

Cette image est extraite de CHAOS (<http://www.chaos-math.org>), un film mathématique tout public constitué de neuf chapitres de treize minutes chacun, autour des systèmes dynamiques, de l'effet papillon et de la théorie du chaos. Tout comme DIMENSIONS, ce film est diffusé sous une licence Creative Commons et a été produit par Jos LEYS, Étienne GHYS et Aurélien ALVAREZ.

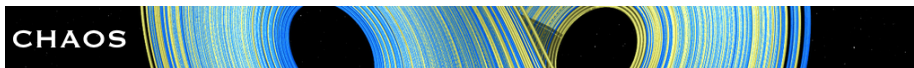
---

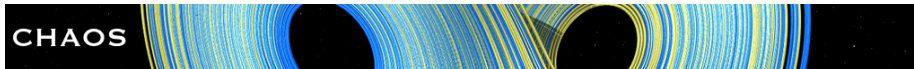
« Prédicibilité : le battement d'ailes d'un papillon au Brésil peut-il provoquer une tornade au Texas ? »

En 1963, Edward LORENZ (1917-2008), qui s'intéressait au problème de la convection dans l'atmosphère terrestre, simplifia drastiquement les équations de NAVIER-STOKES de la mécanique des fluides, réputées pour leur inextricable complexité. Le modèle atmosphérique de LORENZ est ce que les physiciens appellent un *modèle-jouet* : bien qu'il n'ait probablement pas grand-chose à voir avec la réalité, LORENZ ne tarda pas à réaliser qu'il s'agissait d'un modèle mathématique très intéressant. Si l'on considère deux atmosphères presque identiques, donc représentées par les centres de deux petites boules extrêmement proches, rapidement les deux évolutions se séparent de manière significative : les deux atmosphères deviennent complètement différentes. LORENZ a pu constater sur son modèle la dépendance sensible aux conditions initiales, le chaos. Mais plus intéressant encore, partant d'un grand nombre d'atmosphères virtuelles, bien qu'un peu folles et bien peu prévisibles, les trajectoires semblent toutes s'accumuler sur un même objet en forme de papillon, popularisé sous le nom d'*attracteur de Lorenz*, un attracteur bien étrange...

Comprendre l'attracteur de LORENZ a un véritable enjeu scientifique. À quoi ressemble-il précisément ? Comment se comporte sa dynamique interne ?

C'est pour essayer de répondre à ces questions que, dans les années 1970, BIRMAN, GUCKENHEIMER et WILLIAMS ont proposé un modèle simple que l'on peut construire à l'aide de bandes de papier. Il aura fallu attendre 2001 pour que le mathématicien Warwick TUCKER démontre que les bandes de papier décrivent bien le mouvement de Lorenz : pour chaque trajectoire dans l'attracteur de LORENZ, il existe une trajectoire sur les bandes de papier qui se comporte exactement de la même manière. Même si tout ceci reste encore très simpliste par rapport au vrai phénomène météorologique, c'est une illustration du fait que les choses simples, les mathématiciens aiment !





This image was taken from CHAOS (<http://www.chaos-math.org>), a film about mathematics for a large audience (nine chapters of thirteen minutes each), about dynamical systems, the butterfly effect and chaos theory. The film is released under a [Creative Commons](#) license and was produced by [Jos LEYS](#), [Étienne GHYS](#) and [Aurélien ALVAREZ](#) (the same team that made the [DIMENSIONS](#) film).

---

« Predictability : does the beating of butterfly's wings in Brazil can cause a tornado in Texas ? »

In 1963, [Edward LORENZ](#) (1917-2008), who was very interested by the problem of [convection](#) in the Earth's atmosphere, drastically simplified the [NAVIER-STOKES equations](#) of fluid mechanics, well-known for their intricate complexity. The LORENZ' atmospheric model is what physicists use to call a toy model : although it is so oversimplified that it does not have much to do with reality anymore, LORENZ soon realized that this model was very interesting. If we consider two almost identical atmospheres (two points that are extremely close in LORENZ' model), we tend to quickly see the separation of the two evolutions in a significant way : the two atmospheres become completely different. LORENZ saw on his model the sensitive dependence on initial conditions : chaos. Moreover, what is very interesting is that, starting from a large number of virtual atmospheres, even if they follow paths that seem a little bit crazy and unpredictable, they all accumulate on the same object shaped like a butterfly, a *strange attractor*.

Understanding the LORENZ attractor is a real scientific challenge. What exactly does it look like ? How does its internal dynamics work ?

To try and answer these questions, BIRMAN, GUCKENHEIMER et WILLIAMS, in the 1970s, proposed a simple model that can be constructed using strips of paper, but we had to wait until 2001 for Warwick TUCKER, a mathematician who proved that the paper strips accurately describe the movement of the LORENZ attractor. For each trajectory in the attractor, there is a path on the paper model that behaves in exactly the same way. Although all this is still very simplistic compared to real meteorological phenomena, it is an illustration of the fact that mathematicians like simple things !

