

LE CHAOS DANS LES ONDES

Nalini Anantharaman - Si je devais résumer mes recherches en une phrase, mes recherches de ces dernières années, je dirais que je cherche à établir un lien entre la théorie du chaos et la mécanique ondulatoire. À l'origine de la théorie du chaos, y a les travaux d'Henri Poincaré, à la fin du XIXe siècle, sur le système solaire. Il cherchait à démontrer mathématiquement que le mouvement des planètes dans le système solaire est stable, et en fait il a découvert, de manière tout à fait inattendue, qu'il se peut très bien que le mouvement des planètes présente sur le long terme un caractère désordonné, imprévisible, au lieu du mouvement régulier, périodique, répétitif, qu'on observe sur de petites échelles de temps. Et c'est à partir de cette découverte que s'est développée petit à petit la théorie du chaos. L'idée, c'est d'essayer de décrire le désordre qui peut apparaître dans l'évolution temporelle de certains systèmes physiques. Ensuite on essaie de dégager des concepts mathématiques abstraits pour décrire le désordre, pour décrire l'imprévisibilité de certains phénomènes ! Alors, dit comme ça, c'est, ça semble être une notion négative, puisqu'il s'agit de décrire le fait de ne pas pouvoir prévoir, mais finalement le fait de mettre derrière ces notions des concepts mathématiques, ça les transforme en notions positives, puisque ça permet ensuite de, d'avancer dans la compréhension de ces phénomènes. En mathématiques, le chaos c'est l'impossibilité de prévoir ce qui va se passer, même si on sait d'où on part, même si on connaît les conditions initiales d'un système. Et même si on connaît les lois de la physique qui décrivent ce système, c'est l'impossibilité de faire la moindre prévision, ça décrit vraiment l'évolution dans le temps des systèmes ! Ce n'est pas quelque chose de statique qu'on peut voir sur une image figée, c'est une notion abstraite, qui concerne l'évolution dans le temps !

Ensuite la mécanique ondulatoire, alors c'est essentiellement synonyme de mécanique quantique, c'est ainsi qu'on désigne des nouvelles lois de la mécanique, qui sont nées dans les années 30, au moment où on s'est rendu compte que la mécanique newtonienne ne permettait pas de décrire ce qui se passe à l'échelle atomique. Dans cette nouvelle description, les objets comme les électrons sont vus comme étant des ondes, et plus des particules... Alors les ondes, ça se propage pas du tout comme les particules, il peut y avoir des phénomènes d'interférence, de diffraction. En termes mathématiques, les mouvements des ondes c'est décrit par ce qui s'appelle une équation aux dérivées partielles, alors que le mouvement d'une particule, c'est décrit par des équations qui s'appellent des équations différentielles ordinaires ! Et il se trouve que la théorie mathématique du chaos a été conçue pour être appliquée aux équations différentielles ordinaires et donc elle ne s'applique pas aux ondes. Et donc on n'a pas de concepts mathématiques qui permettent de décrire le fait qu'une onde a un mouvement désordonné ! Ce sont de tels concepts que j'essaie de développer...

Donc on découvre de nouvelles vérités mathématiques, on invente de nouveaux objets, et puis on cherche à appuyer nos découvertes sur des démonstrations. Ça amuse un peu mes amis, y me demandent, alors comme ça, y a un théorème d'Anantharaman, de même qu'y a un théorème de Pythagore ? Eh bien, oui en

fait, si on veut, y a un théorème d'Anantharaman, sauf que personne ne l'appelle comme ça, parce qu'il a pas une portée aussi universelle que les théorème de Pythagore ! Les lois de la physique, les lois du monde inanimé, elles sont traduites par des équations mathématiques, tout ce qu'il y a de plus abstrait, et c'est assez miraculeux de constater que ça fonctionne... C'est ce que le physicien Eugen Wigner a appelé « l'efficacité déraisonnable des mathématiques dans les sciences naturelles »...

3min 41sec