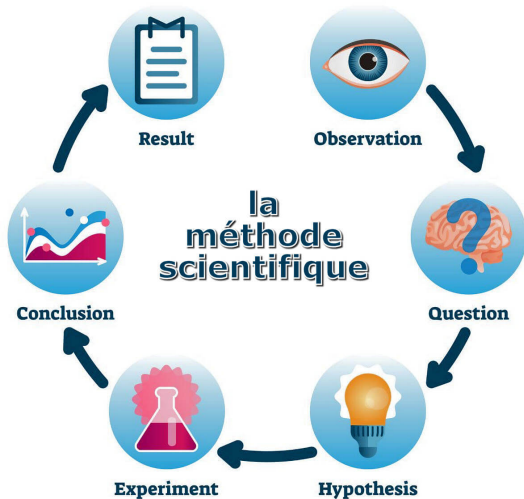


La science historique et expérimentale

LSC1120A
séance 6

« La » méthode scientifique



www.aquaportail.com

« La » méthode scientifique



« La » méthode scientifique

SCIENTIFIC METHOD

PURPOSE

State the problem.

RESEARCH

Find out about the topic.

HYPOTHESIS

Predict the outcome to the problem.

EXPERIMENT

Develop a procedure to test the hypothesis.

ANALYSIS

Record the results of the experiment.

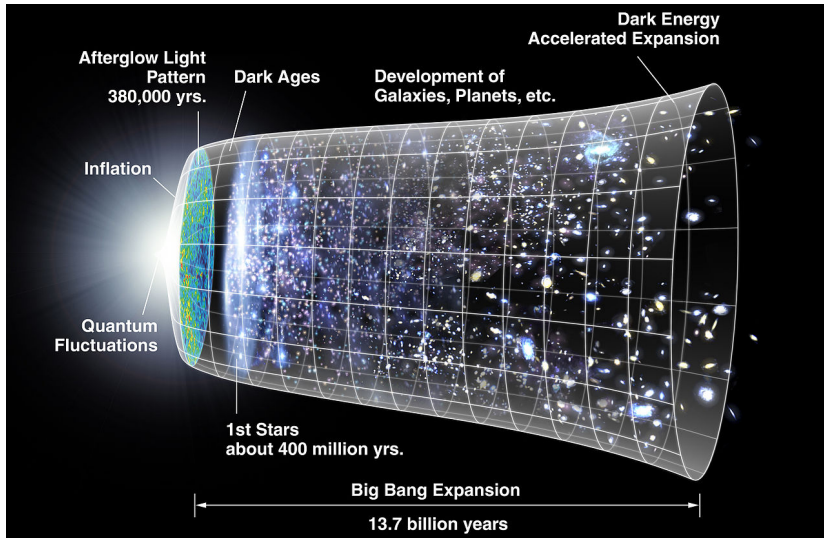
CONCLUSION

Compare the hypothesis to the experiment's conclusion.

L'extinction des dinosaures



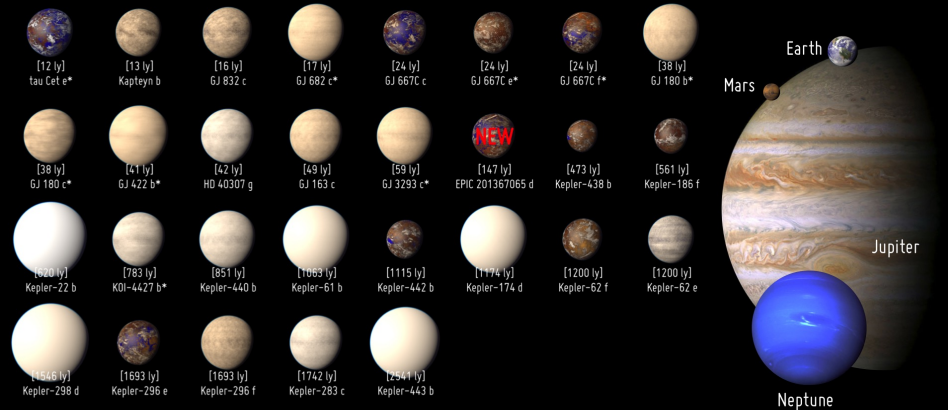
Le « big bang »



Les exoplanètes

Potentially Habitable Exoplanets

Ranked by Distance from Earth (light years)



Artistic representations. Earth, Mars, Jupiter, and Neptune for scale. Distance is between brackets. Planet candidates indicated with asterisks.

CREDIT: PHL @ UPR Arcibo (phl.upr.edu) January 16, 2015

Science expérimentale vs. science historique

- Science expérimentale
 - produire des conditions contrôlées et tester des hypothèses
- Science historique
 - expliquer les phénomènes historiques par biais des causes qu'on ne peut pas créer expérimentalement



Contre l'histoire



Contre l'histoire



Comparons les deux

Maintenant : **Discutons quelques exemples** des sciences historiques et sciences expérimentales.



L'histoire naturelle

Pourtant, entre XVIe et XVIIIe siècle, l'histoire naturelle est un savoir socialement et culturellement dominant qui, en outre tient un rôle essentiel et précoce dans le développement des pratiques empiriques ordinairement associées à la « révolution scientifique ». (Bourguet et Lacour, 255)



L'histoire naturelle

[Le naturaliste] distingue par la vue les parties des corps naturels, il les décrit convenablement selon le nombre, la figure, la position et la proportion, et il les nomme. (Linné 1756)



L'histoire naturelle



Les cabinets de curiosités

Les collections sèches sont enfermées dans des cabinets, dont la première forme est le cabinet de curiosités, apparu en Europe à la fin du XVI^e siècle. [...] Les curiosités naturelles sont des objets remarquables soit par leur rareté, soit par leur étrangeté parfois merveilleuse, soit parce qu'ils jouent sur les limites entre les catégories et les règnes... (Bourguet et Lacour, 264)



Collectionner au Muséum

[Les scientifiques étaient demandé] d'encoder les choses selon une grille aux multiples variables, pour les insérer dans une grande machinerie administrative qui permettrait tout à la fois de tracer la migration des objets d'une collection à l'autre et de les redistribuer dans des classifications nouvelles. (Bourguet et Lacour, 267)



Collectionner et publier

3766

PLATE CCCCXVII



Shoveller Ducks
ANAS CYPTRATA. L.
Male. Female.

Robert Gould and Henry Gould, 1851

Classification

Sans doute, il étoit indispensable de *classer* les productions de la nature, et d'établir parmi elles différentes sortes de divisions, telles que des classes, des ordres, des familles et des genres; enfin, il falloit déterminer ce qu'on nomme des *espèces*, et assigner des noms particuliers à ces divers genres d'objets. Les bornes de nos facultés l'exigent, et il nous faut des moyens de cette sorte pour nous aider à fixer nos connoissances sur cette multitude prodigieuse de corps naturels que nous pouvons observer, et qui sont infiniment diversifiés entre eux.



Classification

Mais ces classifications, dont plusieurs ont été si heureusement imaginées par les naturalistes, ainsi que les divisions et sous-divisions qu'elles présentent, sont **des moyens tout-à-fait artificiels**. Rien de tout cela, je le répète, ne se trouve sans la nature... (Lamarck 1809, 20-21)



...à nos jours

Un étudiant en histoire naturelle, ou naturaliste, étudie le monde en observant directement les plantes et les animaux. Parce que les organismes sont fonctionnellement inséparables de l'environnement dans lequel ils vivent et parce que leur structure et leur fonction ne peuvent être interprétées de manière adéquate sans connaître une partie de leur histoire évolutive, l'étude de l'histoire naturelle englobe l'étude des fossiles ainsi que des aspects physiographiques et autres de l'environnement physique. (Bartholomew 1986, 326)



...à nos jours

Les véritables obstacles à l'histoire naturelle...incluent une technophilie excessive, un manque de financement pour la découverte et la recherche descriptive, le pouvoir des subventions pour façonner les programmes universitaires, l'élitisme de la part de certains biologistes, une pénurie de revues publiant des études axées sur l'organisme et l'éclipse généralisée de la diversité biologique elle-même en programmes de l'éducation secondaire et de premier cycle. (Greene 2005, 26)



Autres exemples

- L'astronomie (formation des étoiles, nature des trous noirs, etc.)
- La paléontologie (impact d'un astéroïde pour l'extinction des dinosaures, etc.)
- La géologie (processus géologiques à grande échelle, etc.)



L'autre côté : la science expérimentale

Cas classique : l'expérience de Galilée



Théories du mouvement

On aimerait comprendre le comportement des corps en chute libre. On a déjà plusieurs théories :

- $x \propto t^2$ (Galilée, *accélération* constante)
- $x \propto t$ (Mersenne, *vitesse* constante)
- $x \propto \binom{t}{2} = t^2 - t$ (Honoré Fabri)
- $x \propto 2^t$ (Pierre le Cazre)
- *aucune* loi générale (Descartes)

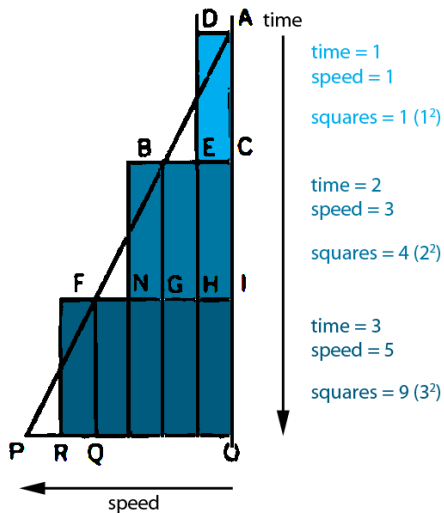


Le plan incliné de Galilée

...il serait donc opportun, me semble-t-il, pour m'éclairer et aussi tous ceux qui pensent comme moi, de rapporter maintenant l'une de ces nombreuses expériences qui, avez-vous dit, concordent de différentes manières avec les conclusions démontrées. (Galilée)



Le plan incliné de Galilée



Le plan incliné de Galilée

...dans ces expériences répétées une bonne centaine de fois, nous avons toujours trouvé que les espaces parcourus étaient entre eux comme les carrés des temps (Galilée)

$x \propto t^2$ (*accélération constante*)



Théoriser la distinction

Comment pourrions-nous bien **expliquer** la différence entre cette science historique et la science expérimentale ?



Une expérience

- H : l'hypothèse qu'on veut tester
- C : quelques conditions qu'on peut produire dans le laboratoire
- E : un effet qui peut arriver à la fin de l'expérience
- T : une « énoncé de test » qui est dérivé de notre théorie, comme « si vous faites C , vous allez produire E »



Une expérience

Pour le cas du plan incliné :

- H : accélération constante des corps en chute libre
- C : le plan incliné et les distances de chute (x)
- E : le temps écoulé (t) et sa proportion avec la distance
- T : si la théorie de Galilée a raison, alors $x \propto t^2$



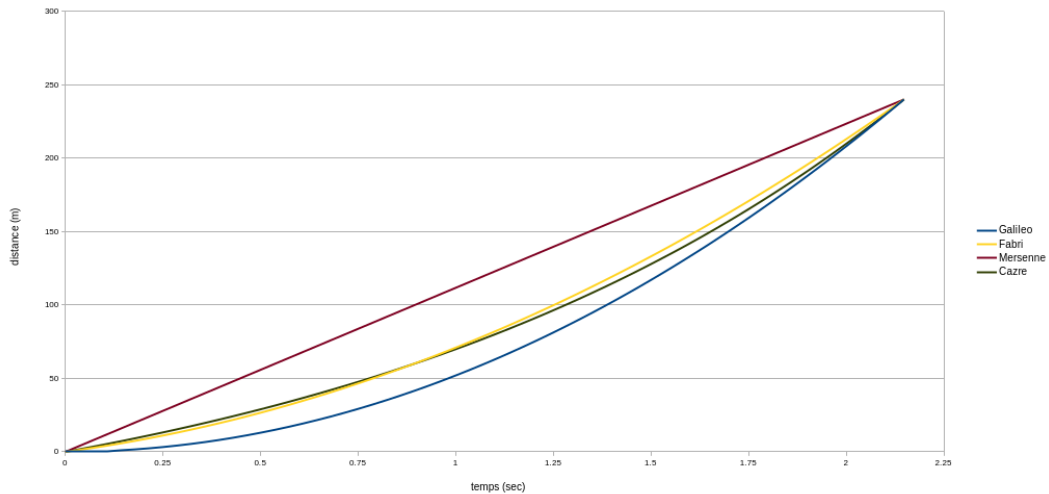
L'inductivisme

Si l'on parvient à produire E , ça nous donne une preuve en faveur de H . Si l'on fait assez d'expériences, on aura beaucoup de preuves de H , et tout le monde devrait alors l'accepter.

Problème : Aucun montant de preuves ne peut vous rendre *certain* que H est correct et une autre théorie ne l'est pas. Il reste *très* difficile de construire une « méta-théorie » qui nous dit quand une preuve confirme H ou quand elle le réfute.



L'inductivisme



Le falsificationnisme

Si l'on ne parvient *pas* à produire E , on connaît alors que H n'est pas correct. Si H survit plusieurs épreuves, on commence à croire qu'il est correct.

Problème : Quelle partie de notre théorie doit-on rejeter ? Et comment expliquer que les scientifiques, en général, n'agissent pas comme ça ?



La pratique expérimentale

Deux aspects communs :

- ❶ Répéter l'expérience beaucoup de fois, en changeant les conditions initiales
- ❷ Faire des contrôles positifs et négatifs

Pourquoi ? Afin d'éviter des **faux positifs et faux négatifs**. (Rappel : notre discussion du risque inductif.)



Les sciences historiques

- Rien qui correspond au falsificationnisme
- Simulations numériques n'aident pas



Inférence à la meilleure explication

Peut-on trouver un « pistolet fumant » qui « préfère » une de nos hypothèses aux autres ?



Inférence à la meilleure explication

- Les formes d'Afrique et d'Amérique du Sud sont similaires
- Les formations géologiques et les fossiles y sont similaires
- Il existe des arêtes sous-marines dans plusieurs océans
- Le fond de l'océan, en général, est géologiquement jeune
- Les isles pacifiques sont créés par un système des volcans et fosses

Tous ces phénomènes peuvent être expliqués par la dérive des continents.



Le « pistolet fumant »

Il existe des rayures alternants de magnétisme au fond de l'océan. **Aucune autre théorie** de la formation des continents n'expliquerait un tel phénomène, sans être changée de façon importante.

C'est le « pistolet fumant » qui peut nous pousser, enfin, à préférer cette théorie en comparaison avec toute autre théorie connue.



Le « pistolet fumant »

Un autre exemple : pour l'extinction des dinosaures, la couche d'iridium déposée par l'astéroïde il y a 65Ma.



Les deux en même temps ?

[La biologie] relevait à la fois de la « science », au sens fort que ce terme a pris à l'époque moderne — une connaissance capable d'atteindre des lois —, et de « l'histoire » — une connaissance qui rend les phénomènes intelligibles en les ordonnant dans une série temporelle indéfinie de causes et d'effets. (Gayon 2005, 56)



La conclusion

Pour certains types de phénomènes, nous savons **manipuler les causes** ici et maintenant, et puis regarder ce qui se passe dans l'avenir (sciences expérimentales).

Par contre, pour d'autres phénomènes, nous ne savons que **regarder les effets** des causes antérieures, et puis tenter de trouver des théories qui peuvent les expliquer (sciences historiques).



La conclusion

C'est, en général, **impossible** de dire que l'une de ces méthodes est supérieure à l'autre.

Il faudra toujours ces deux types de science, sauf si l'on veut abandonner l'étude de tout cette classe de phénomènes naturels.

