

Théorie de l'anharmonicité des phénomènes périodiques non-linéaires

Patrick Hanusse

Centre de Recherche Paul Pacal, CNRS-Université de Bordeaux, Avenue A. Schweitzer, 33600, Pessac
hanusse@crpp-bordeaux.cnrs.dr

Les phénomènes périodiques représentent l'une des manifestations les plus répandues du monde physique. Nous considérons ici la description des aspects non-linéaires communs à une très large classe de systèmes physiques.

De manière typique, un système physique qui entre en oscillation, produit initialement un signal harmonique simple, puis développe des comportements anharmoniques et éventuellement des phénomènes de plus grande complexité dynamique. Nous considérons ici des oscillations «simples», ne possédant qu'un maximum et un minimum par période, mais dont la morphologie peut-être extrêmement anharmonique. De telles «oscillations de relaxation» sont fréquentes dans de nombreux domaines.

Fondamentalement, nous voulons répondre à la question suivante : est-il possible de définir des paramètres morphologiques universels, en petit nombre, en plus de période et amplitude, qui expriment l'essentiel du phénomène physique et mesurent les propriétés de la dynamique ou de la structure du système. En d'autres termes, est-il possible de concevoir une théorie générique de l'anharmonicité? La réponse est oui!

Nous savons que les séries de Fourier permettent de décrire des signaux périodiques quelconques. Mais la morphologie de signaux périodiques non-linéaires décrite par un grand nombre d'harmoniques n'exprime pas beaucoup de sens physique et une telle quantité de données ne correspond pas à la mesure visuelle intuitive que nous faisons de la complexité de tels signaux.

En décrivant la dynamique de phase d'un phénomène oscillant quelconque au voisinage d'une situation générique harmonique et les brisures de symétries successives quelle peut subir, nous élaborons une approche totalement originale. La forme générale de cette dynamique de phase est construite et une solution générale est obtenue. A cette fin de nouveaux outils mathématiques sont développés et d'importants résultats sont obtenus. Un nouveau théorème de factorisation des fonctions périodiques est établi et de nouvelles fonctions trigonométriques non-linéaires sont introduites, ouvrant un champ nouveau à explorer, véritable "trigonométrie non-linéaire"

Cette solution générale conduit très naturellement à la définition de nouvelles grandeurs mesurables qui caractérisent la distance à l'harmonicité et la classe morphologique du comportement. Nous montrons qu'un nombre très petit de ces quantités, typiquement deux, parfois quatre, suffisent à décrire de façon précise et pertinente des signaux même extrêmement anharmoniques, quantitativement et qualitativement, et portent un sens physique clair et universel qui exprime la signature dynamique ou structurelle du système physique qui a produit ce signal.

Il existe de nombreuses applications, dans des domaines très divers, dont nous présenterons quelques exemples. Ces résultats, qui présentent une forte potentialité de développements, ont une portée considérable et constituent une percée majeure dans la description des phénomènes périodiques du monde physique.

Ces travaux introduisent donc non seulement de nouvelles mesures mais aussi un nouveau langage pour parler des phénomènes périodiques non-linéaires.

Références

Patrick Hanusse, *A Novel Approach to Anharmonicity for a Wealth of Applications in Nonlinear Science Technologies*, AIP Conf. Proc. 1339, 303-308, 2011