



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^e 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.



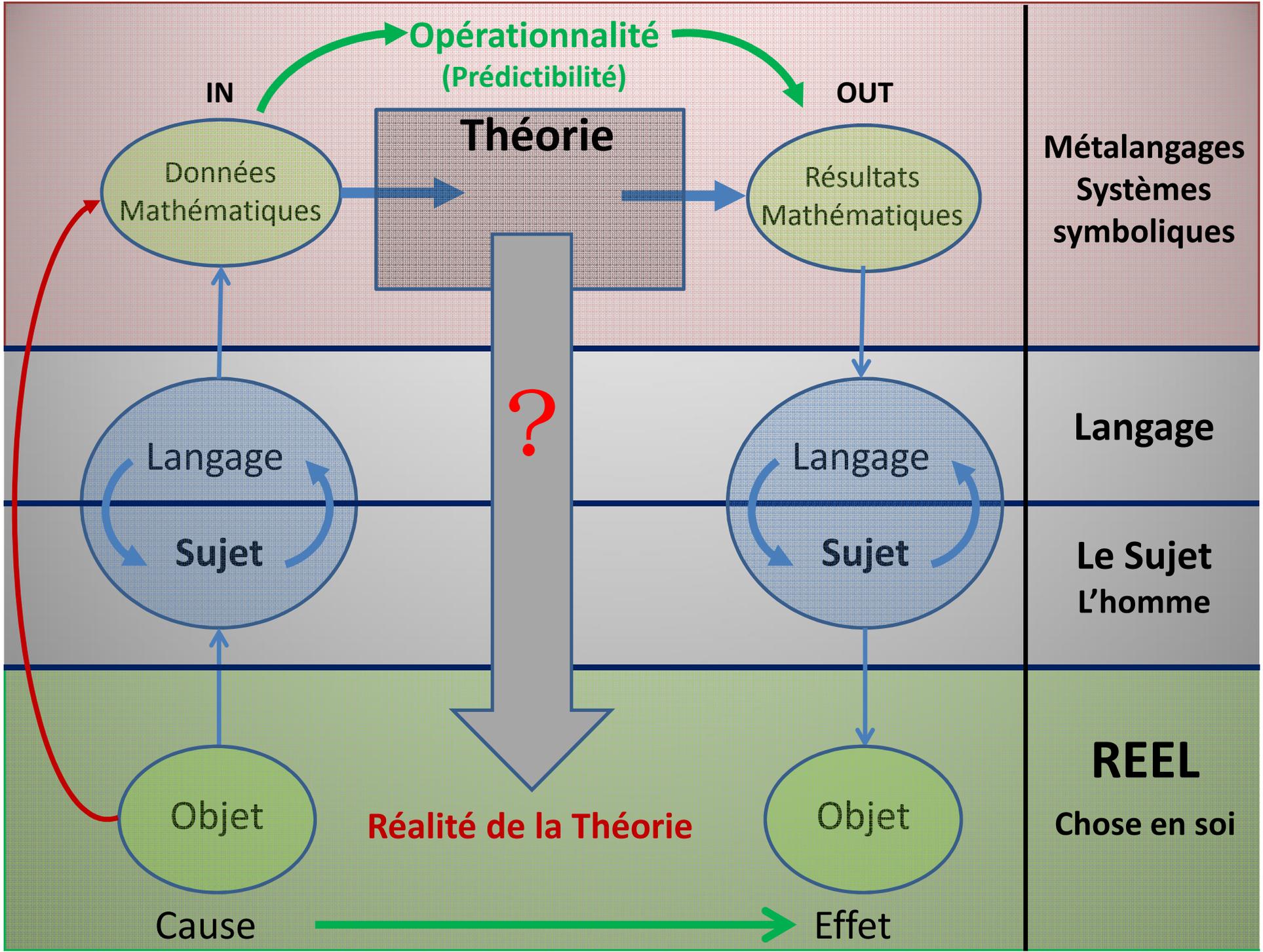
Quel réalisme pour les théories ?

- **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 :

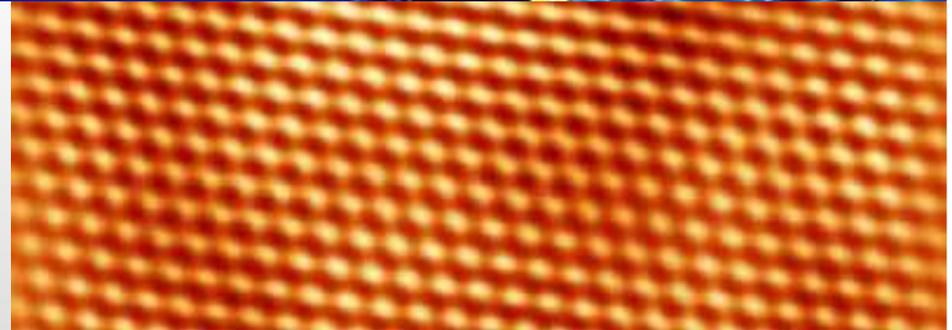
- La **connaissance totale** (d'une chose)
par ex. tous ses paramètres géométriques
- L'**opérationnalité** (d'une théorie ou d'un modèle)
par ex. la justesse de ses prédictions

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 Bitbol¹
- 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



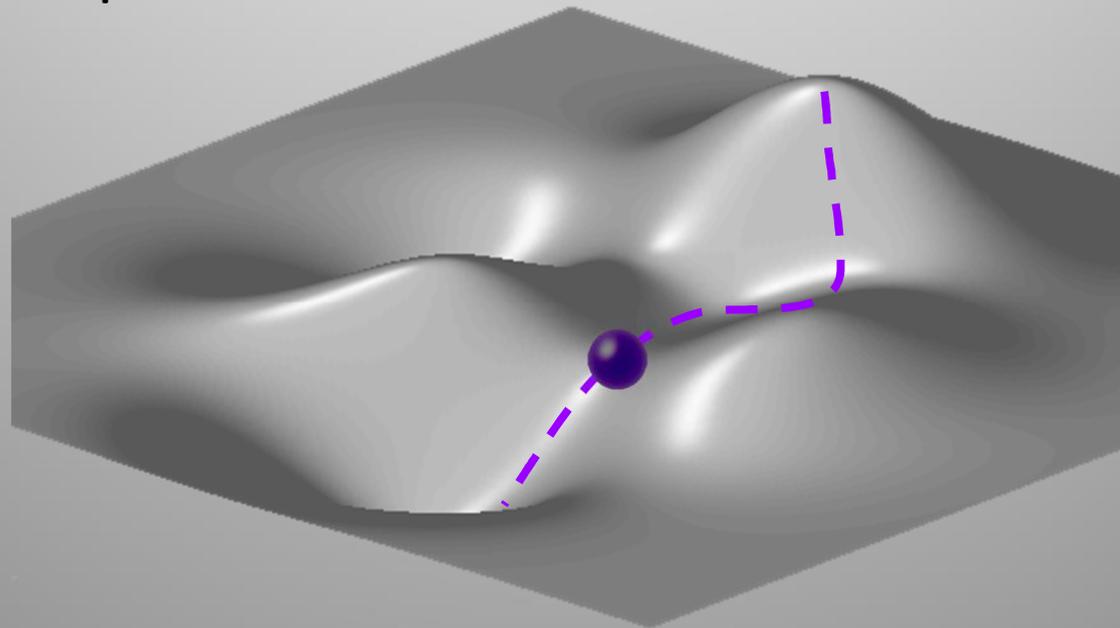
La notion de théorie

- 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 :

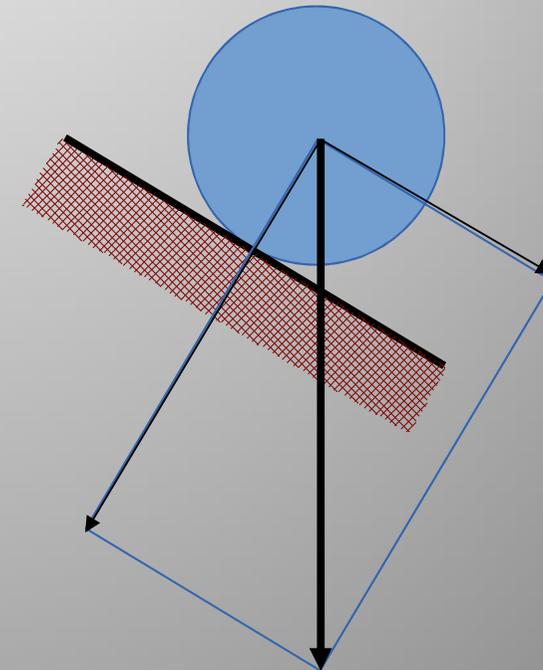
Une bille lâchée d'un point haut d'une surface bosselée, suit une trajectoire, sous l'effet de la **pesanteur**, pour atteindre un point bas.





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



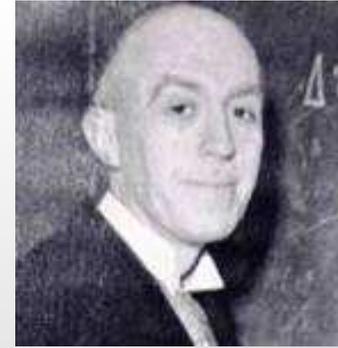
Exemple (suite 3) :

- 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^{èmes} 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**.



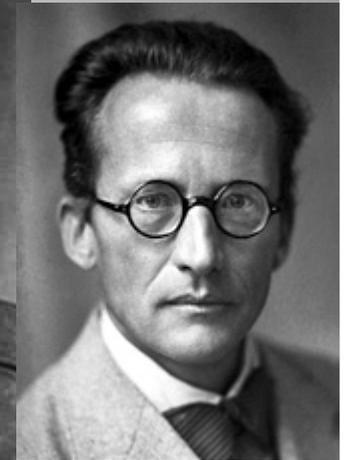
Maurice de Broglie



Niels Bohr



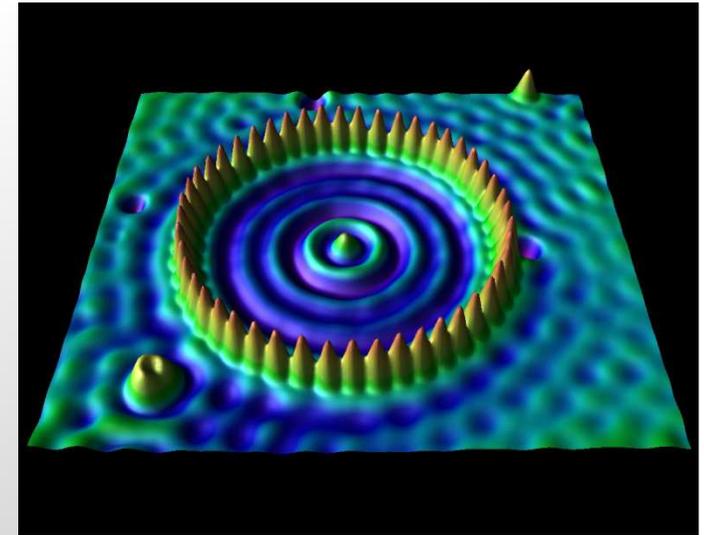
Werner Heisenberg



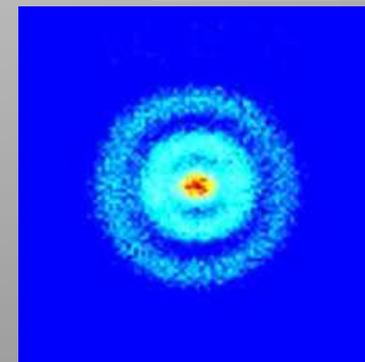
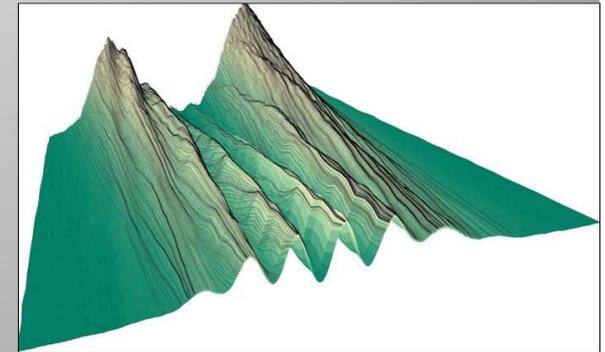
Erwin Schrödinger

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.