

Introduction

Populairement appelée effet papillon, c'est une théorie énoncée en 1972 par Edward Lorenz. Elle est transversale à tous les domaines scientifiques. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce système n'est pas aléatoire mais déterministe. En effet il est lui aussi régi par des lois mathématiques, mais avec une très forte sensibilité aux conditions initiales, ce qui le rend difficilement prévisible.

Cette théorie est aussi complètement redevable au développement de l'informatique. À la fois parce que les ordinateurs ont permis de visualiser simplement ces états "chaotiques", et qu'ils ont permis, grâce à leur puissance de calcul, d'expliquer certains phénomènes naturels sur lesquels les chercheurs s'arrachaient les cheveux et qui ont été mieux compris au moyen de la théorie du chaos.

Figure Chaotique



Système chaotique

Un système chaotique est un système dynamique défini en fonction du temps, parfois selon une autre variable.

Il est régi à la fois par des lois déterministes et aléatoires, de ce fait, ce système est fortement dépendant aux conditions initiales. Ce type de système est donc impossible à prévoir au long terme et possède un comportement infiniment complexe. Il est attiré par une figure géométrique appelée attracteur étrange.

L'espace des phases est un espace à 2 dimensions permettant d'interpréter géométriquement le mouvement d'un système mécanique.

Cet espace n'a pas la structure d'un espace vectoriel, il permet de distinguer un comportement chaotique d'un comportement aléatoire.

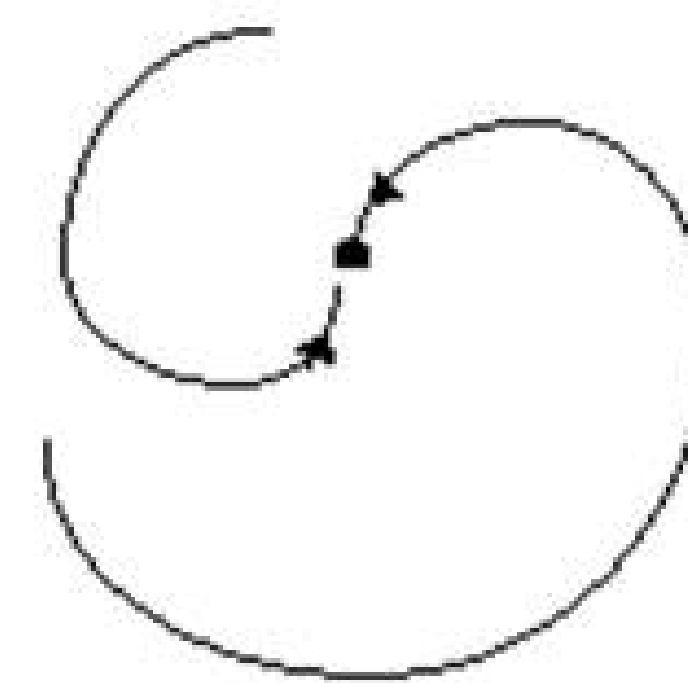
Si le mouvement est aléatoire, les points du système remplissent l'espace des phases au hasard : aucune structure n'apparaît.

Quand le mouvement est chaotique, les points paraissent à première vue aléatoires. Néanmoins, quand on observe le système suffisamment longtemps, on constate que les points dessinent une forme particulière, ces attracteurs sont qualifiés d'étranges.

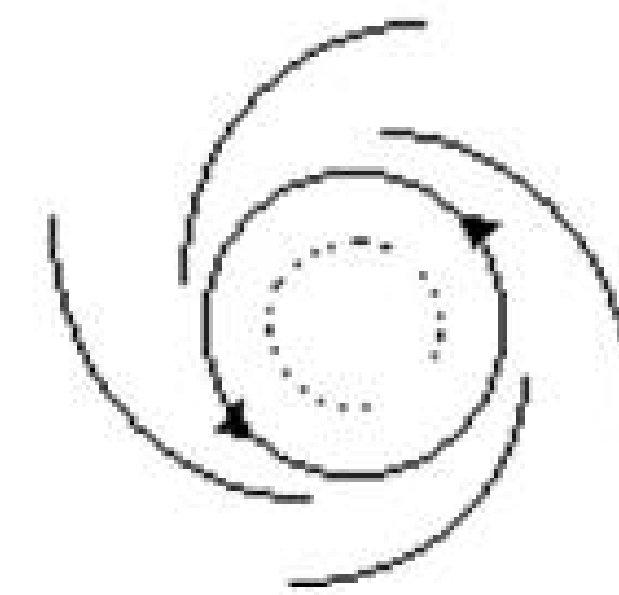
Étude des systèmes chaotiques

C'est un système dynamique non linéaire ou linéaire par morceau. L'étude d'un système chaotique consiste en la description qualitative des comportements à long terme et des points fixes ou des états stationnaires.

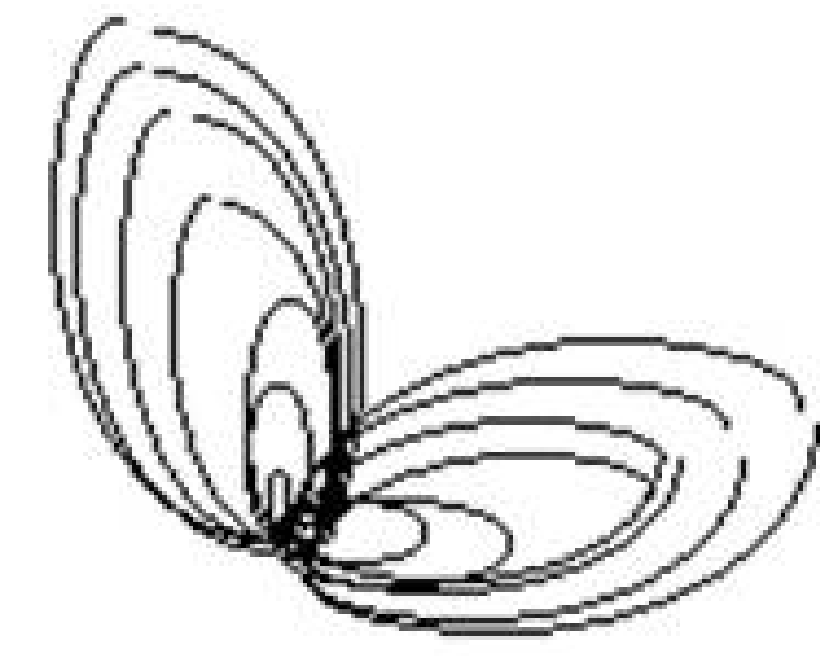
- Étude des points attracteurs :



Attractif



Stable



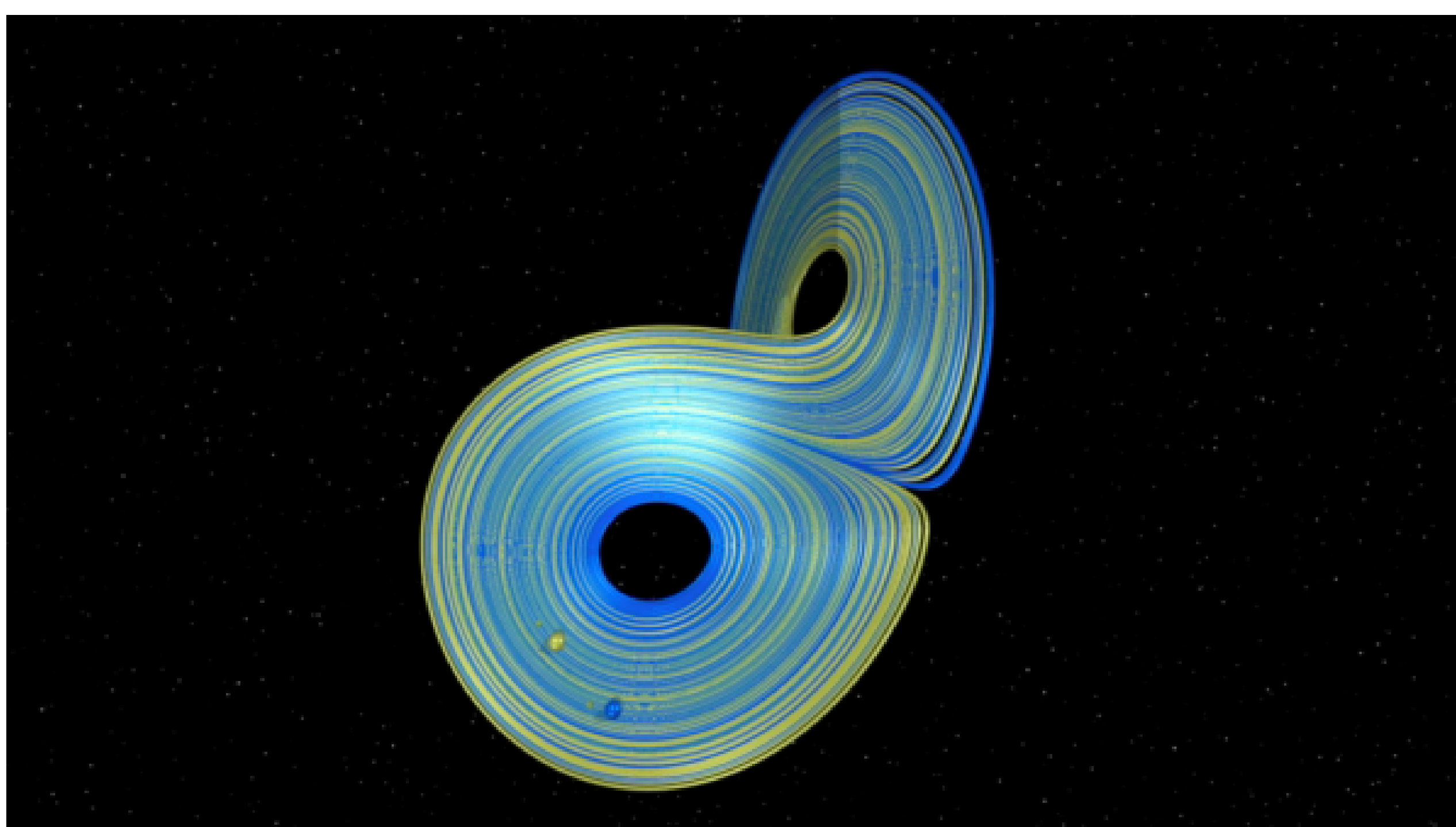
Étrange

— il existe également des points fixes répulsifs

- Études des solutions périodiques :

Les solutions périodiques peuvent tendre vers des points attracteurs ou répulsifs. Par exemple à un temps t le point fixe ne semble pas attractif et au temps $t + dt$ les solutions s'amortissent puis convergent : le point fixe est attractif.

Attracteur étrange



C'est un ensemble compact attirant les trajectoires. L'attracteur étrange est un attracteur simple auquel on ajoute une force extérieure d'intensité variable et périodique. Ceci entraîne les va et vient des particules entre les deux noyaux dessinant ces ailes.

Projet

Le projet consiste en la création d'un site Web. Celui-ci aura pour but d'informer et de visualiser le fait que les systèmes chaotiques ont une grande dépendance aux conditions initiales.

Une grande partie du site sera explicative. L'autre partie sera une application modélisant l'évolution des éléments du système. L'utilisateur pourra modifier les paramètres initiaux et observer les conséquences sur des graphiques dynamiques.

Les explications s'afficheront à côté de la courbe au fur et à mesure de son évolution, et des explications plus poussées seront disponibles sur une autre page du site.

Nos objectifs pour le projet :

- Un site simple d'utilisation et réactif
- Des explications pédagogiques, accessibles pour les personnes novices
- Un graphique ergonomique

Conclusion

Dans de nombreux domaines scientifiques, la théorie du chaos a des conséquences inattendues, en effet, un phénomène à priori bien connu peut prendre une tournure imprévisible tandis qu'un phénomène jusqu'alors attribué au hasard peut se révéler compréhensible. L'étude d'un système chaotique reste possible à court terme, mais pour prévoir l'évolution d'un système chaotique au long terme, il faudrait connaître précisément l'état de toutes les particules de ce système ainsi que toutes les forces qui s'y exercent, c'est ce que nous souhaitons souligner avec notre projet.