

## 5er course

### La réalisation final du rêve: la synthèse du ciel et de terre

Aujourd'hui, le miracle final ce réalise. Et c'est un anglais qui le réalise: Isaac Newton.

### Newton



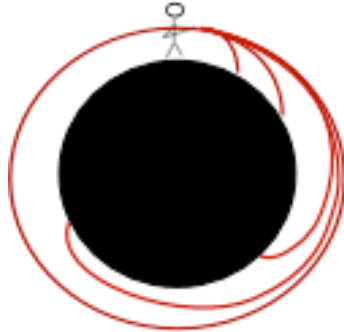
**Isaac Newton, 1643-172**

La première étonnant découverte de Newton:

information de Newton:

Kepler:	$T^2/R^3 = \text{constante}$	(aussi pour le satellites de Jupiter)
Galilée:	$g = 10 \text{ m/s}^2$	
Eratosthène	$R = 6370 \text{ Km}$	
Hipparque	$r = 60 R$	
Période lune	$T = 1 \text{ mois (29,7 jours)}$	

Il y a un dessin remarquable dans un des livres de Galilée: un objet lancé a une vitesse de plus en plus grande, retournerait au même point, après un tour de la terre.



Imagine qu'il y avait une deuxième « petite » lune, qui est en orbite autour de la terre, juste au dessus des montagnes. Quel serait sa période  $T_{\text{petite lune}}$  ?

Grâce a Kepler, on peut faire une calcul et le savoir:

$$(T_{\text{petite lune}})^2 / 1^3 = (1 \text{ mois})^2 / 60^3$$

ca donne :

$$T_{\text{petite lune}} = 5000 \text{ s}$$

Et l'accelleration ?

( Rappel que l' accelleration d'un mouvement circulaire est

$$x = R \sin(\omega t), \quad y = R \cos(\omega t)$$

$$\text{ou } \omega = 2\pi/T$$

$$v_x = R \omega \cos(\omega t), \quad v_y = -R \omega \sin(\omega t)$$

$$a_x = R \omega^2 \sin(\omega t), \quad a_y = R \omega^2 \cos(\omega t)$$

$$a^2 = R^2 \omega^4 = R^2 (2\pi/T)^4$$

$$\text{Donc } a = (2\pi^2 R / T^2)$$

Avec  $T = T_{\text{petite lune}} = 5000 \text{ s}$ , et  $R = \text{rayon de la Terre: } 6370 \text{ Km}$

On trouve :

$$a = 9.8 \text{ m/s}^2$$

ça s'est exactement l'accélération de gravité mesurée par Galilée !  
(comme nous avons vu en cours)

Donc l'accélération qui tient la lune sur son orbite est LA MEME des choses qui tombent sur la Terre !

*Supposez plusieurs lunes qui tournent autour de la terre, comme dans le système de Jupiter ou de Saturne ; les temps périodiques de ces lunes (par l'argument de l'induction) observeraient la même loi que Kepler a trouvé pour obtenir parmi les planètes. Si les plus bas de ces derniers étaient très petits, et étaient ainsi près de la terre, presque touchant les dessus des plus hautes montagnes, la force centripète serait égale aux poids de tous les corps terrestres qui devraient être trouvés sur les dessus de ces montagnes, comme le calcul précédent a montré. Par conséquent si la même petite lune est abandonnée par sa force centrifuge qui la porte, elle descendrait à la terre; et cela avec la même vitesse que les corps lourds tombent réellement avec sur les dessus de ces montagnes mêmes.*

*Ces deux forces, c'est-à-dire, la pesanteur des corps lourds, et les forces centripètes des lunes, les deux vers le centre de la terre, sont semblable et égal entre elles-mêmes, est donc (par la Rule I) ont une et la même cause. Et donc la force qui maintient la lune dans son orbite est la force que nous appelons généralement.*

*Newton, Principia, Scolium Prop IV, Theorem IV. Livre III.*

La force qui fait tomber les objets et la force qui garde les planètes et les satellites sur leurs orbites est la même. Newton appelle cette force "gravitation universelle", et, sur la base de la troisième loi de Kepler arrive à écrire la loi qui la gouverne:  $F = GMm/r^2$ .

Newton met tout ensemble, et construit un image du monde nouvelle:

- ce qui compte est accélération (non la vitesse) – Galilée.
- une force cause une accélération :  $F = ma$
- la force de gravité est la même qui fait tomber les choses et tourner les astres :  $F = G Mm/R^2$  (par symétrie)

donc: les lois du mouvement sont les mêmes en terre et dans le ciel ! et on les a trouvés !

Toute la solution du problème posé depuis 2000 ans !

$$F = ma$$

$$F = G Mm/R^2$$

En mettant ensemble la "mécanique céleste" de Kepler et la "mécanique terrestre" de Galilée, Isaac Newton trouve la loi fondamentale du mouvement de *tous* les corps:  $F=ma$ .

Si on part de ces deux équations, on obtient les paraboles de Galilée et les ellipses de Kepler, mais beaucoup plus que cela: sa théorie donne aussi toutes les corrections aux ellipses, due à l'interaction gravitationnelle entre planètes.

La théorie de Newton est la base de tout autre développement en mécanique (corps rigides, fluides...)  
Ces lois, en effet règle le mouvements de tous les chose qui tombent, de la lune des planètes, de satellites, de galaxies ...

Le « Principia » de Newton est livre extraordinaire: pratiquement pas d'erreurs.

Il permet de faire des "prédictions" sur *toutes* les choses en mouvement.

Il ne faut que trouver les équations des autres forces.

(Le programme pour les trouver ne s'achève que ce siècle: Force électromagnétique: Maxwell et Faraday, Forces nucléaires)

- un exemple concret:
- prédictions qualitatives: la période des oscillations

$$F = m (L \sin f g \sim m g f$$

$$a = d^2(Lf) / dt^2 = g f$$

$$d^2f / dt^2 = g/L f$$

$$f(t) = A \sin(\omega t) \text{ ou } \omega^2 = g/L.$$

$$T = 2\pi/\omega = 2\pi/\sqrt{g/L}$$

$$T^2 = 4\pi^2/g L = 3.94 L$$

for  $L = 1m$ ,  $T \sim 2s$ , donc  $T/2 \sim 1s$

exemple 2: on prédit le mouvement d'un vaisseau spatial, qui porte des hommes sur la lune. On met exactement la juste quantité de fuel dans le moteur.

Et cetera et cetera ..

( autres résultats de Newton:

- l'espace absolu.
- la notion de force.
- dérivées et intégraux (avec Leibniz))

Le système théorique de Newton se révèle d'une efficacité immense. Il est encore à la base d'une très grande partie de la science moderne et de ses applications.

● Après l'immense succès du Newtonianisme, et dans les siècles qui suivent, la méthode scientifique empirique - rationaliste - mathématique devient de plus en plus, et pour plus et plus des peuples, une référence idéale pour la recherche de la connaissance.

### **Autres développements**

La physique qui suit:  
Faraday et Maxwell,  
Bohr, Heisenberg et Dirac,  
Einstein.

Fin de l'histoire ? no!!

La mécanique de Newton est considérée pour trois siècles comme une théorie de base complète et finale du monde physique. Ce ne sont que sa forme mathématique et la liste des forces connues qui sont améliorées. Mais le long du XX siècle, les limites de la théorie de Newton sont découvertes, et deux théories plus générales et plus efficaces sont développées: la Relativité Générale d'Einstein, et la mécanique Quantique, de Heisenberg, Dirac et Schrödinger.

Ces développements du XX siècle montrent que la recherche de la connaissance est toujours ouverte et que la méthode *critique*, qui vise à remettre toujours en discussion toute certitude acquise, est encore la forme la plus efficace d'éviter des erreurs et de chercher la connaissance.

La route continue.

### **Conclusions**

(reprise des thèmes)

Qu'est ce que la science?

- abandon de préjugés faux
  - ouverture
  - certitude limitée
  - changement, évolution, dialogue, doute
  - la science est une vision du monde
- 
- rationalité, empirisme, mathématiques.
  - il existe un ordre mathématique des choses.

### **Arguments de discussion: Faut il arreter la science?**

Un histoire vrais:

$E = mc^2$  => énergie de la matière, la mécanique quantique, Bohr, l'idée de l'énergie nucléaire, la bombe (John Wheeler, la lettre de Einstein a Roosevelt, Bohr est nécessaire. la rencontre entre Bohr et Heisenberg. le message de Churchill, Los Alamos. Hiroshima et Nagasaki. Chirac)

Effets néfastes de la Science:

Exemples:

Amiant, armes, bombe atomique, autres ?

OGM, clonage. Qui décide ?

Arreter la science? arreter le savoir?

Les lois Americaines en Kansas et Californie contre l'enseignement du Darwinisme.

La peur de la Science.

Knowledge is a deadly friend, if no one set the rules ? (King Krimson)

Qui fait plus de dégâts: la connaissance ou l'ignorance?

## **Autres sujets de discussion**

**1.** Les descriptions scientifiques, sont elles "vrais"? Comment peuvent elle être vrais, si la science change? (exemple: le centre du monde est la terre, le soleil, ou rien?, le modèle de Copernic est il vrais? Et celui de Kepler? Et celui de Newton? (Einstein l'a changé). Ou est la vérité? Notion de domaine de validité. Notion de "description du monde efficace et fiable, dans un domaine de validité".

**2.** Effets de la science (que serait le monde sans?). Effet de la science sur la révolution industrielle et sur la qualité de vie. Sur la médecine.

**3.** - Responsabilité des scientifiques ?

- Qui doit décider: les scientifiques ou les politiciennes?

- Les OGM. Question ouverte.

- Les armes. La position des scientifiques.

- Les limites de la recherche. nécessité des limites.

**4.** Anti-scientisme contemporain.

Anti-darwinisme aux Etats Unis et Italie. Superstitions: astrologie, Phénomènes paranormaux.

Magies ...

- L'attitude: "Nous ne savons pas tout", donc tout est possible.

- ne pas se faire prendre dans les trappes.

**5.** Clonage: que veut dire clonage? Est ce que l' "âme", l'identité, est dans le ADN ?

Devoir facultatif: choisir un de ces thèmes. écrire un bref essai en défendant une position.

## Résumé 5

- En mettant ensemble la "mécanique céleste" de Kepler et la "mécanique terrestre" de Galilée, Isaac Newton trouve la loi fondamentale du mouvement de *tous* le corps:  $F=ma$ .
- Il découvre que la force qui fait tomber les objets et la force qui garde les planètes et les satellites sur leurs orbites est exactement la même. Il appelle cette force la "gravitation universelle", et, sur la base de la troisième loi de Kepler arrive à écrire la loi qui la gouverne:  $F=GMm/r^2$ .
- Le calcul qui l'amène à cette conclusion est la comparaison de l'accélération de la lune avec l'accélération mesurée par Galilée, via la troisième loi de Kepler. Tous ces ingrédients sont des conséquences directes de la découverte de Copernic; et donc des conséquences indirectes du succès de l'ancienne astronomie Grecque et Alexandrine.
- Le système théorique de Newton se révèle d'une efficacité immense. Il est encore à la base d'une très grande partie de la science moderne enseignée à l'Université, et de ses applications.
- Après l'immense succès du Newtonianisme, et dans les siècles qui suivent, la méthode scientifique empirique - rationaliste - mathématique devient de plus en plus, et pour plus et plus des peuples, une référence idéale pour la recherche de la connaissance. C'est un héritage majeur que l'ancienne civilisation grecque et l'Europe moderne apportent à la civilisation planétaire qui est en train de se construire.
- La mécanique de Newton est considérée pour trois siècles comme une théorie de base complète et finale du monde physique. Ce ne sont que sa forme mathématique et la liste des forces connues qui sont améliorées. Mais le long du XX siècle, les limites de la théorie de Newton sont découvertes, et deux théories plus générales et plus efficaces sont développées: la Relativité Générale d'Einstein, et la mécanique quantique de Heisenberg, Dirac et Schrödinger.
- Les développements du XX siècle montrent que la recherche de la connaissance est toujours ouverte et que la méthode *critique*, qui vise à remettre toujours en discussion toute certitude acquise, est encore la forme la plus efficace d'éviter des erreurs et de chercher la connaissance. La route continue.

## Questions :

1. Résumez en deux ou trois pages le parcours intellectuel des idées, des observations et des développements théoriques, qui ont amené à la science moderne. Lesquelles vous semblent les idées clés, et les passages les plus importants?
2. Pourquoi la science s'est développée dans le monde grecque et européen, et non pas dans d'autres civilisations, comme par exemple en Chine, Inde, ou le monde Arabe, civilisations qui ont pourtant développé et passé au reste du monde des avancées sociales, technologiques et mathématiques majeures? Est-ce que la domination Européenne sur l'entière planète, qui s'est établie le long des trois derniers siècles (et qui est en train de terminer), peut être une *cause*, ou

bien une *conséquence*, ou bien un *phénomène avec les même causes*, du développement de la science en Europe?

**3.** Le développement scientifique, rapide dans la période Grecque, a fortement ralenti pour presque mille ans. Dans cette période, la confiance dans l'approche rationnel à la connaissance avait été abandonné, beaucoup des connaissances anciennes été perdues, la bibliothèque d'Alexandrie, custode du savoir ancien, à brûlé. Est ce que vous pensez qu'une phénomène analogue pourrait se produire aujourd'hui? Y a-t-il des signes d'une diminution de la confiance de la société dans la science? Y a-t-il des risques de retourné à l'irrationalisme ?