



## 9th Congress of the EUS-UES

Globalization and Crisis. Complexity and governance of systems .  
Valencia 2014

# De la réalité des modèles

François Anceau

CNAM

Laurent Carrive.

Université Paris 7



- **I. Réalité/Réalisme - Sujet et objet**
  - Naissances de la science et la philosophie
  - Rapports entre Sujet et Objet
    - Sujet, objet et réalité chez les Grecs
    - Sujet/objet - Ruptures à partir du XVIIe siècle
    - Sujet/objet du XVIIIe au XXe siècle
  - **Idéalisme/ Réalisme**
    - L'idéalisme transcendantal de Kant
    - Kant aujourd'hui
    - Quel réalisme pour les théories ?
  - **Conclusion 1**

# Philosophie et science chez les Grecs

- **Notre réalité**
  - Nos conceptions modernes de la réalité proviennent de plusieurs héritages dont pour une large part, celui de la Grèce antique.
- **Science et philosophie**
  - La philosophie et la science sont nées conjointement au VI<sup>e</sup> siècle av. J.C., en Grèce.
  - Elles formaient un même corpus de savoir.
  - Les philosophes étaient astronomes, physiciens, mathématiciens, ...
  - La métaphysique était alors la science première.
- **Lente apparition des notions corrélatives de sujet et d'objet**
  - Les rapports entre la notion de *sujet* (celui qui connaît) et la notion d'*objet* (la chose à connaître) vont rester au centre de nombreuses problématiques philosophiques, pendant de longs siècles.
  - Le sujet : *Hypokeimenon* (qui deviendra *subjectum*)
    - D'abord substrat sous-jacent, substance.
    - Plus tard, conscience de soi, sujet de la connaissance, sujet du langage.
  - L'objet : *ob-jectum* (obstacle)
    - La chose à connaître, la nature, le réel, ensuite qui est visé par une conscience.





# Sujet, objet et réalité chez les Grecs

- **Grèce antique**
  - **Homère : Le sujet comme intériorité**
    - Ambivalence entre intériorité et extériorité : par exemple
      - *Thumos* : à la fois Souffle intérieur de l'homme et Eléments (extérieurs)
      - *Phrenes* : Organe où prennent naissance à la fois la pensée (intérieure) et la parole.
      - *Nous* : à la fois perception visuelle (extérieure) et réflexion qui en découle.
  - **Les Présocratiques : L'être et le devenir – Immuabilité de l'objet**
    - Qu'est-ce que l'être si toute chose est naturellement soumise au devenir ?
    - Si un objet A se transforme en objet B,
      - Alors en devenant l'objet B il n'est plus le même.
      - Il perd son identité et donc son être .
    - Tout être doit donc être immuable.
  - **Platon : Dialectique**
    - Pour Platon, dans le procès dialectique de la connaissance, sujet et objet demeurent indissociables.
  - **Aristote : Vérité et réalité**
    - Chercher la vérité et la réalité des choses c'est trouver en quoi elles sont éternelles, nécessaires et universelles, en quoi elles ne peuvent être autrement qu'elles ne sont. *Aristote, Organon, seconds analytiques, 71 b 10 (l'épistèmè).*

# Sujet, objet - Ruptures à partir du XVIIe siècle

- **Ruptures**
  - Il s'agit de discontinuités plus ou moins progressives
  - **1. Rupture entre la science et la religion :**
    - Galilée, Copernic, Newton.
  - **2. Séparation entre la science et la philosophie**
    - Dualisme de Descartes
- **Descartes (1596-1650)**
  - **Descartes va radicalement séparer**
    - Le sujet : l'être pensant, l'âme, (*res cogitans*) de
    - L'objet : la matière étendue, le corps (*res extensa*)
  - **Importance de Descartes pour le progrès des sciences**
    - La méthode de Descartes et sa *Mathesis Universalis* vont procurer aux sciences une nouvelle autonomie.
    - Jusqu'à Descartes la science reposait en grande partie sur les hypothèses aristotéliennes des mécanismes et des causes.
    - A partir de Descartes elle repose sur l'exactitude des effets, mesures et observations, mieux adaptées au traitement mathématique.
  - **Rapports entre la science mathématisée et le sujet moderne**
    - L'exclusion du sujet (de l'âme) permet l'application des mathématiques.
    - Réciproquement, la science en se mathématisant, éclipse le sujet.



Procès de  
Galilée



Descartes



# Sujet et objet du XVIIIe au XXe siècle

- **XVIIIe et XIXe siècles**
  - **Les Lumières - Kant (1724-1804) : Critique de la raison pure**
    - Refonte de la métaphysique, motivée en partie par le succès des sciences exactes.
    - Subjectivité transcendantale
      - Le phénomène : « ce qui apparaît » et qui s'atteint par les sens.
      - Le noumène : l'objet construit par la connaissance a priori, intellectuelle ou rationnelle et non sensible.
      - La « chose en soi » : chose elle-même, essentiellement inconnaissable.
  - **Hegel (1770-1831) :**
    - L'idée unifie le sujet et l'objet
      - L'Idée est identité du sujet et de l'objet comme résultat d'un processus de formation du sujet via la création du concept.
  - **Husserl (1859 – 1938)**
    - La phénoménologie husserlienne remonte de l'objet au sujet.
- **XXe siècle : L'altérité**
  - **L'homme**
    - Après le sujet et l'objet, retour à l'homme.
    - Importance de la question de Kant « Qu'est-ce que l'homme ? »
    - Spécificité des sciences humaines : Psychologie, sociologie, psychanalyse.

# Idéalisme et Réalisme

- **Idéalismes**
  - **Idéalisme strict ou radical**
    - L'idéalisme soutient que l'existence du sujet est une condition nécessaire de l'existence des objets, ou à l'extrême que la réalité est de nature mentale.
- **Réalismes**
  - **Réalisme philosophique**
    - Le réalisme est la doctrine qui admet une réalité en soi, indépendante de toutes nos possibilités de la connaître.
    - *Esse* (être) n'est pas équivalent à *percipi* (percevoir).
  - **Le réalisme objectiviste de la science**
    - La position naturelle d'une majorité de scientifiques est celle d'un « réalisme objectiviste ». Lorsqu'une chose est vérifiée dans un système relatif, nous pouvons faire l'hypothèse de l'existence de cette chose indépendamment de ce système.
    - L'indépendance du contexte et du sujet sont induites selon des critères statistiques ou des marges d'erreur.
  - **Notre jugement repose par expérience, sur la convergence :**
    - des multiples perceptions de la chose par des voies physiques différentes.
    - des multiples interprétations de nos perceptions de la chose.



# L'idéalisme transcendantal de Kant

- **Inconnaissable en totalité ne signifie pas irréel**
  - Kant, tient la réalité pour essentiellement inconnaissable.
  - Mais son idéalisme transcendantal reste « modéré ».
- **La « chose en soi »**
  - Le but de Kant n'est pas de rejeter le réel ou l'idée d'une réalité indépendante.
  - Puisqu'il établit la notion de « chose en soi » :
    - **Cette « chose en soi » est nécessaire, car autrement dit-il «[...] on arriverait à cette proposition absurde qu'un phénomène (ou apparence) existerait sans que rien [de sensible] n'apparaisse ». CRP**
- **Représentation de la « chose en soi »**
  - Kant pose la question de l'adéquation entre cette « chose en soi » et la représentation que nous en avons.
  - Il ne remet pas en cause la certitude que nous avons de la réalité de la « chose en soi ».
  - Mais dit-il, il nous est impossible de juger de cette adéquation, puisque nous n'aurons jamais accès qu'à des représentations de la chose et non à la « chose en soi » elle-même.





# Kant aujourd'hui

- **L'apriori - Temps et espace**
  - La notion de forme *a priori* de l'entendement (causalité) ou de la sensibilité reste d'actualité.
- **Mais il faut séparer deux aspects**
  - D'un côté, nous avons les structures *a priori* de la sensibilité humaine, innées, internes et indépendantes de l'expérience, qui constitueraient notre appareil cognitivo-perceptif.
  - Et de l'autre, les informations (« le divers pur de la sensation »).
- **Structure de l'espace**
  - La notion d'espace envisagée par Kant est déterminée par le niveau de connaissance mathématique (euclidienne) de son époque.
    - Les géométries non-euclidiennes étaient à peine « inventées ».
  - Ce que l'on peut aujourd'hui entendre par espace réel, est de mieux en mieux approché par science.



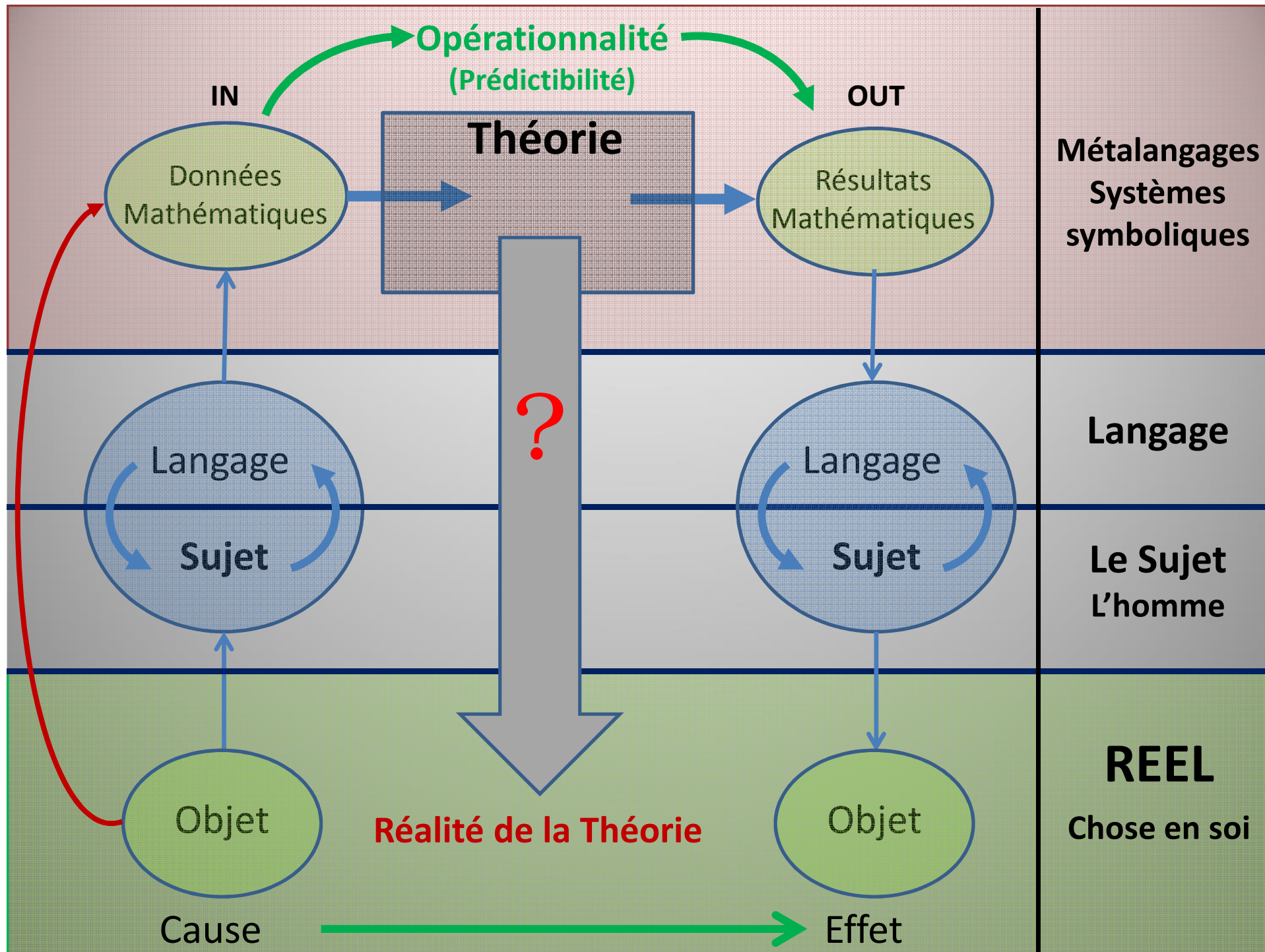
# Quel réalisme pour les théories ?

- **Le réalisme *a minima***
  - Les objets physiques existent indépendamment de la perception (de nos observations)
  - C'est la position des physiciens et des mathématiciens.
  - L'abandonner remettrait en question la valeur de la science.
- **Le réalisme ouvert (d'Espagnat)**
  - Pour le « réalisme ouvert » « [...] Il y a quelque chose dont l'existence n'est pas tributaire de la pensée » *Traité de physique et de philosophie - D'espagnat*
  - Cette thèse est proche de la position de Kant.
  - Elle fait l'objet d'une conviction unanime et constitue donc un point de départ satisfaisant.
- **Réalisme des théories physiques (Concepts, Principes, Modèles)**
  - Théories générant des objets (Emergences)
    - Le réalisme des théories est le réalisme de ces émergences
      - Ex: Réalité de l'électron ou des particules constitutives du noyau
  - Théories décrivant des mécanismes
    - Le réalisme est la conformité au réel de ces mécanismes eux-mêmes
      - Ex: non-réalité de Maupertuis



## Conclusion - Réalité et « chose en soi »

- Notre conviction de la réalité repose sur la supposition nécessaire d'une « chose en soi » (Kant) comme concept limite.
  - La chose en soi est pour Kant un « noumène », c'est-à-dire un concept problématique et limitatif dont la réalité ne peut être connue.
  - On peut la concevoir comme un horizon de nos jugements où convergeraient l'ensemble des caractères et propriétés que nous pouvons attribuer à l'objet.
- La « chose en soi » est un absolu que nous ne pouvons prétendre déterminer,
  - ni par notre expérience sensible.
  - ni par un savoir théorique toujours incomplet.





- **II. Modèles et théories**

- Pourquoi s'intéresser à la réalité des théories
- Confusions à propos de la réalité
- L'échelle de réalité
- Le canard de Vaucanson
- La notion de modèle
- Réalité des modèles
- La notion de théorie
  - Exemple : Maupertuis
- Mécanique quantique
  - Sujet et Objet chez les Grecs
- Conclusion



## Pourquoi s'intéresser à la réalité des théories

- ✓ Par curiosité de la *vérité*.
- ✓ Pour éviter de construire de la science sur des *bases fausses*.



## Réalité : Confusion entre :

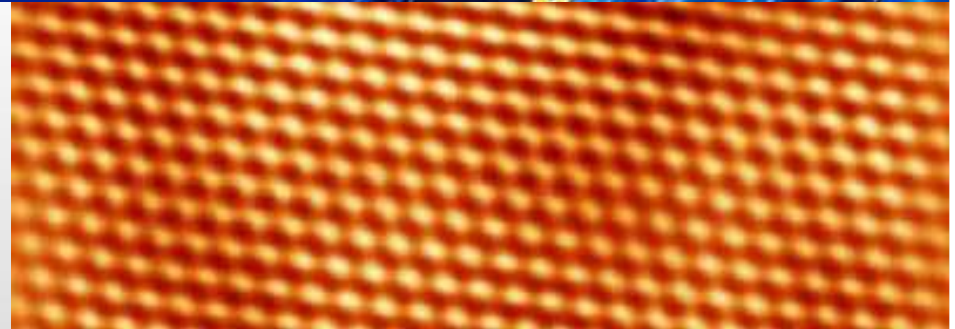
- La **connaissance totale** (d'une chose)  
*par ex. tous ses paramètres géométriques*
- L'**opérationnalité** (d'une théorie ou d'un modèle)  
*par ex. la justesse de ses prédictions*

**et**

- L'intime conviction de réalité (**la chose en soi**)  
d'une chose ou d'une théorie.

*Quelquefois, l'intime conviction de la réalité d'un danger doit se faire en une fraction de seconde....*

*Donc, sans le temps d'une analyse approfondie....*



## L'échelle de réalité

Atomes d'or

- Inspiré des "poupées russes" de Bitbol<sup>1</sup>
- L'univers semble s'organiser en trois niveaux de réalité :
  - Le niveau "galactique" au delà du système solaire (4,5 milliards de Km)
  - Le niveau "macroscopique" du nanomètre à la taille du système solaire
  - Le niveau "microscopique" en dessous du nanomètre
- Il semble exister des "frontières" entre ces niveaux  
par ex : vu du niveau macroscopique, un atome est une petite boule élastique et impénétrable, et un système stellaire pénétrable vu du niveau microscopique.





## Le canard de Vaucanson

- Il **ressemble** à un canard
- Il **bat des ailes** comme un canard
- Il **barbote** comme un canard
- Il **caquette** comme un canard
- Il **mange** comme un canard
- Il **défèque** comme un canard
- *Mais ce n'est **pas** un canard !....*



***Tout ce qui ressemble à un canard n'est pas un canard.....***



## La notion de modèle

- Un *modèle* a pour but de prédire les états futurs d'un objet.
- Un modèle (au sens **informatique** du terme) d'un objet est une structure informatique contenant :
  - Des **variables** représentant l'état initial et l'état courant de l'objet
  - Des **expressions** logico-mathématiques et des variables de travail explicitant l'évolution de l'état courant du modèle
- Un modèle sera dit **opérationnel**, s'il prédit correctement l'état futur de l'objet
- **Plusieurs modèles différents** peuvent prédire le comportement futur d'un même objet.



## Réalité des modèles

- Un modèle sera dit *réel* si :
  - ses variables et ses expressions logico-mathématiques **appartiennent** au niveau de réalité concerné
  - la structure des expressions logico-mathématiques utilisées peut être **mise en correspondance** avec la réalité observée de l'objet
  - en particulier, les opérations utilisées et les conditions de leur emploi doivent être compatibles avec celles **réalisables** dans ce niveau de réalité.
- Les modèles *non-réels* sont très utiles pour prédire le comportement d'objets dont on ne connaît pas (encore!) la réalité ou la structure interne



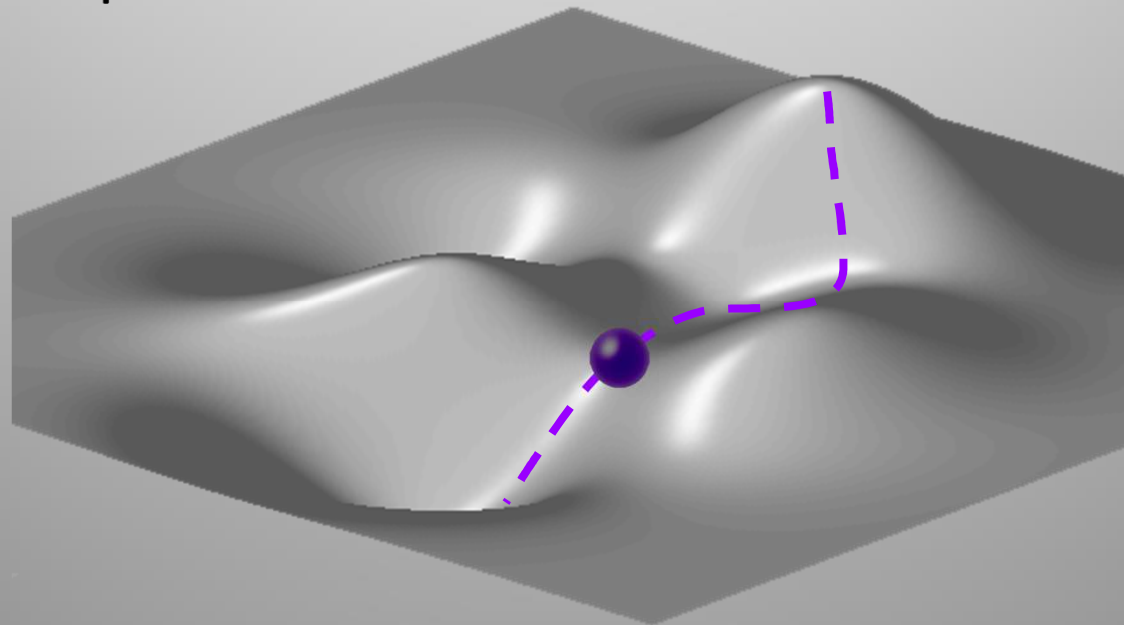
## La notion de théorie

- Une théorie est un modèle opérationnel qui décrit **la réalité** d'un objet.
- Lorsqu'un objet n'est pas (encore!) **observable**, le modèle le plus opérationnel est quelquefois utilisé pour jouer, temporairement, le rôle de théorie .....
- Il peut même arriver que plusieurs théories soient (momentanément!) en situation de **concurrence** pour décrire la réalité d'un objet.
- Une théorie peut servir de base à un **raisonnement inductif** pour faire émerger de nouveaux concepts à partir de l'analyse du comportement ou de la structure de l'objet initial.
- Un tel raisonnement, réalisé à partir d'une théorie non réelle, peut donc conduire à des voies **absurdes** qui peuvent être utilisées pour montrer la non-réalité d'une proposition de théorie (démonstration par l'absurde).



## Exemple :

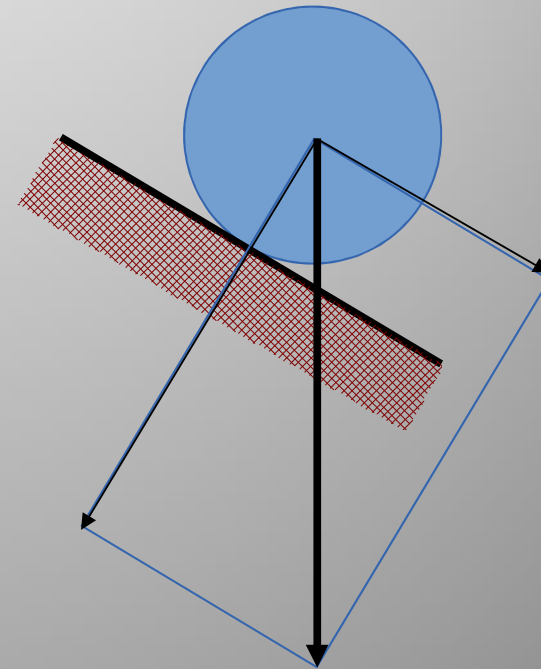
Une bille lâchée d'un point haut d'une surface bosselée, suit une trajectoire, sous l'effet de la **pesanteur**, pour atteindre un point bas.





## Exemple (suite):

- Cette trajectoire peut être étudiée en analysant, à chaque instant, l'effet de la pesanteur, de la pente locale de la surface, et des forces inertielles dans un **raisonnement différentiel**.
- Ce raisonnement conduit à un premier modèle **réel**, basé sur la **mécanique newtonienne**, que nous qualifierons de *niveau 0*.





## Exemple (suite 2) :

- En 1744 Maupertuis pose son principe de **minimisation** de l'action. La trajectoire de la bille obéit à ce principe de *minimalité*.
- A partir de ce principe, il devient possible de décrire le comportement de la bille en terme de minimisation de sa trajectoire (*modèle 1*), avec **autant d'exactitude**, donc d'opérationnalité, que le modèle 0.



Pierre Louis Moreau  
de Maupertuis



## Exemple (suite 3) :

- Toutefois, une analyse simple montre que ce modèle 1 ne remplit pas les conditions de réalité car la connaissance totale du terrain d'expérience et les opérations de minimisation ne sont **pas réalisables** directement avec les opérations primitives du niveau macroscopique.
  - Connaissance de la topologie totale du terrain ?
  - Calcul de la trajectoire minimale ?
  - Pilotage de la bille ?

Le système de modèles s'organise comme un empilement de modèles non-réels au dessus d'un modèle réel



# Mécanique quantique

- Phénomènes curieux constatés à la charnière des XIX – XX<sup>èmes</sup> siècles.
- **Imaginée** entre 1913 et 1930 par un groupe de physiciens de premier plan, à partir des concepts les plus avancés de la physique (Lagrangien, Hamiltonien...).
- A cette époque, les objets de cette nouvelle science étaient **rigoureusement invisibles**.
- Grand succès **opérationnel** et applicatif.
- Suggère un **constructivisme**.



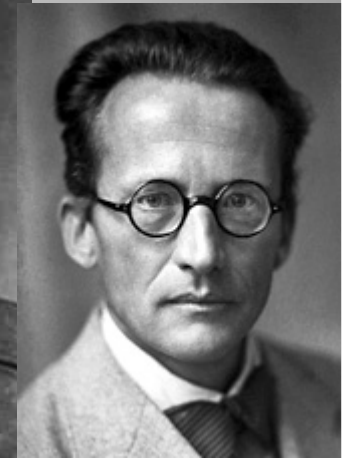
Maurice de Broglie



Niels Bohr



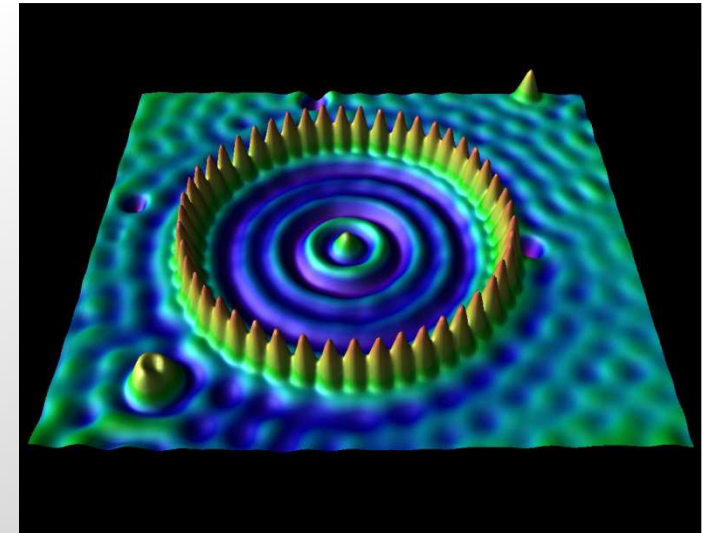
Werner Heisenberg



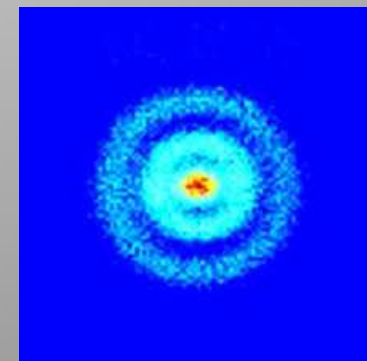
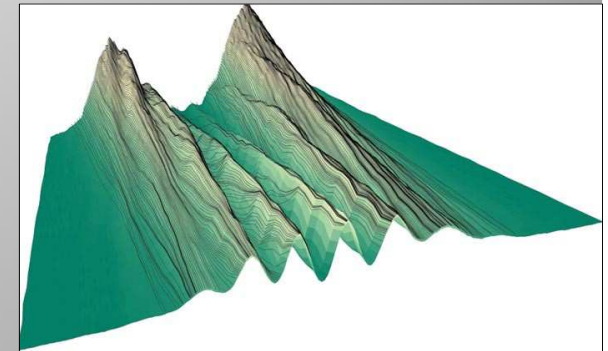
Erwin Schrödinger

# Mécanique quantique (suite)

- Les créateurs de cette nouvelle "théorie connaissaient bien sa non-réalité" (le "**tais-toi et calcule**" de Feynman).
- Les générations suivantes de chercheurs ont modifié cette attitude en **généralisant l'irréalité** de la MQ à l'univers .....
- Les objets de la MQ **commencent à devenir visibles** (atomes, orbitales, présence des particules....)



Ondes de présence  
(fentes d'Young)      Atome  
de fer



Orbitales de  
l'atome  
d'hydrogène



## Conclusion

- Il semble possible de définir une *notion de réalité*, relative à une "tranche" de l'univers, pour les objets et les théories.
- Il existe des théories *réelles* et d'autres *non-réelles (imaginées !)*
- L'*induction* sur les théories non-réelles peut conduire à des absurdités.
- Toujours privilégier l'*expérience* à l'imagination
- L'évolution de la technologie peut rendre visible l'invisible



**Certaines  
personnes  
pensent que la  
réalité n'existe  
pas.....**

**Pourtant,  
quelquefois,  
c'est une notion  
bien utile ...**

# Glossaire

- **Chose en soi**

- Il faut distinguer les choses telles qu'elles nous apparaissent comme phénomènes et telles qu'elles sont en soi. Nous ne connaissons que les phénomènes et non les choses en soi.
- La chose en soi est la face opaque et irreprésentable du phénomène.
- La chose en soi peut être pensée comme une réalité intelligible. Le concept que nous en formons s'appelle un noumène.