

## 1.3 Philosophie du déterminisme

### 1.3.1 Raisons d'être du déterminisme : compréhension, prévision, prédiction

Avant d'agir, l'homme a besoin de *comprendre* la situation, ainsi que de *prévoir* son évolution et de *prédire les conséquences* d'une éventuelle évolution ou action. Compréhension et prévision de l'évolution naturelle d'un système sont régies par un principe philosophique : le déterminisme ; croire qu'il en est ainsi, c'est adopter la doctrine du déterminisme.

- *Comprendre* la situation d'un système, c'est décrire :
  - son état actuel dans son environnement ;
  - son évolution passée, prélude à une compréhension causale du phénomène et une réponse à la question : était-elle inévitable ?
- *Prévoir l'évolution d'un système*, c'est :
  - décrire qualitativement cette évolution :
    - ✓ déroulement, variables et domaine de définition ;
    - ✓ est-elle bornée ou diverge-t-elle (va-t-elle à l'infini) ;
    - ✓ diagramme des bifurcations ;
    - ✓ a-t-elle un résultat unique ou y a-t-il un ensemble de résultats (et si oui, quelle est la structure de cet ensemble - par exemple une distribution statistique de valeurs) ?
    - ✓ a-t-elle des symétries, une auto-similitude, des propriétés statistiques ?
    - ✓ a-t-elle des solutions sensibles aux conditions initiales ?
    - ✓ si elle est bornée va-t-elle vers une forme limite, par exemple asymptotique à une courbe (voir *Systèmes dissipatifs par frottements*) ou oscille-t-elle indéfiniment ? ;
    - ✓ répond-elle aux conditions d'universalité ? (voir *Diagramme des bifurcations – Universalité - Constante de Feigenbaum*) ;
    - ✓ Si elle ne va pas vers une forme limite, est-elle au moins stable ou est-elle chaotique ?
  - décrire quantitativement son évolution par une loi physique, qu'il faut donc connaître.
- *Prédire les conséquences* de l'évolution future d'un système, c'est décrire :
  - les états futurs du système, avec la précision attendue de leurs valeurs ; si cette précision n'est valable qu'à un horizon limité – comme c'est le cas pour le déplacement d'une particule atomique dont le paquet d'ondes s'étale progressivement, ou pour un système dynamique chaotique – chiffrer cet horizon ;
  - les interactions de ce système avec son environnement.

#### 1.3.1.1 Différence entre prévoir et prédire

Dans ce texte :

- *Prévoir* une évolution, c'est conjecturer qu'elle se produira par application d'une loi physique connue ; l'évolution est supposée possible, mais non certaine : elle peut n'être qu'une conjecture. Exemple : je tiens une pierre à la main ; si je la lâche, je prévois qu'elle tombera d'un mouvement uniformément accéléré.

Prévoir c'est aussi décrire qualitativement l'évolution (comme ci-dessus).

- *Prédire* une situation, c'est annoncer le résultat de l'évolution prévue, et en décrire les détails. Exemple : je prédis que la pierre tombera à la position précise  $x$  (à  $\Delta x$  près) à l'instant  $t$  (à  $\Delta t$  près).
  - En physique classique, la prédiction porte sur une situation unique, précise ;
  - En Mécanique quantique, la prédiction porte sur un ensemble de valeurs, chacune associée à une probabilité ou une densité de probabilité : la Mécanique quantique substitue une probabilité à la certitude du déterminisme scientifique.

### Conséquences déterministes

- Le comportement évolutif d'un système déterministe est prévisible par définition ; mais il peut :
  - ne pas être prédictible, par exemple s'il est chaotique : nous verrons cela à propos du *Chaos* ;
  - n'être prédictible qu'en tant qu'élément indéterminé d'un ensemble prédictible, s'il est à l'échelle atomique où les lois d'évolution sont celles (statistiques) de la Mécanique quantique.
- La loi d'évolution d'une situation donnée ne dépend pas du système d'axes de référence (le référentiel) : on peut *prévoir* la même évolution selon cette loi dans tout référentiel. Mais *prédire* les résultats numériques de cette loi dépend du mouvement relatif de l'observateur-prédicteur par rapport au référentiel où l'évolution a lieu. Nous verrons cela à propos de la *Relativité restreinte*.
- Nous verrons que le déterminisme entraîne la prévisibilité, mais pas la prédictibilité ; cela se produira en physique quantique et pour les phénomènes chaotiques.

### **1.3.2 Le déterminisme étendu régit toutes les lois physiques**

Le déterminisme n'est pas un *principe de logique*, bien qu'on ne puisse le déduire de principes supérieurs, car il ne s'applique qu'à des évolutions de la nature et des opérations humaines ; c'est un *postulat*, parce que certaines lois déterministes sont construites par induction en généralisant des constatations expérimentales, et d'autres lois sont imaginées en tant que modèles de phénomènes (exemples : *Modèle standard des particules élémentaires* ; *Théorie de Grande unification*).

Une évolution *déterministe* est décrite par une loi permettant la prévision des états futurs connaissant l'état présent. Exemple : le mouvement d'un électron dans un champ électrique est régi par une loi d'évolution déterministe appelée *équation de Schrödinger* (sur laquelle nous reviendrons).

#### **1.3.2.1 Le déterminisme est un principe régulateur des lois d'évolution naturelles**

La doctrine du déterminisme définit les règles et les limites de toute évolution due à une cause naturelle : ce qu'on peut *comprendre*, *prévoir* et *prédire* pour un système physique, ainsi que les méthodes nécessaires à cet effet.

Le déterminisme a vocation à régir *toutes* les lois physiques ; nous verrons dans quelle mesure et comment cela est possible.

*Le déterminisme postule que les lois de la nature sont intelligibles*

Admettre le déterminisme des lois de la nature, c'est croire que l'homme peut les comprendre (parfois avec beaucoup d'efforts) à partir d'expériences physiques, et sans se baser sur des croyances ou des révélations invérifiables ; c'est croire aussi que rien ne lui est caché par principe ou par une volonté divine.

*Le déterminisme exclut le hasard et les interventions transcendantes*

Les explications et prévisions des lois déterministes doivent être acceptées en tant que principe s'opposant à l'invocation du hasard et de toute transcendance : on ne peut pas à la fois postuler le déterminisme des lois de la nature, avec leur absence d'exception aux lois d'évolution, et croire que certains phénomènes peuvent être dus au hasard, à l'intervention de Dieu ou à celle de « forces de l'esprit ».