

e/L'anicca des planètes. L'effet papillon et la théorie du chaos.

Nous avons vu que les planètes du système solaire disparaîtront avec la fin du soleil dans 5 milliards d'années. Mais ce qui est inquiétant c'est que notre système solaire peut, par effet papillon, être victime du chaos.

L'effet papillon¹ est une parfaite illustration du proverbe « A petite cause, grands effets ». Le battement d'aile d'un papillon au Cambodge peut provoquer, quelques mois plus tard, un typhon à Taïwan. Le déplacement d'air qu'il provoque, qui est minime au départ, déclenche une modification microscopique du climat local qui donne un courant d'air, puis par un phénomène d'amplifications successives, une brise, enfin un cyclone dévastateur à des milliers de kilomètres plus loin. C'est cela l'effet papillon, expression imagée que l'on donne à des phénomènes sensibles aux conditions initiales (ou la dépendance sensitive aux conditions initiales) qui sont des phénomènes instables comme la météorologie, la mécanique céleste, l'économie, la turbulence, la biologie, l'écologie, la géologie etc... En météorologie par exemple, les prévisions sont rapidement démenties au delà de quelques jours ; cela parce que toutes les mesures (de température, de vitesse du vent, de pression atmosphérique, d'hygrométrie...) sont automatiquement entachées de petites erreurs ; ces dernières insignifiantes au départ, vont s'amplifier par effet papillon et devenir au bout d'un certain temps, d'énormes déviations, ce qui explique l'absence de fiabilité des prévisions météorologiques au delà de 3-4 jours. En économie aussi, un petit mot intempestif issu de la bouche du président de la réserve fédérale américaine² peut provoquer un krach boursier, aux conséquences catastrophiques. Autre exemple : les trains Paris-Nancy quittent la gare de l'Est toutes les deux heures ; quelqu'un veut aller à Nancy mais il rate le train de 1/10 de seconde à la gare de l'Est ; il sera à Nancy avec deux heures de retard parce qu'il est obligé d'attendre le second train. Un retard de 1/10 de seconde à l'entrée du système provoque un retard de deux heures à la sortie du système ; si le second train déraille et qu'il se retrouve à l'hôpital avec un fémur cassé, le retard à Nancy sera de trois mois ; tout cela à cause de 1/10 de seconde de retard à la gare de l'Est. Un dernier exemple : un homme quitte sa maison à 8 heures du matin pour aller travailler ; en marchant sur le trottoir, un pot de fleurs tombe d'un balcon sur sa tête ; il meurt ; s'il avait quitté sa maison à 7 heures 59 minutes et 59 secondes, il aurait eu la vie sauve.

La théorie du chaos est une théorie mathématique qui permet de décrire les systèmes chaotiques, c'est-à-dire des systèmes instables liés à l'effet papillon. Un système chaotique possède ce que l'on appelle un temps caractéristique au bout

¹ L'expression « effet papillon » est due à LORENZ, à la suite de son article qu'il a présenté à l'AAAS (American Association for the Advancement of Science) en 1979, « Predictability : Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil set off a Tornado in Texas ? » « Le battement d'ailes d'un papillon au Brésil déclenche-t-il une tornade au Texas ? »

² The Federal Reserve Board (The « FED »)

duquel tous les petits mouvements et amplitudes seront décuplés (c'est-à-dire multipliés par un facteur 10). Chaque système chaotique possède son propre temps caractéristique qui peut varier de quelques secondes à plusieurs centaines de millions d'années. On sait depuis POINCARÉ, que le système solaire est chaotique ; son temps caractéristique est d'environ 100 millions d'années, ce qui veut dire qu'au bout de ce laps de temps, notre système solaire pourrait complètement se disloquer : Mercure pourrait être éjectée de son orbite, Vénus pourrait tourner à l'envers, la Terre pourrait se coucher sur son plan orbital avec les conséquences que cela implique (modification brusque du climat par exemple). En résumé, chaos, collision d'Andromède avec la Voie lactée, fin du soleil sont des causes possibles de la fin des planètes de notre système solaire. Hors système solaire, les autres exoplanètes (on en a découvert déjà plus de 700 dont quatre potentiellement habitables³) disparaîtront avec la fin de leur étoile respective. Les planètes ne sont donc pas éternelles ; elles sont aussi victimes de l'anicca.

³ Voir Science & Vie, Hors série, N°260, Sept 2012, p.26