...  
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



**Distribution électronique Cairn.info pour Hermann.**

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur [cairn.info/copyright](https://stm.cairn.info/copyright).

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

# Conclusion de la Partie I

Cette première partie nous a permis de suivre la genèse de la théorie des oscillations non linéaires, entre 1880 et 1928. On a vu ainsi que trois dispositifs – la machine série-dynamo, l'arc chantant et la triode – avaient permis d'observer un phénomène oscillatoire d'un genre nouveau alors appelé *oscillations entretenues*.

Les différentes recherches réalisées, notamment en France, ont eu alors pour but de décrire ce phénomène et d'en isoler la cause. Les savants de cette époque ont très rapidement pu mettre en évidence, au sein de la machine série-dynamo et de l'arc chantant, l'existence d'un composant présentant un comportement non linéaire qui les a conduit à introduire le concept de « résistance négative ». Cependant, la seconde étape consistant à modéliser mathématiquement ce nouveau type de comportement à l'aide d'une équation différentielle caractérisant ces oscillations entretenues, nécessita un plus long cheminement.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'essor de la T.S.F. allait placer l'arc chantant au devant de la scène, et au centre des préoccupations des chercheurs. Après avoir résolu le problème de l'amorçage des oscillations, il était nécessaire, pour permettre les transmissions au moyen de ce dispositif, d'établir un régime stable d'ondes entretenues. Contre toute attente ce problème d'ingénierie allait être résolu par un mathématicien : Henri Poincaré. Jusqu'alors l'historiographie avait considéré qu'Andronov avait été le premier, à la fin des années 1920, à faire le lien entre les oscillations entretenues et le concept de cycle limite, introduite par Poincaré dans son second mémoire « Sur les courbes définies par une équation différentielle » au début des années 1880. La mise au jour de conférences sur la T.S.F. données par Poincaré vingt ans auparavant, en mai-juin 1908, et semble-t-il oubliées, conduit à modifier quelque peu la présentation traditionnelle. Lors de son dernier exposé, Poincaré démontrait, en effet, que la condition nécessaire et suffisante à l'établissement d'un régime stable d'ondes entretenues dans l'arc chantant était l'existence d'un cycle limite stable (bien qu'il n'utilise pas le terme).

Après la disparition prématurée du savant français en 1912, un troisième dispositif allait faire son apparition : la triode. Principalement utilisée dans les transmissions pendant la Première Guerre mondiale, la triode allait se substituer à l'arc chantant. Plus maniable et surtout plus fiable, elle allait alors faciliter les expérimentations et la modélisation des oscillations non linéaires. Alors que l'historiographie en avait jusqu'ici attribué le mérite à Van der Pol, il apparaît que c'est André Blondel qui réalisa

en 1919 – un an avant le savant hollandais – une première modélisation le conduisant *de facto* à la mise en équation des oscillations entretenues par une triode. La même année, Paul Janet avait montré que la machine série-dynamo, l'arc chantant et la triode étaient trois dispositifs analogues régis par une seule et même équation différentielle du second ordre, bien qu'encore incomplètement déterminée. Ignorant probablement les travaux de Poincaré, Janet soumettait alors le problème de l'étude des solutions de cette équation aux mathématiciens Élie et Henri Cartan qui, en 1925, démontraient l'existence d'une solution périodique et en déterminaient les caractéristiques.

L'année suivante, Van der Pol publiait son célèbre article intitulé « On relaxation-oscillations » dans lequel il donnait l'équation prototype caractérisant les oscillations d'une triode, et donc celles de l'arc chantant et de la machine série-dynamo. Bien que représentant au moyen d'une intégration graphique la solution de cette équation qui prend alors la forme d'une courbe fermée, il n'a pas reconnu qu'il s'agit d'un cycle limite de Poincaré. En revanche, une contribution essentielle de Van der Pol a consisté à décrire la nature intrinsèque du phénomène oscillatoire qu'il nomme oscillation de relaxation, en soulignant l'existence de deux échelles de temps caractéristiques. Cette découverte va jouer un rôle essentiel par la suite.

En 1928, l'ingénieur et mathématicien Alfred Liénard a considéré une équation différentielle du second ordre plus générale que celle de Van der Pol et établi, sous certaines conditions, l'existence et l'unicité d'une solution périodique ; cependant, il n'a pas fait non plus le lien avec le concept de cycle limite de Poincaré. Ainsi, jusque là, personne notamment en France n'avait, semble-t-il, reconnu en cette solution périodique un cycle limite de Poincaré sauf, implicitement, Poincaré lui-même.