

# **Histoire des Sciences et Nature de la Science autour de l'âge de la Terre : aspect didactique, ressources et pistes pédagogiques**

Atelier Atelier 1b - Âge de la Terre -  
(histoire des sciences)  
Séminaire « Enjeux du nouvel enseignement  
scientifique »

Rénald Estavoyer,  
Enseignant de Sciences de la Vie et de la Terre, Académie de Créteil  
[renald.estavoyer@ac-creteil.fr](mailto:renald.estavoyer@ac-creteil.fr)



*“Les controverses historiques sont révélatrices des grandes questions scientifiques auxquelles s’est confrontée la communauté scientifique. En conséquence elles sont porteuses d’enjeux épistémologiques en cernant les différentes problématisations construites par les communautés scientifiques. Elles offrent aussi des instantanés historiques d’une dynamique intellectuelle où problématisation et obstacles épistémologiques ont pu interagir.”*

Patricia Crépin-Obert, Construction de problèmes et obstacles épistémologiques à propos du concept de fossile : étude épistémologique comparative entre des situations de débat à l’école primaire et au collège et des controverses historiques du XVIIe au XIXe siècle (2010), p. 70 - 71.



# L'image de la science et la compréhension de l'élaboration des connaissances scientifiques...

Dessine une personne dont le métier est de faire de la science :



Nom et Prénom : Florian Date : \_\_\_\_\_

**Année scolaire 2014 – 2015**

Dessin de Florian, année 2014/2015,  
publié sur [www.fondation-lamap.org/  
fr/page/27775/questionnaire-queles-  
sont-les-idees-des-eleves-au-sujet-  
de-la-science](http://www.fondation-lamap.org/fr/page/27775/questionnaire-queles-sont-les-idees-des-eleves-au-sujet-de-la-science)



scientifique



Web

**Images**

Actus

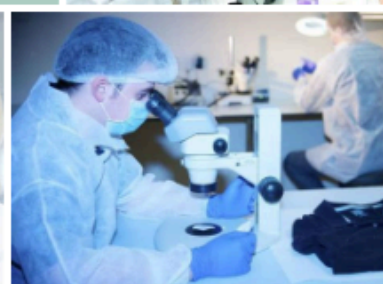
Vidéos

Maps

Plus

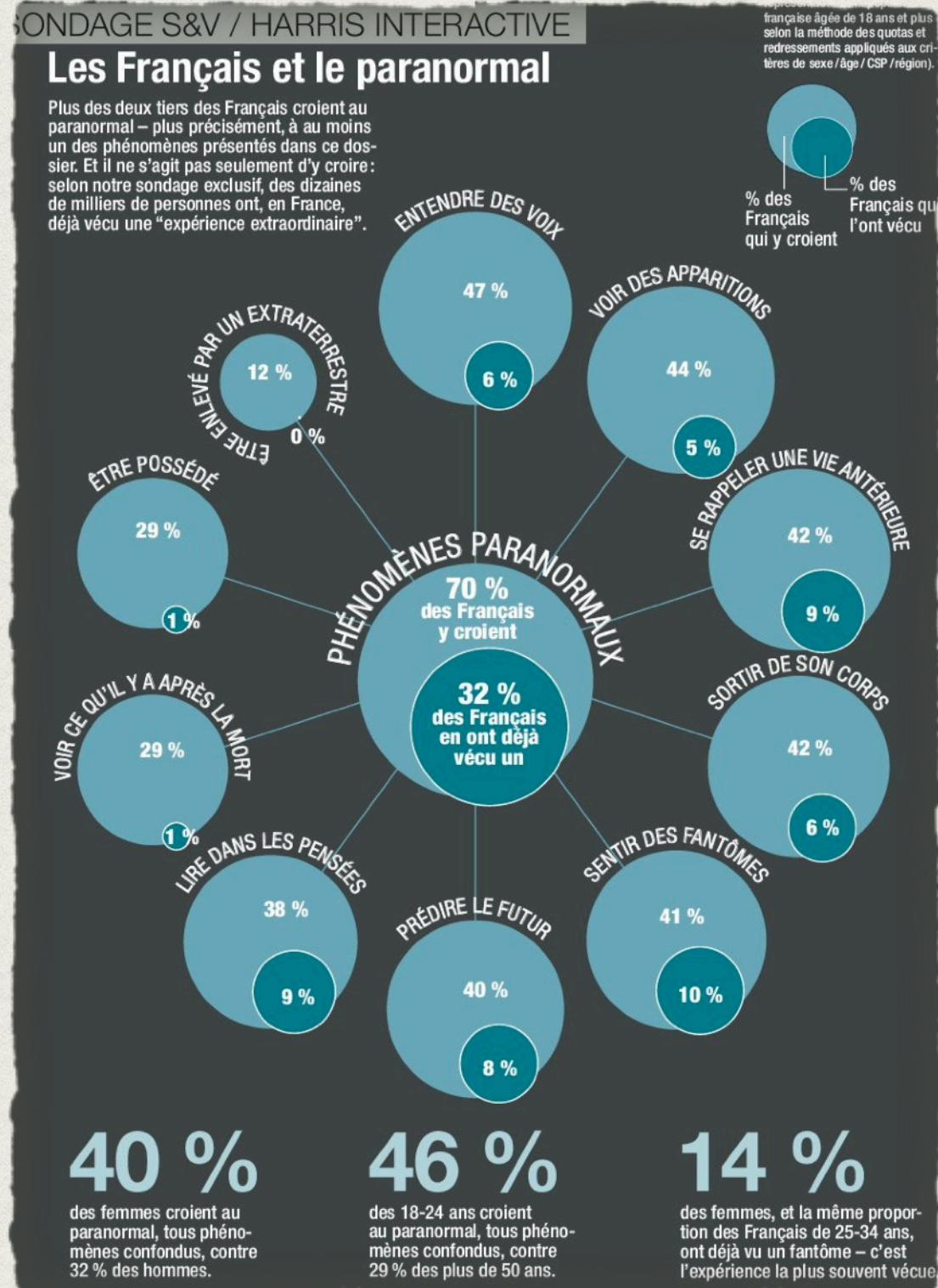
Filtres

Paramètres





# Science, croyance et pseudosciences ?



« Si nous enseignons que les résultats et les produits de la science, aussi utiles et inspirants soient-ils, sans communiquer sa méthode critique, comment la personne moyenne peut-elle distinguer la science de la pseudoscience ? »

Sagan, 1996, p. 21

## Rejet des connaissances scientifiques ?



# Une vision naïve et non réaliste de la science et de l'activité scientifique...

Travaux en didactique (Lederman, 1992, 1999 ; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 ; Maurines & Beaufils, 2011 ; Maurines, Gallezot, Ramage, & Beaufils, 2013) montrent que la société civile dans son ensemble mais également les enseignants de sciences, les étudiants et élèves ont une vision fausse et non réaliste de la science et de l'activité scientifique :

- le mythe de la méthode scientifique unique ;
- l'idée que les connaissances scientifiques sont non provisoires ; que les données permettent de prouver la vérité ;
- il n'y a pas de facteurs personnels, sociaux ou culturels qui interviennent dans la production de savoirs scientifiques ;
- les expériences par manipulation sont nécessaires pour produire des connaissances scientifiques ;
- la théorie scientifique n'est qu'une idée du fonctionnement de quelque chose ;
- les lois scientifiques ne peuvent pas changer ;
- l'imagination et la créativité ne sont pas nécessaires pour la production de modèles et de théories.



# La nature de la science dans son contexte plus global

**American Association for the Advancement of Science (AAAS)**  
: promotion d'une culture scientifique appelée “**scientific literacy**”

=> ce que « *le grand public doit savoir sur la science* » (Durant, 1993, p. 129).

« Project 2061 » de « Science for All Americans » de la AAAS.

=> « *dix thèmes importants pour le développement des sciences* » (Maurines & Beaufils, 2011, p. 277)

**Ces thèmes peuvent être traduits en objectifs d'apprentissage  
d'ordre épistémologique.**

*La didactique en a fait un objet d'étude : la Nature of Science.*



# La NoS et ses enjeux

- Sont transmises de manière inconsciente...
- Font partie intégrante de la culture scientifique....
- Permettent de répondre à différents enjeux éducatifs (Maurines, Gallezot, Ramage, & Beaufils, 2013, p. 20), Driver *et al* (1996) en distinguent 5 : :

D ' a p r è s  
(Lederman, 1992,  
1999 ; Abd-El-Khalick  
& Lederman, 2000 ;  
Maurines & Beaufils,  
2011 ; Maurines,  
Gallezot, Ramage, &  
Beaufils, 2013

- « l'enjeu utilitaire (**donner du sens à la science** et maîtriser les objets et processus technologiques dans la vie quotidienne),
- l'enjeu démocratique (prendre des décisions informées sur des **questions socio-scientifiques**),
- l'enjeu culturel (apprécier **la valeur de la science** comme faisant partie de la culture contemporaine), (...)
- l'enjeu d'apprentissage (faciliter **l'apprentissage** d'une discipline scientifique). »

« le défi d'une culture scientifique citoyenne pour tous » (Ibid.)



# Les caractéristiques de la NoS



# Les caractéristiques de la NoS

« comme le souligne Lederman (2007), si l'on s'intéresse à l'image de la nature des sciences que tout citoyen doit posséder pour être capable de comprendre et d'agir dans un monde où les sciences et les techniques ont une place prépondérante [...] il doit être possible de trouver un accord sur un certain nombre de caractéristiques des sciences »

(Maurines & Beaufils, 2011, p. 280).



# Les caractéristiques de la NoS

Créativité

Empirisme

Provisoire

Engagement  
théorique

Mythe de la méthode  
scientifique unique

Inférences

Théories  
scientifiques

Lois scientifiques

Insertion sociale et  
culturelle de la  
science

Sociale



# Les caractéristiques de la NoS

**Tableau 1 : différents aspects et dimensions de la Nature de la Science (NoS) décrits par Abd-El-Khalick (2012) mis en lien avec des objectifs épistémologiques (dont certains proposés par Maurines et Beaufils (2011)).**

Aspects et dimensions de la NoS décrits par Fouad Abd-El-Khalick (2012, p. 357 – 358) Traduits de l'anglais.		Objectifs épistémologiques qui permettent de caractériser l'activité scientifique
Aspects	Dimensions	
<b>Empirisme</b>	Les explications scientifiques sont produites en cohérence avec des observations de phénomènes naturels. Les scientifiques n'ont pas d'accès « direct » aux phénomènes naturels, leurs observations sont presque toujours « filtrées » par la perception humaine et influencée par le fonctionnement des instruments « scientifiques » et interprétées dans un cadre théorique déjà élaboré.	<p>Comprendre que les explications scientifiques sont produites en cohérence avec des observations de phénomènes naturels.</p> <p>Comprendre que les connaissances scientifiques sont produites dans un cadre théorique déjà élaboré.</p>
<b>Inférences</b>	Il existe une distinction cruciale entre l'observation et l'inférence. Les observations sont des énoncés descriptifs sur les phénomènes naturels accessibles aux sens (et à leurs prolongements) et à propos de laquelle les observateurs peuvent parvenir à un consensus avec une relative facilité. Les inférences sont des déclarations sur des phénomènes qui ne sont pas directement accessibles aux sens. La plupart des constructions scientifiques sont produites par inférence dans le sens où elles ne sont être que accessibles directement.	<p>Comprendre que les connaissances scientifiques sont construites à partir de données empiriques.</p> <p>Comprendre que les connaissances scientifiques nécessitent de distinguer d'une part les observations et d'autre part les inférences qui en sont faites.</p>



## **Aspect : Provisoire**

**Dimensions :** Le savoir scientifique est fiable et durable mais jamais absolu et certain. Toutes les catégories de connaissances (“faits”, théories, lois...) sont susceptibles de changer. Les explications scientifiques changent par l'apport de nouvelles preuves, rendues possibles par des avancées conceptuelles ou technologiques qui permettent une réinterprétation des preuves existantes à la lumière des nouvelles idées, par des changements de cadre théoriques explicatifs ou en raison des changements sociaux et culturels ou des choix de direction des programmes de recherche.

### **Objectifs d'apprentissage :**

- Comprendre que les connaissances ont évolué au cours du temps (par continuité et ruptures) : le savoir scientifique est donc fiable et durable mais jamais absolu et certain.
- Comprendre que des difficultés conceptuelles ont été rencontrées à une époque donnée.
- Comprendre que les explications scientifiques changent par l'apport de nouvelles preuves, rendues possibles par des avancées conceptuelles ou technologiques qui permettent une réinterprétation des preuves existantes à la lumière des nouvelles idées.



## **Aspect : Théories scientifiques**

**Dimensions :** Les théories sont des systèmes explicatifs bien établis, hautement justifiés et en cohérence interne. Elles rendent compte d'une quantité importante d'observations indépendantes dans plusieurs domaines de recherche, génèrent des questions et problèmes de recherche et guident la réalisation de recherches futures. Les scientifiques produisent à partir des théories des prédictions testables qui permettront de vérifier la validité de la théorie en les confrontant avec les observations. Une cohérence entre les prédictions et les observations réalisées permettent d'augmenter la confiance dans la théorie testée.

### **Objectifs d'apprentissage :**

- Comprendre que les connaissances scientifiques obéissent à des critères de confrontation avec les faits d'observation et d'expérimentation, de cohérence interne, de simplicité et de puissance.



## Aspect : Empirisme

**Dimensions** : Les explications scientifiques sont produites en cohérence avec des observations de phénomènes naturels. Les scientifiques n'ont pas d'accès « direct » aux phénomènes naturels, leurs observations sont presque toujours « filtrées » par la perception humaine et influencée par le fonctionnement des instruments « scientifiques » et interprétées dans un cadre théorique déjà élaboré.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les explications scientifiques sont produites en cohérence avec des observations de phénomènes naturels.
- Comprendre que les connaissances scientifiques sont produites dans un cadre théorique déjà élaboré.

## Aspect : Inférences

**Dimensions** : Il existe une distinction cruciale entre l'observation et l'inférence. Les observations sont des énoncés descriptifs sur les phénomènes naturels accessibles aux sens (et à leurs prolongements) et à propos de laquelle les observateurs peuvent parvenir à un consensus avec une relative facilité. Les inférences sont des déclarations sur des phénomènes qui ne sont pas directement accessibles aux sens. La plupart des constructions scientifiques sont produites par inférence dans le sens où elles ne sont être que accessibles directement.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances scientifiques sont construites à partir de données empiriques.
- Comprendre que les connaissances scientifiques nécessitent de distinguer d'une part les observations et d'autre part les inférences qui en sont faites.

## Aspect : Théories scientifiques

**Dimensions** : Les théories sont des systèmes explicatifs bien établis, hautement justifiés et en cohérence interne. Elles rendent compte d'une quantité importante d'observations indépendantes dans plusieurs domaines de recherche, génèrent des questions et problèmes de recherche et guident la réalisation de recherches futures. Les scientifiques produisent à partir des théories des prédictions testables qui permettront de vérifier la validité de la théorie en les confrontant avec les observations. Une cohérence entre les prédictions et les observations réalisées permettent d'augmenter la confiance dans la théorie testée.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances scientifiques obéissent à des critères de confrontation avec les faits d'observation et d'expérimentation, de cohérence interne, de simplicité et de puissance.

## Aspect : Lois scientifiques

**Dimensions** : En général, les lois sont des déclarations descriptives des relations entre les phénomènes observables. Les théories sont des systèmes explicatifs pour des phénomènes observables ou des régularités dans ces phénomènes. Contrairement à la croyance commune, selon laquelle les théories et les lois ne sont pas hiérarchiquement du même niveau (la vision naïve est que les théories deviennent des lois lorsque les éléments de preuves seraient « suffisants » ou que les lois ont un statut plus élevé que les théories, les théories et lois sont des types différents de connaissances et l'une ne devient pas l'autre. Les théories sont aussi légitimes que les lois en tant que production scientifique.

### Objectifs d'apprentissage :

- Distinguer les fonctions et relations entre les théories et les lois scientifiques.
- Comprendre que les théories et lois sont des types différents de connaissances et l'une ne devient pas l'autre.

## Aspect : Créatif

**Dimensions** : Bien que nécessairement rationnelle à plusieurs égards et mise en place systématiquement, l'investigation scientifique ne peut être réduite à une activité purement rationnelle et systématiquement mise en place. La production de connaissances scientifiques implique une créativité humaine dans le sens où des scientifiques inventent des explications et des modèles théoriques. La créativité est impliquée à tous les stades de l'investigation scientifique, y compris avant, pendant et après la collecte de données, et est particulièrement pertinente pour interpréter les données et générer des conclusions à partir de ces données.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances scientifiques sont le produit de l'imagination et de la créativité humaine : la créativité est impliquée à tous les stades de l'investigation scientifique.

## Aspect : Engagement théorique

**Dimensions** : Les cadres théoriques dans lesquels les scientifiques sont engagés, les croyances, connaissances antérieures, formation et attentes des scientifiques influent sur leur travail. Ces facteurs influent sur le choix des questionnements scientifiques et sur les méthodes d'investigation, les observations et l'interprétation de ces observations. Cette individualité (parfois collective) influence la construction des connaissances scientifiques. Contrairement à la croyance commune, la science commence rarement par des observations neutres, les observations sont toujours motivées et guidées et faites par rapport aux questions et problèmes produits dans un certain cadre théorique.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les scientifiques sont engagés dans un cadre théorique qui influence leur activité et leur questionnement.

## Aspect : Sociale

**Dimensions** : Le savoir scientifique est négocié socialement dans le sens où la communication et la critique au sein de l'entreprise scientifique permettent d'améliorer l'objectivité des connaissances scientifiques partagées en diminuant l'impact individuel, l'idiosyncrasie et la subjectivité. Le processus d'examen par les pairs en double aveugle par les revues scientifiques est un aspect de la promulgation de ces dimensions de la NOS.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que l'activité scientifique est le lieu de controverses.
- Comprendre qu'un scientifique ne travaille pas seul mais au sein d'une communauté qui contribue au contrôle des savoirs scientifiques construits.

## Aspect : Insertion sociale et culturelle de la science

**Dimensions** : La science est une entreprise humaine intégrée et pratiquée dans le contexte d'un milieu culturel plus vaste. Ainsi, La science affecte et est affectée par divers éléments : sphères culturelles, tissu social, vision du monde, structures de pouvoir, philosophie, religion et facteurs politiques et économiques. De tels effets se manifestent, entre autres, grâce au financement public de la recherche scientifique et, dans certains cas, à la nature « acceptables » des explications produites.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances scientifiques sont dépendantes de la société et de la culture et qu'il y a une interdépendance entre sciences et sociétés et des relations entre sciences et croyances.
- Comprendre qu'il y a une relation forte entre les questions techniques et l'évolution des idées.

## Aspect : Provisoire

**Dimensions** : Le savoir scientifique est fiable et durable mais jamais absolu et certain. Toutes les catégories de connaissances ("faits", théories, lois...) sont susceptibles de changer. Les explications scientifiques changent par l'apport de nouvelles preuves, rendues possibles par des avancées conceptuelles ou technologiques qui permettent une réinterprétation des preuves existantes à la lumière des nouvelles idées, par des changements de cadre théoriques explicatifs ou en raison des changements sociaux et culturels ou des choix de direction des programmes de recherche.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances ont évolué au cours du temps (par continuité et ruptures) : le savoir scientifique est donc fiable et durable mais jamais absolu et certain.
- Comprendre que des difficultés conceptuelles ont été rencontrées à une époque donnée.
- Comprendre que les explications scientifiques changent par l'apport de nouvelles preuves, rendues possibles par des avancées conceptuelles ou technologiques qui permettent une réinterprétation des preuves existantes à la lumière des nouvelles idées.

## Aspect : Mythe de la méthode scientifique unique

**Dimensions** : Ce mythe se manifeste souvent par la conviction qu'il existe une procédure par étapes de type recette qui caractérise toutes pratiques scientifiques. Cette notion est erronée : il n'y a pas de « méthode scientifique » unique qui garantit le développement de connaissances infaillibles. Les scientifiques observent, comparent, mesurent, testent, spéculent, posent des hypothèses, débattent, produisent des idées et des outils conceptuels, construisent des théories et des explications. Cependant, il n'y a pas une séquence unique de pratiques ou de raisonnements logiques (démarche inductive, déductive, hypothético-déductive).

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre qu'il n'existe pas de « méthode scientifique » unique qui garantit le développement de connaissances infaillibles



**L'histoire des sciences : un levier  
pouvant permettre d'améliorer la  
vision de la Nature de la Science  
(Nature of Science)**



## **L'histoire des sciences : un levier pouvant permettre d'améliorer la vision de la Nature de la Science (Nature of Science)**

Pour Bosdeveix (2016), il y a différents usages de l'histoire des sciences :

- un “*moyen d'éclairer les difficultés des apprenants*” (Bosdeveix, p. 52) ;
- une “*source de problèmes féconds permettant d'élaborer un parcours d'apprentissage*” (ibid., p. 53) ;
- un moyen de “*travailler l'image de la nature de la science*” (Ibid., p. 55).



# L'histoire des sciences : quels usages ?

« Ces trois types d'usage ont été développés par C. de Hosson et P. Schneeberger : « *Plusieurs études comparatives ont ainsi montré que la vision que les élèves ont de la science se trouve modifiée lorsque l'enseignement s'ouvre à l'histoire des sciences (Allchin et al., 1999 ; Irwin, 2000 ; Höttecke, Henke, & Riess, 2012).*

*Il peut s'agir, selon les cas, de **faire vivre aux élèves une controverse historique** en analysant la nature des arguments en jeu, en présentant les acteurs, les liens entre ces acteurs, leurs outils d'échange (Albe, 2009 ; Maurines & Beaufils, 2010), de **reproduire en classe des expériences historiques** (Riess, 1995), de placer les élèves en situation d'explorer la diversité et l'adéquation des modèles avec les données empiriques (Laugier et Dumont, 2000) » (de Hosson & Schneeberger, 2011, p. 6). »*

Cité par Bosdeveix (2016), p. 54)



L'histoire des sciences : un levier pouvant permettre d'améliorer  
la vision de la Nature de la Science (Nature of Science)

=> puisqu'en retraçant la genèse historique de  
concepts scientifiques, elle permet de dévoiler  
certains aspects de l'activité scientifique  
(Höttecke, Henke, & Riess, 2012).



# Nature de la science et croyance religieuse

## Le principe de réfutabilité

“L'irréfutabilité est le premier critère (non suffisant) de démarcation entre science et pseudoscience : toute théorie scientifique doit pouvoir potentiellement être réfutable, et par conséquent ne pas contenir sa propre réfutation. Ce critère de réfutabilité (ou de falsifiabilité) est désormais indissociable du nom de l'épistémologue autrichien Karl Popper.

Il permet aussi d'étayer épistémologiquement notre refus d'analyse des actes de foi, puisque une assertion du type « Dieu a créé l'univers » n'est pas réfutable.”

Richard Monvoisin et Denis Caroti.

Extrait de <https://cortecs.org/philosophie-sciences-epistemologie/critere-de-popper-et-refutabilite-dune-theorie/>

Dans  
RELIGIE  
Fortin pr  
croyance  
“Que  
Nos) ?  
La dén

ROYANCES  
Corinne  
science et la  
Science ou  
re autres,

**au niveau de la réfutabilité des savoirs enseignés.** Ces derniers ne sont pas posés de façon définitive, mais seulement provisoire, car ils s'inscrivent dans une dynamique de construction avec des reculs, des avancées, des rectifications et des interrogations. **Le déficit épistémologique actuel de l'enseignement de l'évolution n'est pas en mesure d'expliquer ce qu'est une théorie scientifique,** quelle est sa portée heuristique, sa véracité, etc. En conséquence, l'idée selon laquelle les théories scientifiques ne seraient que des hypothèses, des conjectures ou des croyances s'en trouve renforcée, et **les croyances créationnistes prétendent alors avoir autant de poids que les « croyances » évolutionnistes.** Un apprentissage de l'évolution par déconstruction du fixisme permettrait de rompre avec l'image d'une activité scientifique toute-puissante assénant des vérités absolues” (Fortin, 2014, p. 77).



# Nature de la science et croyance religieuse

Dans *L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉVOLUTION FACE AUX CROYANCES RELIGIEUSES Quelles perspectives curriculaires possibles ?*, Corinne Fortin propose une réflexion autour du lien entre la Nature de la Science et la croyance religieuse à propos de l'enseignement de l'évolution :

*“Quelle place accorder à la nature de la science (Nature of Science ou Nos) ?*

***La démarcation entre science et religion se joue, entre autres, au niveau de la réfutabilité des savoirs enseignés.*** Ces derniers ne sont pas posés de façon définitive, mais seulement provisoire, car ils s'inscrivent dans une dynamique de construction avec des reculs, des avancées, des rectifications et des interrogations. ***Le déficit épistémologique actuel de l'enseignement de l'évolution n'est pas en mesure d'expliquer ce qu'est une théorie scientifique***, quelle est sa portée heuristique, sa véracité, etc. En conséquence, l'idée selon laquelle les théories scientifiques ne seraient que des hypothèses, des conjectures ou des croyances s'en trouve renforcée, et ***les croyances créationnistes prétendent alors avoir autant de poids que les « croyances » évolutionnistes.*** Un apprentissage de l'évolution par déconstruction du fixisme permettrait de rompre avec l'image d'une activité scientifique toute-puissante assénant des vérités absolues” (Fortin, 2014, p. 77).



# Les structurations possibles...

Tableau synthétique des différents types de situations d'apprentissages mobilisant des éléments d'Histoire des sciences.

Situations	Activités historiques pour les élèves à partir de ressources documentaires	(D'après Maurines et Beaufiles) Activités collectives et situations d'investigation	
		Situations couplant des expériences et un travail sur textes	Situations d'investigation documentaire et synthèse collective sous forme de diagramme
Intérêt	Travailler des compétences transversales avec ouverture sur l'interdisciplinarité.	Activités collectives à l'image de l'activité scientifique, pratique des sciences tout en mettant en avant le processus historique d'élaboration des connaissances.	
Objectifs	Objectif d'apprentissage épistémologique.	Objectif d'apprentissage épistémologique et conceptuel ou méthodologique.	Objectif d'apprentissage épistémologique.
Activités	Exploitation de textes en réponse à un objectif épistémologique précis.	Articulation d'activités historiques et d'une activité expérimentale.	Travail d'analyse de documents réalisé par le groupe classe, construits pour pouvoir travailler une caractéristique de l'activité scientifique.
Corpus	Courts documents originaux ou issus d'écrits secondaires, listes de sites Internet.	Documents présentant des informations historiques et des expériences à réaliser.	Documents présentant des informations historiques réparties sur l'ensemble des documents.



# Et le programme d'ES ?

## Objectifs généraux de formation

- ❑ Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration
- ❑ Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques
- ❑ Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement

La rubrique *Histoire, enjeux, débats* établit d'une part quelques éléments historiques en rapport avec la thématique et identifie d'autre part des liens entre le thème et quelques questions socialement vives (économiques, éthiques, etc.). Il est demandé que dans chaque thème, la manière d'aborder les attendus fasse une place à au moins l'un des items de cette liste. Par exemple, on peut choisir de traiter un point selon une démarche historique, mettre l'accent sur ses implications éthiques, etc.



# Et le programme d'ES ?

Éléments du programme d'enseignement scientifique de la classe de 1ère : point 3.2 - *L'histoire de l'âge de la Terre* du programme d'enseignement scientifique

## 3.2 - L'histoire de l'âge de la Terre

L'âge de la Terre est d'un ordre de grandeur sans rapport avec la vie humaine. Sa compréhension progressive met en œuvre des arguments variés.

### Savoirs

Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre : temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité.  
L'âge de la Terre aujourd'hui précisément déterminé est de  $4,57 \cdot 10^9$  ans.

### Savoir-faire

Interpréter des documents présentant des arguments historiques utilisés pour comprendre l'âge de la Terre.  
Identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre.

### Prérequis et limites

L'objectif n'est pas de connaître dans le détail les arguments utilisés au cours de l'histoire des sciences, mais de savoir interpréter des données relatives à ces arguments. Il s'agit de prendre appui sur cet exemple pour montrer comment la science construit et perfectionne peu à peu sa compréhension de la nature, en exploitant des faits nouveaux apparus successivement. Il s'agit aussi de montrer qu'une question scientifique complexe est résolue grâce à la participation de plusieurs domaines de spécialité.



# COMMENT LA CONNAILSSANCE DE L'AGE DE TERRE A-T-ELLE ÉTÉ CONSTRUITE ?

*« Il ne s'agit plus de retrouver la voie royale des idées ; de retracer la démarche assurée d'un progrès vers ce qui apparaît maintenant comme la solution ; d'utiliser les valeurs rationnelles en cours aujourd'hui pour interpréter le passé et y chercher la préfiguration du présent. Il est question au contraire de repérer les étapes du savoir, d'en préciser les transformations, de déceler les conditions qui permettent aux objets et aux interprétations d'entrer dans le champ du possible ».*

François Jacob dans *La Logique du vivant* (1970)

## Objectif :

- Comprendre les méthodes d'élaboration des savoirs scientifiques et les distinguer des croyances.



## Les ressources :

V<sub>1</sub>

- Corpus 1 - Age biblique et approches scientifiques **PC et SVT**  
**Philosophie ?**
- Corpus 2 - L'étude des temps de refroidissement par Buffon.  
**SVT, PC, Maths**
- Corpus 3 - L'étude des temps de refroidissement par Kelvin. **PC**
- Corpus 4 - L'étude de la stratification et de l'érosion. **PC et SVT**
- Corpus 5 - Les arguments en lien avec la paléontologie et l'évolution du vivant. **SVT**
- Corpus 6 - La radioactivité et la fin de la controverse Kelvin-Darwin.  
**PC et SVT**



# Déroulé :

Version 1

- 1) Former 4 groupes inter-disciplinaires constitués de personnes qui ont travaillé sur des corpus différents.
- 2) Se répartir les corpus à analyser et identifier à travers les aspects de la NoS qui peuvent être abordés ainsi que les « critères de scientificité ».

*10 minutes*

Aspect de la nature de la  
Science

“Fondement des sciences”

- 3) Partager aux autres le contenu du corpus sur lequel vous avez travaillé.

- 4) Représenter sous la forme d'une « carte », l'évolution des idées à propos de l'âge de la Terre. *15 minutes*

*La production devra faire ressortir leur chronologie, faire apparaître les différentes influences et liens possibles. Les différents aspects de la nature et les critères de fondement des sciences pourront apparaître.*

- 5) Mise en commun *10 minutes*



**Déroulé :**

**1) Se répartir les différents corpus et identifier les « aspects de la NoS » qui peuvent être abordés ainsi que les « critères de scientificité ».**

**2) En groupe, représenter l'évolution des idées à propos de l'âge de la Terre.**

*La production devra faire ressortir leur chronologie, faire apparaître les différentes influences et liens possibles. Les différents aspects de la nature et les critères de fondement des sciences pourront apparaître.*

**“Fondement des sciences”**

**Aspect de la nature de la  
Science**



# “Fondement des sciences”

## Réalisme

“La science est méthodologiquement réaliste, au sens suivant : le monde là dehors existe indépendamment et antérieurement à la perception que j'en ai et aux descriptions que l'on en fait. En d'autres termes, le monde des idées n'a pas de priorité ontologique sur le monde physique : l'existence matérielle des choses n'est pas subordonnée à la validité des concepts que nous utilisons pour les saisir. Si je fais des expériences et que je les publie, c'est dans l'espoir qu'un collègue inconnu me donnera raison en ayant trouvé le même résultat que moi. Je parie donc que le monde physique se manifestera à lui comme il s'est manifesté à moi.”

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Matérialisme

“La science observe un matérialisme méthodologique : tout ce qui est expérimentalement accessible dans le monde réel est matériel ou d'origine matérielle, la science ne sait pas travailler pas avec des catégories définies a priori comme immatérielles (Esprits, élan vital, phlogistique, âmes, spectres, fantômes, anges, etc.).”

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Le principe de réfutabilité

“L'irréfutabilité est le premier critère (non suffisant) de démarcation entre science et pseudoscience : toute théorie scientifique doit pouvoir potentiellement être réfutable, et par conséquent ne pas contenir sa propre réfutation. Ce critère de réfutabilité (ou de falsifiabilité) est désormais indissociable du nom de l'épistémologue autrichien Karl Popper.

Il permet aussi d'étayer épistémologiquement notre refus d'analyse des actes de foi, puisque une assertion du type « Dieu a créé l'univers » n'est pas réfutable.”

Richard Monvoisin et Denis Caroti.  
Extrait de <https://cortecs.org/philosophie-sciences-epistemologie/critere-de-popper-et-refutabilite-dune-theorie/>

## Reproductibilité

“Les différents courants de l'épistémologie s'accordent sur un point : une expérience scientifique doit être reproductible. En d'autres termes, la description exacte et circonstanciée du protocole mis en œuvre dans l'expérience ou l'observation doit permettre à tout chercheur de la reproduire, et d'obtenir les mêmes résultats. Ce postulat fonde l'idée d'universalité des sciences. Où que l'on se trouve, et qui que l'on soit, une même expérience donnera toujours le même résultat.”

Extrait de <https://www.universalis.fr/encyclopedie/reproductibilite-en-sciences-experimentales/>

## Scepticisme

“Le scepticisme est la pratique d'une attitude de doute cartésien vis-à-vis des allégations non étayées par des preuves empiriques ou par la reproductibilité. “La démarche scientifique ne peut s'initier que sur un scepticisme concernant les faits : nous expérimentons sur le monde réel que parce que nous nous posons honnêtement des questions, auxquelles nous attendons des réponses rationnelles et spécifiques.” (Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Rationalisme

“Il s'agit de postuler que le raisonnement consiste à déterminer que certains effets résultent de certaines causes, uniquement à partir de principes logiques. La rationalité consiste simplement à respecter la logique et le principe de parcimonie.” (Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Le principe de parcimonie

“ Les théories ou les scénarios que nous acceptons sur le monde sont les plus économiques en hypothèses. Plus les faits sont cohérents entre eux et moins la théorie qu'ils soutiennent a besoin d'hypothèses surabondantes non documentées. Les théories les plus parcimonieuses sont donc les plus cohérentes.”

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

# Aspect de la nature de la Science

## Aspect : Créatif

**Dimensions :** Bien que nécessairement rationnelle à plusieurs égards et mise en place systématiquement, l'investigation scientifique ne peut être réduite à une activité purement rationnelle et systématiquement mise en place. La production de connaissances scientifiques implique une créativité humaine dans le sens où des scientifiques inventent des explications et des modèles théoriques. La créativité est impliquée à tous les stades de l'investigation scientifique, y compris avant, pendant et après la collecte de données, et est particulièrement pertinente pour interpréter les données et générer des conclusions à partir de ces données.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les connaissances scientifiques sont le produit de l'imagination et de la créativité humaine : la créativité est impliquée à tous les stades de l'investigation scientifique.

## Aspect : Engagement théorique

**Dimensions :** Les cadres théoriques dans lesquels les scientifiques sont engagés, les croyances, connaissances antérieures, formation et attentes des scientifiques influent sur leur travail. Ces facteurs influent sur le choix des questionnements scientifiques et sur les méthodes d'investigation, les observations et l'interprétation de ces observations. Cette individualité (parfois collective) influence la construction des connaissances scientifiques. Contrairement à la croyance commune, la science commence rarement par des observations neutres, les observations sont toujours motivées et guidées et faites par rapport aux questions et problèmes produits dans un certain cadre théorique.

### Objectifs d'apprentissage :

- Comprendre que les scientifiques sont engagés dans un cadre théorique qui influence leur activité et leur questionnement.



# “Fondement des sciences”

## Réalisme

“La science est méthodologiquement réaliste, au sens suivant : le monde là dehors existe indépendamment et antérieurement à la perception que j’en ai et aux descriptions que l’on en fait. En d’autres termes, le monde des idées n’a pas de priorité ontologique sur le monde physique : l’existence matérielle des choses n’est pas subordonnée à la validité des concepts que nous utilisons pour les saisir. Si je fais des expériences et que je les publie, c’est dans l’espoir qu’un collègue inconnu me donnera raison en ayant trouvé le même résultat que moi. Je parie donc que le monde physique se manifestera à lui comme il s’est manifesté à moi.”

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Matérialisme

*“La science observe un matérialisme méthodologique : tout ce qui est expérimentalement accessible dans le monde réel est matériel ou d’origine matérielle, la science ne sait pas travailler pas avec des catégories définies a priori comme immatérielles (Esprits, élans vitaux, phlogistique, âmes, spectres, fantômes, anges, etc.).”*

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).



# “Fondement des sciences”

## Le principe de réfutabilité

“L’irréfutabilité est le premier critère (non suffisant) de démarcation entre science et pseudoscience : toute théorie scientifique doit pouvoir potentiellement être réfutable, et par conséquent ne pas contenir sa propre réfutation. Ce critère de réfutabilité (ou de falsifiabilité) est désormais indissociable du nom de l’épistémologue autrichien Karl Popper.

Il permet aussi d’étayer épistémologiquement notre refus d’analyse des actes de foi, puisque une assertion du type « Dieu a créé l’univers » n’est pas réfutable.”

Richard Monvoisin et Denis Caroti.

Extrait de <https://cortecs.org/philosophie-sciences-epistemologie/critere-de-popper-et-refutabilite-dune-theorie/>

## Reproductibilité

“Les différents courants de l’épistémologie s’accordent sur un point : une expérience scientifique doit être reproductible. En d’autres termes, la description exacte et circonstanciée du protocole mis en œuvre dans l’expérience ou l’observation doit permettre à tout chercheur de la reproduire, et d’obtenir les mêmes résultats. Ce postulat fonde l’idée d’universalité des sciences. Où que l’on se trouve, et qui que l’on soit, une même expérience donnera toujours le même résultat.”

Extrait de <https://www.universalis.fr/encyclopedie/reproductibilite-en-sciences-experimentales/>



# “Fondement des sciences”

## Scepticisme

“Le scepticisme est la pratique d’une attitude de doute cartésien vis-à-vis des allégations non étayées par des preuves empiriques ou par la reproductibilité. *“La démarche scientifique ne peut s’initier que sur un scepticisme concernant les faits : nous expérimentons sur le monde réel que parce que nous nous posons honnêtement des questions, auxquelles nous attendons des réponses rationnelles et spécifiques.”* (Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Rationalisme

“Il s’agit de postuler que le raisonnement consiste à déterminer que certains effets résultent de certaines causes, uniquement à partir de principes logiques. La rationalité consiste simplement à respecter la logique et le principe de parcimonie.” (Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).

## Le principe de parcimonie

“ Les théories ou les scénarios que nous acceptons sur le monde sont les plus économiques en hypothèses. Plus les faits sont cohérents entre eux et moins la théorie qu’ils soutiennent a besoin d’hypothèses surnuméraires non documentées. Les théories les plus parcimonieuses sont donc les plus cohérentes.”

(Lecointre, “Science et croyances” <http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1989>).



# Les différentes « cartes »

**Aspect de la nature de la  
Science**

**Influences non scientifiques**

**“Fondement des sciences”**

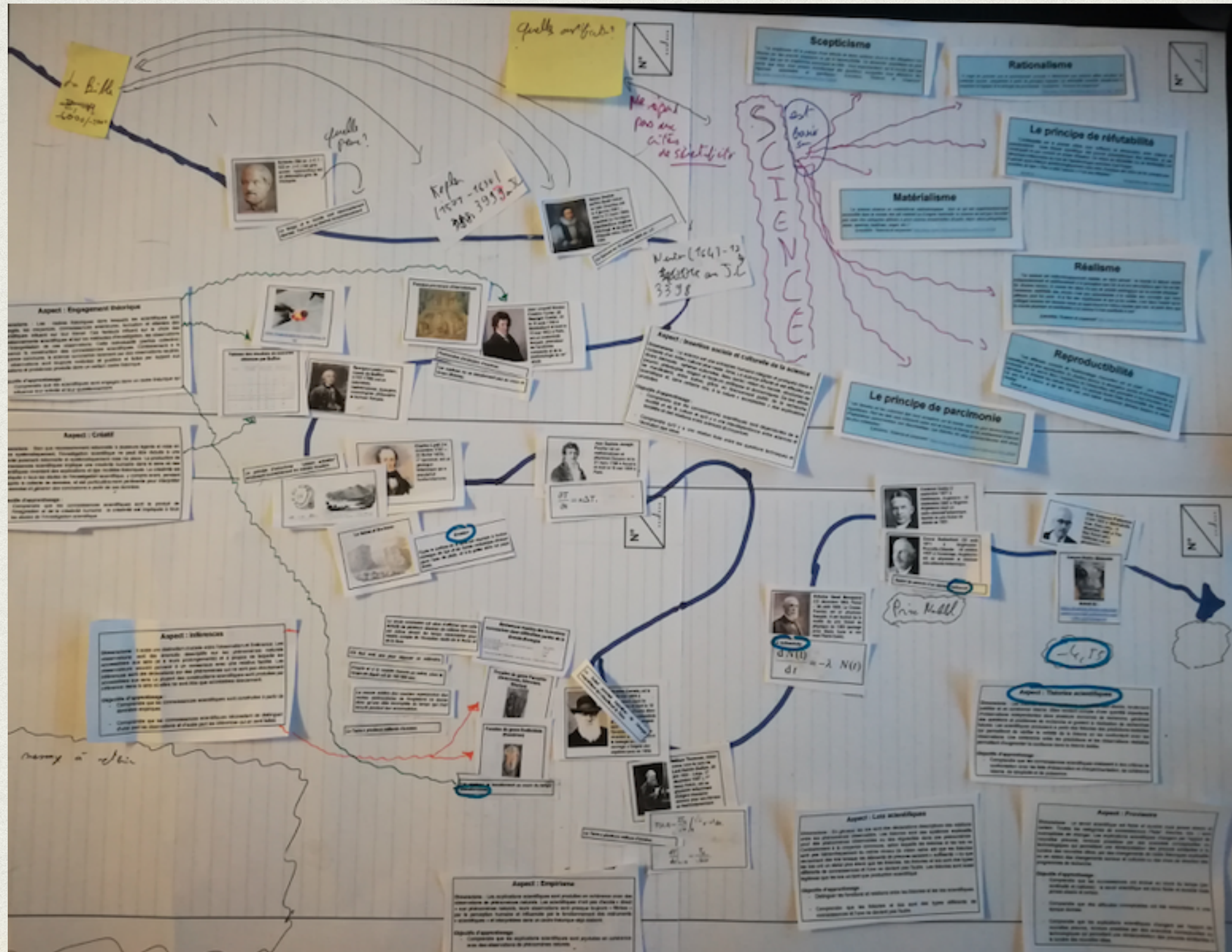
**Personnalités**

**“Preuves”**

**“Connaissances, théories,  
publications”**



# Un exemple de production





Quelle méthode?

La Bible  
Lévi/2001

Quelle pour?

Kepler  
1571-1630  
3953-2

Ne peut pas être  
critique de scientificité

Nelson (1641-12)  
philosophe au J.L.  
3398

SCIENCE

Scepticisme

Rationalisme

Le principe de réfutabilité

Matérialisme

Réalisme

Reproductibilité

Le principe de parcimonie

Aspect : Engagement théorique

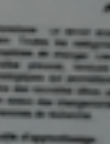
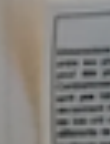
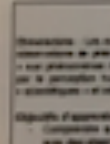
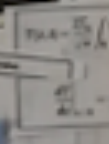
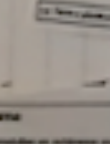
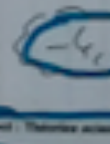
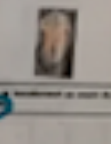
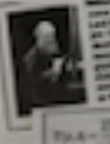
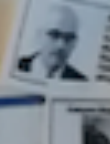
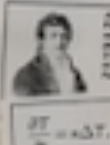
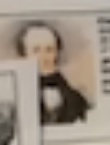
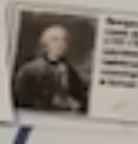
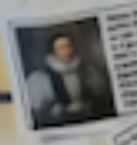
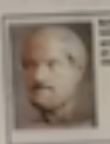
Aspect : Critique

Aspect : Influences

Aspect : Empirisme

Aspect : Lois scientifiques

Aspect : Prévisions



marry a relier

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.

Un être humain est un être vivant qui a une conscience et qui peut réfléchir sur lui-même.



# Mise en commun :

## 1 rapporteur par groupe

- Description de l'évolution des idées ?
- Aspects de la NoS principalement développés ?
- Distinction entre croyances et savoirs ?
- Quels liens entre les idées ?
- Difficultés rencontrées ?



# RESSOURCES AUTOUR DE L'ÂGE DE LA TERRE...

*“Le temps profond est si difficile à appréhender, si étranger à notre expérience de tous les jours qu'il demeure une énorme pierre d'achoppement pour notre entendement. Toute théorie sera taxée de révolutionnaire pour peu qu'elle remplace une fausse extrapolation par une juste transposition d'événements ordinaires dans la vaste durée [...]. Concevoir de façon abstraite et intellectuelle le temps est assez simple : je sais combien de zéros je dois mettre après le nombre dix pour représenter des milliards. Quant à le digérer, c'est une autre affaire. La notion de temps profond est si étrange que nous ne pouvons la saisir qu'à travers une métaphore (de John Mc Phee) : imaginons que le yard, vieille mesure anglaise, c'est à dire à peu près la distance séparant le nez du roi de l'extrémité de sa main quand il étend le bras, représente l'histoire de la Terre. Un simple coup de lime sur l'ongle de son médius suffirait alors à effacer tout l'histoire de l'humanité”*

Stephen Jay Gould, dans Aux racines du temps (1990), p. 18.



# Représentation des idées sur l'âge de la Terre en Europe

Représentation produite à partir de Ellenberger, F. (1994). VIII- La durée des temps géologiques. Dans Ellenberger, F, Histoire de la géologie (1ère éd., Tome 2, p. 33 - 41). Lieu de publication : Technique et Documentation (Lavoisier

## Epoque de l'Histoire

## Auteurs, travaux et idées

## Contexte historique, social et technique

Antiquité

Aristote :  
l'univers est éternel,  
existence de longs cycles  
paisibles d'allées et  
venues des mers.

Les Stoïciens:  
le monde est rythmé par de longs  
cycles, le monde progresse vers  
l'ekpyrosis (incendie cosmique) et le  
cataclysme (dissolution par l'eau).

Moyen  
Age

Le temps  
biblique:  
durée  
courte,  
centrée sur  
l'Homme.

Les fossiles sont d'anciens  
êtres vivants.

Pierre d'Albano (début  
XIVème siècle)  
propose une origine  
astrologique des fossiles.

L'Univers est stable  
et le temps illimité.

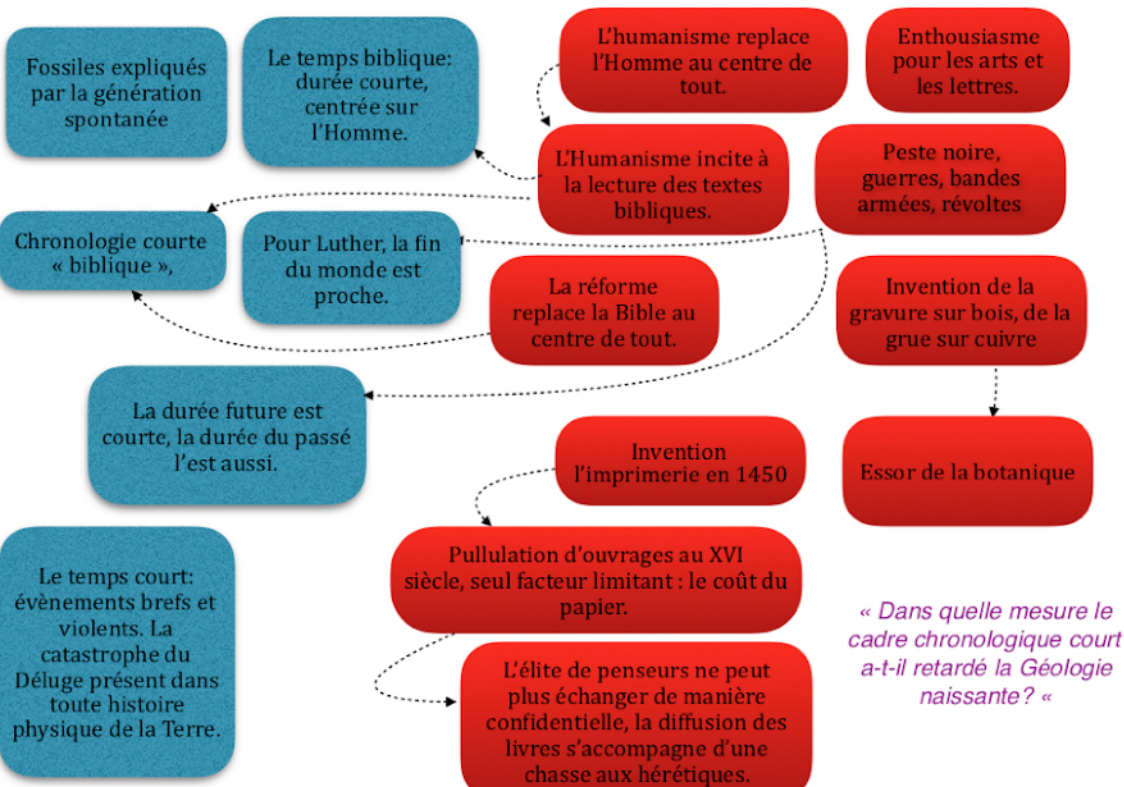
« Haute pensée médiévale » «  
communauté intellectuelle  
européenne riche en échanges »

Les universités sont  
libres

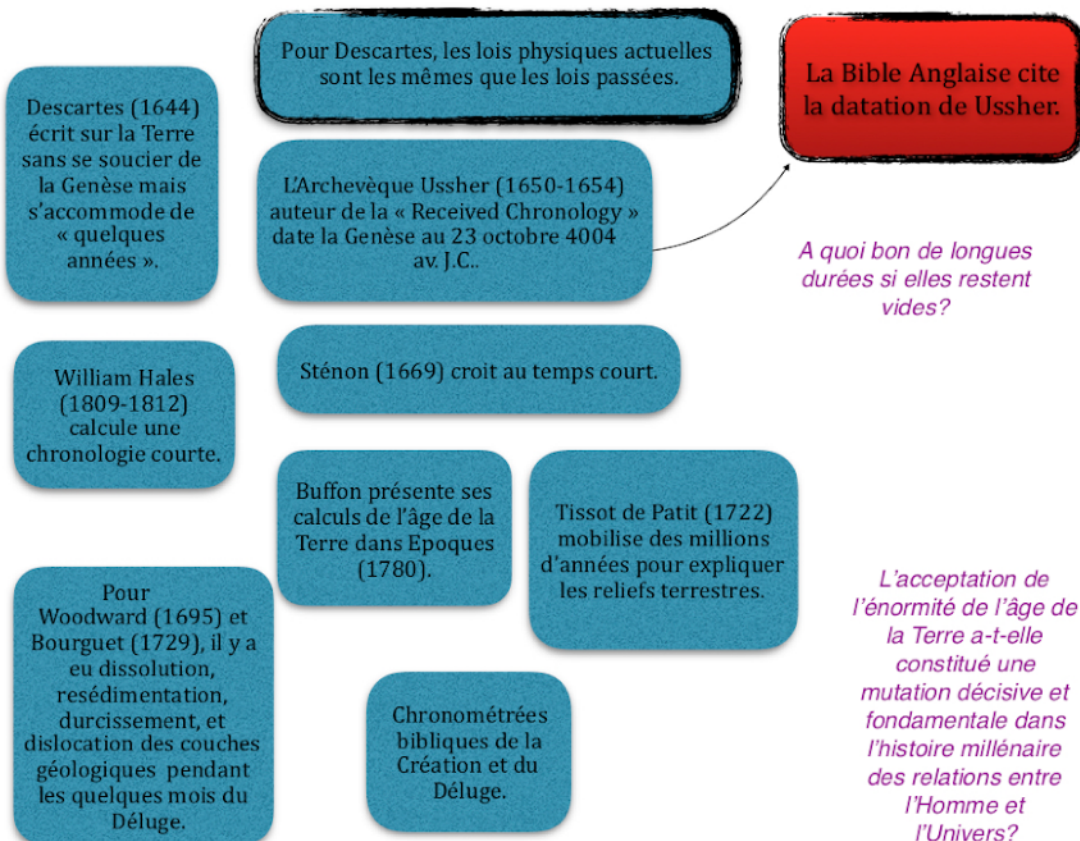
Peu d'écrits sont  
produits et conservés



## Renaissance



## XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle





XVII<sup>ème</sup> à  
XIX<sup>ème</sup>  
siècle

« L'Espion du Grand Seigneur dans les cours des princes chrétiens... » (1684), probablement G.P. Marana dans lequel il se dit scandalisé par le fait que le monde aurait 5 ou 6000 ans.

Edmond Halley (1656?-1742), astronome, propose en 1715, une méthode pour déterminer l'âge du monde en supposant que la salure de la mer est due aux apports fluviaux mais arrivant à de chiffres bien plus élevés que ce qui était admis, ne communiquera pas ses chiffres.

Les Libertins

Philosophes des Lumières

Pour Buffon (1778), l'Homme apparaît à la fin des temps géologiques

Voltaire, en 1738 et 1741, un âge de plusieurs millions d'années.

Philosophes et Encyclopédistes veulent « s'évader du carcan de la durée courte ».

Benoit de Maillet (1656-1738) invoque des durées géologiques immenses dans Telliaimed (1720) (peu argumentées).

Hutton (1788): absence de « document naturel attestant une haute antiquité de l'homme ».

Avènement de la théorie Neptunienne

Diderot croit aux immenses durées.

Henri Gautier, ingénieur (1660-1737) quantifie l'érosion du relief par la mesure de turbidité des fleuves et arrive en 1721 à un chiffre de 35 000 ans.

Boulanger (1753) parle de « milliers de siècles » dans un livre manuscrit.

« La percée de la chronologie longue »

Kant (1755) dans Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels, dit que des « millions d'années et de siècles » se sont écoulés.

J.Gesner (1758) utilise le taux actuel du retrait de la mer en Suède et Rimini pour estimer à 80 000 ans le temps nécessaire au retrait de l'Apennin.

Augmentation des travaux sur le sous-sol terrestre.

William Hunter (1768) en Angleterre invoque de longues durées.

Von Justi en 1771 dit que l'âge du « corps terrestre » est de l'ordre des millions d'années.

Buffon, dans les manuscrits des Epoques était arrivé à un âge de la Terre d'environ 3 millions d'années en utilisant des expériences sur le refroidissement de sphères en fer et de sédimentation.

L'abbé Needham en 1769 tente de calculer l'âge de la Terre en utilisant les taux de sédimentation mais le résultat lui semble trop effrayant pour être communiqué (plusieurs millions d'années pour la Genèse).

John Joly en 1899 utilise la méthode de Halley et aboutit à un âge de 80 à 90 millions d'années.

La Chaubard (1838) écrit 11 pages pour défendre une chronologie de 6000 ans.



XVII<sup>ème</sup> à  
XIX<sup>ème</sup>  
siècle

De Genssane publie en 1777 un ouvrage dans lequel il s'interroge sur l'âge des coulées volcaniques du Vivarais, qu'il date à un nombre « effrayant » de siècles.

Faujas de Saint-Fond, rappelle en 1777 « que pour l'ouvrier suprême, des millions de siècle ne sont qu'un point ».

Antoine Monnet en 1784 écrit que les eaux ont creusé le plateau ardennais « pendant des milliers de siècle ».

Desmaret en 1779 ne donne pas de durée de l'Age de la Terre mais la tient « pour considérable ».

L'abbé Palassou en 1784 estime à « un million d'années » la durée nécessaire pour que les pyrénées soient entièrement détruites (à raison de dix pouces par siècle).

L'abbé Giraud Soulavie cherche à calculer la durée de l'érosion passée, il obtient des chiffres énormes, (et exagérés: 6 millions d'années pour la destruction d'une seule coulée de lave) qu'il ne publie qu'en 1793 et cela lui pose des problèmes avec ses collègues.

La Grand d'Aussy, écrit que le dépôt de souches sédimentaires de la Limagne, le volcanisme et leur altération se sont faits en plusieurs « milliers de siècles ».

#### En Allemagne

En 1780, J.E. Silberschlag défend une durée de 6 jours pour la genèse, mais il s'agit d'une position marginale.

Johann Heinrich en 1786 invoque une durée de « myriades de siècles ».

Werner en 1787, parle « d'énormes durées ».

#### En Angleterre

Le médecin George Hoggart Toulmin en 1780 et 1789 rejette la chronologie courte en s'appuyant sur les données de Brydone (1773).

Les anglais James Douglas en 1785, Richard Sullivan en 1794, Cornelius de Pauw en 1795 accordent à la Terre un âge important.

Hutton, géologue, en 1795 propose d'immenses durées « millions of ages ».

Erasmus Darwin invoque « des millions de siècles ».

#### En France

Lavoisier en 1789, postule des périodes successives « de plusieurs centaines de milliers d'années » de montées et descente de la mer.

Delamétherie en 1791 explique que la formation des couches fossilifères n'a pu se faire « que dans une suite innombrable de siècles, dont nous n'avons pas d'idées ».

Lamarck en 1802 date de « 3 millions d'années » la durée d'immersion d'un nouveau continent.

Cuvier, en 1821 écrit que « l'histoire des milliers de siècles qui ont précédé « l'existence de l'Homme ». Cette phrase n'est pas présente dans l'édition suivante et retranscrite en anglais par « thousands of ages ».



**Document complémentaire : Réflexion sur l'histoire des sciences, Extrait de *La Logique du vivant* (1970), François Jacob (p. 18 - 20).**

“Il est question ici d'hérédité et de reproduction. Il est question des transformations qui ont progressivement modifié la manière de considérer la nature des êtres vivants, leur structure, leur permanence au fil des générations. Pour un biologiste, il y a deux façons d'envisager l'histoire de sa science. On peut tout d'abord y voir la succession des idées et leur généalogie. On cherche alors le fil qui a guidé la pensée jusqu'aux théories en fonction aujourd'hui. Cette histoire se fait pour ainsi dire à rebours, par extrapolation du présent vers le passé. De proche en proche, on choisit la devancière de l'hypothèse en cours, puis la devancière de la devancière et ainsi de suite. Dans cette manière de faire, les idées acquièrent une indépendance. Elles se comportent un peu comme des êtres vivants. Elles naissent, elles engendrent, elles meurent. Ayant valeur d'explication, elles ont pouvoir d'infection et d'invasion. Il y a alors une évolution des idées soumise, tantôt à une sélection naturelle qui se fonde sur un critère d'interprétation théorique, donc de réutilisation pratique, tantôt à la seule téléologie de la raison. Selon cette façon de voir, la génération spontanée, par exemple, commence à s'estomper avec les expériences de Francisco Redi. Elle perd encore du terrain avec celles de Spallanzani. Elle disparaît définitivement avec celles de Pasteur. Mais on ne comprend pas alors pourquoi il faut attendre que Pasteur répète, même en les perfectionnant, les travaux de Spallanzani pour en tirer les mêmes conclusions. Ni pourquoi Needham fait exactement la même chose que Spallanzani, trouve des résultats inverses, en tire des conclusions opposées. De même avec la théorie de l'évolution. On peut voir dans Lamarck le précurseur de Darwin, dans Buffon celui de Lamarck, dans Benoît de Maillet celui de Buffon et ainsi de suite. Mais on se demande alors pourquoi au début du xix<sup>e</sup> siècle, ceux mêmes qui, comme Goethe, Erasme Darwin ou Geoffroy Saint-Hilaire guettaient les arguments en faveur du transformisme négligent à peu près totalement les idées de Lamarck. Il y a une autre manière d'envisager l'histoire de la biologie. C'est



Quelques documents des corpus



# VIE PRIVÉE

## DU COMTE DE BUFFON,

S U I V I E

*D'un Recueil de poésies, dont quelques  
Pièces sont relatives à ce grand  
homme.*

Par M. le Chevalier AUDE, de l'Académie  
des Arts & des Sciences de



A LAUSANNE,

1788.

Pour deviner l'époque de la formation  
des planetes & calculer le refroidissement  
du globe terrestre, il employoit le minis-  
tere de quatre ou cinq jolies femmes à la  
peau douce; il faisoit rougir plusieurs

[ 10 ]

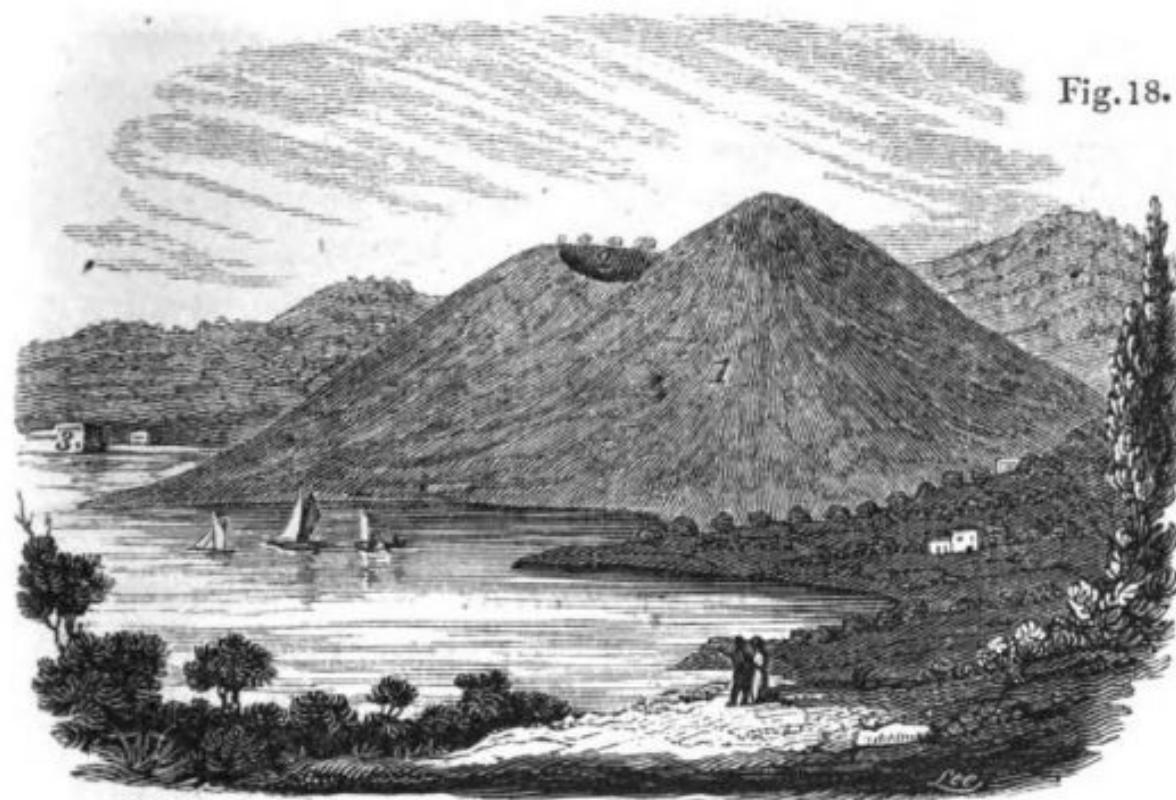
globes de toutes sortes de matieres & de  
toutes sortes de densités, qu'elles tenoient  
tour-à-tour dans leurs mains délicates,  
en lui rendant compte des degrés de cha-  
leur & des périodes du refroidissement; &  
sur cette base fragile il élevoit le plus hardi  
des édifices.

Consultable au lien suivant : [https://books.google.fr/books?](https://books.google.fr/books?id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gsbs_ge_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false)

[id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gsbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=o#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gsbs_ge_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false)

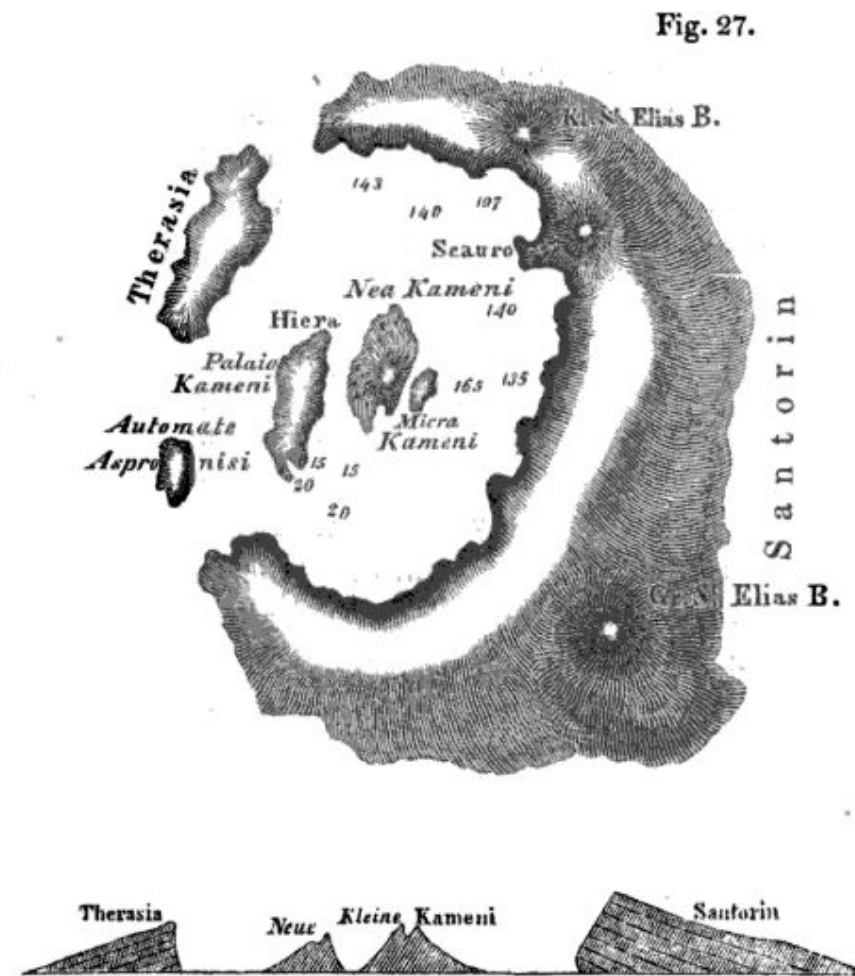


**Document 6 - Charles Lyell et le principe d'actualisme dans *Principles of Geology* (1830).**



*Monte Nuovo, formed in the Bay of Baiae, Sept. 29th, 1538.*

1. Cone of Monte Nuovo.
2. Brim of crater of ditto.
3. Thermal spring, called Baths of Nero, or Stufe di Tritoli.



*Chart and section of Santorin and the contiguous islands in the Grecian Archipelago.*

“ Ces deux illustrations tirées de la première édition des *Principles of Geology* sont un bon exemple de la méthode préconisée par Lyell pour démontrer, par la comparaison des structures géologiques héritées du passé avec les phénomènes en cours d'accomplissement à l'époque moderne, que les “causes actuelles” produisent invariablement les mêmes résultats.

En haut : un volcan de la baie de Naples, dont l'activité éruptive a été directement observée durant l'époque historique.

En bas : la topographie de ces îles des Cyclades montre que l'archipel entoure le cratère d'un ancien volcan.” (Gould, 1987, p. 172).



**Document 3 - Blaise Pascal, Pensées (1670) :**

“Je ne puis pardonner à Descartes ; il aurait bien voulu dans sa philosophie, se pouvoir passer de Dieu ; mais il n’a pu s’empêcher de lui faire donner une chiquenaude, pour mettre le monde en mouvement ; après cela, il n’a plus que faire de Dieu.”

**Document 4 - Galileo Galilée : Écrits Coperniciens. LGF - Livre de Poche, 2004**

“1) L’interprétation littérale peut conduire au blasphème : J’aurais seulement ajouté que, bien que l’Écriture ne puisse errer, néanmoins certains de ses interprètes et commentateurs peuvent parfois commettre des erreurs, et cela de diverses manières. La plus grave et la plus fréquente de ces erreurs consiste à vouloir s’arrêter toujours à la pure signification des mots car cela fait naître non seulement diverses contradictions, mais aussi de graves hérésies et même des blasphèmes. Il serait ainsi nécessaire de donner à Dieu des pieds, des mains et des yeux, ainsi que des sentiments corporels et humains tels que la colère, le repentir et la haine, parfois même l’oubli des événements passés, et l’ignorance des futurs. Par conséquent, tout comme on trouve dans les Écritures beaucoup de propositions qui, si on s’en tient au sens nu des mots, semblent s’écarter de la vérité, mais sont formulées de cette façon afin de s’adapter aux faibles capacités des gens ordinaires, de même est-il nécessaire que, pour le bénéfice de ces rares individus qui se distinguent de la plèbe, les interprètes savants dégagent le vrai sens de ces propositions et identifient les raisons spécifiques pour lesquelles elles ont été énoncées en ces termes. [...]

2) Faut-il partir de la Bible ? Si on demande par où l’on doit commencer pour s’assurer de sa fausseté [de la doctrine de Copernic], s’il faut partir de l’autorité des Écritures ou bien de la réfutation des démonstrations et des expériences des philosophes et des astronomes, je réponds qu’il faut commencer par le lieu le plus sûr et qui est le moins propre à provoquer un scandale. Ce qui veut dire qu’il faut commencer par les raisons naturelles et mathématiques. Car, si les raisons qui prouvent la mobilité de la Terre se révèlent être fallacieuses [...].”



**Document 5 - Georges-Louis Leclerc de Buffon, *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du cabinet du roi*, Volume 1.**

“Rien ne caractérise mieux un miracle que l'impossibilité d'en expliquer l'effet par les causes naturelles ; nos auteurs ont fait de vains efforts pour rendre raison du déluge, leurs erreurs de Physique au sujet des causes secondes qu'ils emploient, prouvent la vérité du fait tel qu'il est rapporté dans l'écriture sainte, & démontrent qu'il n'a pu être opéré que par la cause première, par la volonté de Dieu [...] Aussi doit-on regarder le déluge universel comme un moyen surnaturel dont s'est servie la Toute-Puissance divine pour le châtiment des hommes, & non comme un effet naturel dans lequel tout se seroit passé selon les loix de la Physique. Le déluge universel est donc un miracle dans sa cause & dans ses effets ; on voit clairement par le texte de l'écriture sainte, qu'il a servi uniquement pour détruire l'homme & les animaux ; Mais, diront-ils, le déluge universel étant un fait certain, n'est-il pas permis de raisonner sur les conséquences de ce fait ? À la bonne heure ; mais il faut que vous commenciez par convenir que le déluge universel n'a pû s'opérer par les puissances physiques, il faut que vous le reconnoissiez comme un effet immédiat de la volonté du Tout-puissant, il faut que vous vous borniez à en sçavoir seulement ce que les livres sacrez nous en apprennent, avouer en même temps qu'il ne vous est pas permis d'en sçavoir davantage, & surtout ne pas mêler une mauvaise physique avec la pureté du livre saint. Ces précautions qu'exige le respect que nous devons aux décrets de Dieu, étant prises, que reste-t-il à examiner au sujet du déluge ?”



**Document 6 - L'approche scientifique Alfred WEGENER : Trad. fr. Armand Lerner, La genèse des continents et des océans, Réimp. C. Bourgeois, 1991.**

“Pour dévoiler les états antérieurs du globe, toutes les sciences s’occupant des problèmes de la terre doivent être mises à contribution et ce n’est que par la réunion de tous les indices fournis par elles que l’on peut obtenir la vérité ; mais cette idée ne paraît toujours pas être suffisamment répandue parmi les chercheurs. [...] Ce qui est certain, c’est qu’à une époque donnée la terre ne peut avoir eu qu’une seule face sur laquelle elle ne nous fournit pas de renseignements directs. Nous sommes devant la terre comme un juge devant un accusé refusant toute réponse, et nous avons la tâche de découvrir la vérité à l’aide de présomptions. Toutes les preuves que nous pouvons fournir présentent le caractère trompeur des présomptions. Quel accueil réserverions-nous au juge qui arriverait à sa conclusion en utilisant seulement une partie des indices à sa disposition ? Ce n’est qu’en réunissant les données de toutes les sciences qui se rapportent à l’étude du globe que nous pourrions espérer obtenir la « vérité », c’est-à-dire l’image qui systématise de la meilleure façon la totalité des faits connus et qui peut, par conséquent, prétendre être la plus probable. Et, même dans ce cas, nous devons nous attendre à ce qu’elle soit modifiée, à tout moment, par toute nouvelle découverte, quelle que soit la science qui l’ait permise.”



## **Corpus 2 - Les différentes approches scientifiques autour de l'âge de la Terre :**

L'étude des temps de refroidissement par Buffon

*Comment les connaissances scientifiques portant sur l'âge de la Terre ont-elles été construites ?*



# HISTOIRE NATURELLE,

GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE,

Servant de suite à la Théorie de la Terre,  
& d'introduction à l'histoire des Minéraux.

Par M. le Comte DE BUFFON, Intendant du  
Jardin du Roi, de l'Académie Française, de celle  
des Sciences, &c.

---

SUPPLÉMENT, Tome Premier.

---



A PARIS,  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCCLXXIV.



Extraits de *Histoire naturelle, générale et particulière*, Tome premier, Théorie de la Terre (1749)





« Cette force d'impulsion a certainement été communiquée aux astres en général par la main de Dieu, lorsqu'elle donna le branle à l'Univers. », Buffon.

Élément d'analyse : « Réelle croyance en Dieu, ou crainte des tribunaux ecclésiastiques ? », Pierre Thomas

Illustration et analyse par Pierre Thomas extraits de <http://planete-terre.ens-lyon.fr/article/Buffon-origine-monde.xml>



## PREMIER MÉMOIRE.

*Expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps.*

J'AI fait faire dix boulets de fer forgé & battu :

	pouces
Le premier d'un demi-pouce de diamètre.....	$\frac{1}{2}$ .
Le second d'un pouce.....	1.
Le troisième d'un pouce & demi.....	$1\frac{1}{2}$ .
Le quatrième de deux pouces.....	2.
Le cinquième de deux pouces & demi.....	$2\frac{1}{2}$ .
Le sixième de trois pouces.....	3.
Le septième de trois pouces & demi.....	$3\frac{1}{2}$ .
Le huitième de quatre pouces.....	4.
Le neuvième de quatre pouces & demi.....	$4\frac{1}{2}$ .
Le dixième de cinq pouces.....	5.

Ce fer venoit de la forge de Chameçon près Châtillon-sur-Seine, & comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids se sont trouvés à très-peu-près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un-demi pouce pefoit..... 190 grains,  
ou 2 gros 46 grains.

Le boulet d'un pouce pefoit..... 1522 grains,  
ou 2 onces 5 gros 10 grains.

Supplément. Tome I. . T

## 146 INTRODUCTION À L'HISTOIRE

Le boulet d'un pouce & demi pefoit..... 5136 grains,  
ou 8 onces 7 gros 24 grains.

Le boulet de deux pouces pefoit..... 12173 grains,  
ou 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.

Le boulet de deux pouces & demi pefoit... 23781 grains,  
ou 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.

Le boulet de trois pouces pefoit..... 41085 grains,  
ou 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.

Le boulet de trois pouces & demi pefoit... 65254 grains,  
ou 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.

Le boulet de quatre pouces..... 97388 grains,  
ou 10 livres 9 onces 44 grains.

Le boulet de quatre pouces & demi pefoit 138179 grains,  
ou 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.

Le boulet de cinq pouces pefoit..... 190211 grains,  
ou 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très-bonnes balances, en faisant limer peu-à-peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences, j'observerai :

1.<sup>o</sup> Que pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre exposé à l'air libre étoit à la congélation ou à quelques degrés au-dessous (a) ; mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à peu près à dix degrés au-dessus de la congélation,

(a) Division de Réaumur.



c'est-à-dire au degré de la température des caves de l'Observatoire; & c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2.<sup>o</sup> J'ai cherché à saisir deux instans dans le refroidissement, le premier où les boulets cessoient de brûler, c'est-à-dire, le moment où on pouvoit les toucher & les tenir avec la main, pendant une seconde, sans se brûler; le second temps de ce refroidissement étoit celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire, à 10 degrés au-dessus de la congélation. Et pour connoître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière & de mêmes diamètres qui n'avoient pas été chauffés, & que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement immédiat & simultané de la main ou des deux mains sur les deux boulets, on pouvoit juger assez bien du moment où ces boulets étoient également froids; cette manière simple est non-seulement plus aisée que le thermomètre qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle est encore plus précise, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité & non pas de la proportion de la chaleur, & que nos sens sont meilleurs juges que les instrumens de tout ce qui est absolument égal ou parfaitement semblable. Au reste, il est plus aisé de reconnoître l'instant où les boulets cessent de brûler que celui où ils se sont refroidis à la température actuelle, parce qu'une sensation vive est toujours plus précise qu'une sensation

tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3.<sup>o</sup> Comme le plus ou le moins de poli ou de brut sur le même corps fait beaucoup à la sensation du toucher, & qu'un corps poli semble être plus froid s'il est froid, & plus chaud s'il est chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le soient tous deux également, j'ai eu soin que les boulets froids fussent bruts & semblables à ceux qui avoient été chauffés dont la surface étoit semée de petites éminences produites par l'action du feu.

## EXPÉRIENCES.

### I.

LE boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.  
Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

### II.

LE boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes  $\frac{1}{2}$ .  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes  $\frac{1}{2}$ .  
Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.

### III.

LE boulet d'un pouce & demi a été chauffé à blanc en 9 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.  
Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.

### IV.

LE boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.  
Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.



# VIE PRIVÉE

## DU COMTE DE BUFFON,

S U I V I E

*D'un Recueil de poésies, dont quelques  
Pièces sont relatives à ce grand  
homme.*

Par M. le Chevalier AUDE, de l'Académie  
des Arts & des Sciences de



A LAUSANNE,

1788.

Pour deviner l'époque de la formation des planetes & calculer le refroidissement du globe terrestre, il employoit le ministère de quatre ou cinq jolies femmes à la peau douce; il faisoit rougir plusieurs

[ 10 ]

globes de toutes sortes de matieres & de toutes sortes de densités, qu'elles tenoient tour-à-tour dans leurs mains délicates, en lui rendant compte des degrés de chaleur & des périodes du refroidissement; & sur cette base fragile il élevoit le plus hardi des édifices.

Consultable au lien suivant : [https://books.google.fr/books?](https://books.google.fr/books?id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbg_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false)

[id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbg\\_summary\\_r&cad=o#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?id=vpeD34pUjawC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbg_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false)



## V.

LE boulet de 2 pouces & demi a été chauffé à blanc en 16 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 42 min.  
Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.

## VI.

LE boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes  $\frac{1}{2}$ .  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 min.  
Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.

## VII.

LE boulet de 3 pouces  $\frac{1}{2}$  a été chauffé à blanc en 23 minutes  $\frac{1}{2}$ .  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 36 minutes.  
Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.

## VIII.

LE boulet de 4 pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes  $\frac{1}{2}$ .  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 2 minutes.  
Refroidi au point de la température actuelle en 6 heures 55 minutes.

## IX.

LE boulet de 4 pouces  $\frac{1}{2}$  a été chauffé à blanc en 31 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 25 min.  
Refroidi au point de la température actuelle en 7 heures 46 minutes.

## X.

LE boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.  
Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 min.  
Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes.

La différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidissement, depuis l'instant où l'on tire les boulets du feu, jusqu'à celui où on peut les toucher sans se brûler, se trouve

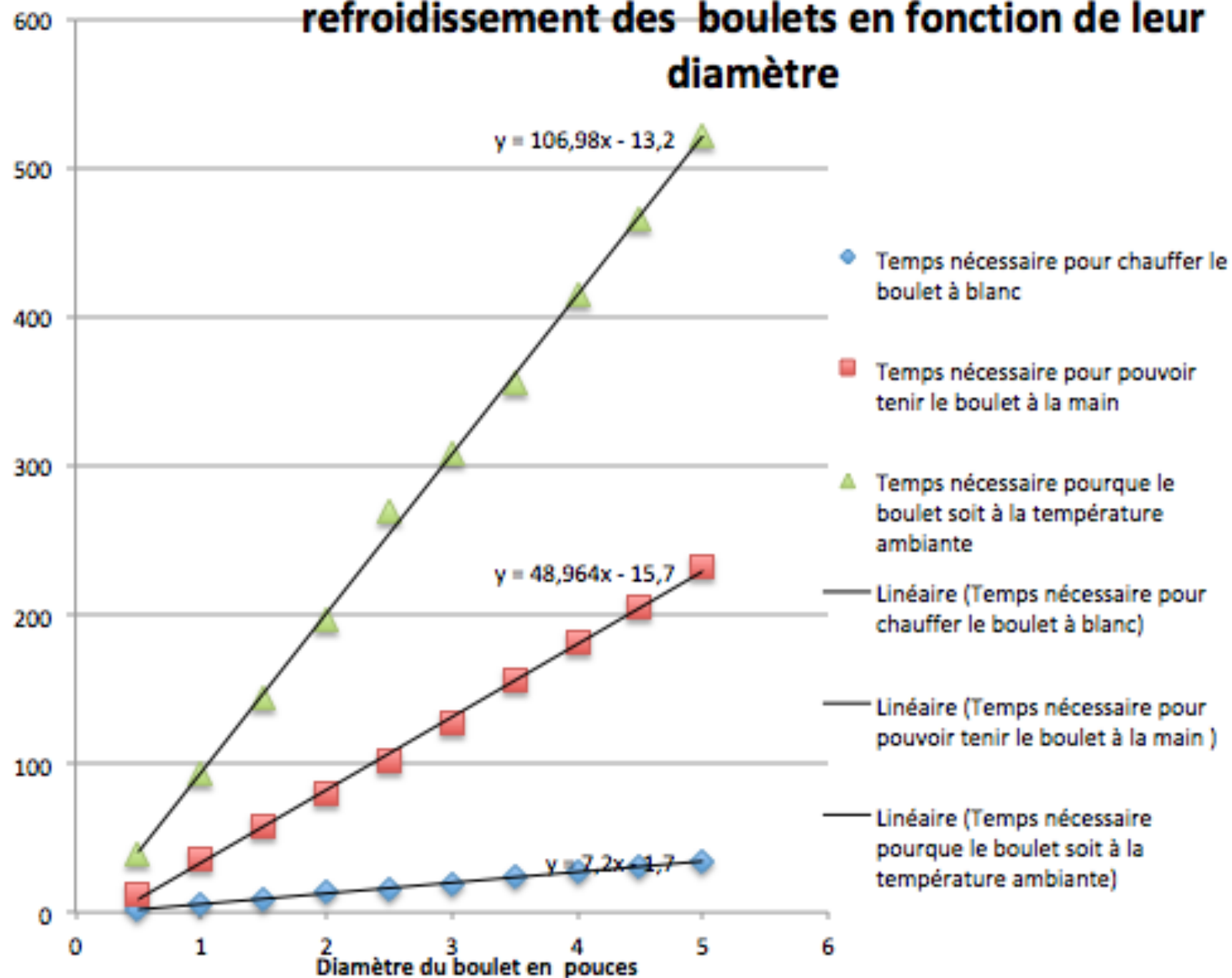
Tableau des résultats de mesures obtenues par Buffon, construit à partir de la page 148 et 149 de *Histoire naturelle, générale et particulière* de Buffon, *Premier Mémoire - Expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps*

Boulets (en pouces)	Temps nécessaire pour chauffer le boulet à blanc	Temps nécessaire pour pouvoir tenir le boulet à la main	Temps nécessaire pour que le boulet soit à la température ambiante
0,5	2	12	39
1	5,5	35,5	93
1,5	9	58	145
2	13	80	196
2,5	16	102	270
3	19,5	127	308
3,5	23,5	156	356
4	27,5	182	415
4,5	31	205	466
5	34	232	522



Temps en minutes

## Résultats des temps de chauffage ou de refroidissement des boulets en fonction de leur diamètre



Le diamètre de la Terre est considéré de : 941 461 920 demi-pouces soit 23913 km (contre 12713,505 km actuellement).



158 INTRODUCTION À L'HISTOIRE

12, 36, 60, 84, 108 . . . . . 24  $N-12$  minutes;

Et le diamètre de la Terre étant de 2865 lieues, de 25  
au degré, ou de. . . . . 6537930 toises de 6 pieds.

En faisant la lieue de. . . . 2282 toises,

ou de. . . . . 39227580 pieds,

ou de. . . . . 941461920 demi-pouces:

Nous avons  $N = \dots 941461920$  demi-pouces.

Et  $24 N - 12 = 22595086068$  minutes, c'est-à-  
dire quarante-deux mille neuf cents soixante-quatre ans  
& deux cents vingt-un jours pour le temps nécessaire au  
refroidissement d'un globe gros comme la Terre, seulement  
jusqu'au point de pouvoir le toucher sans se brûler.

Et de même la suite des temps du refroidissement  
jusqu'à la température actuelle, fera

39', 93', 147', 201', 255' . . . . 54  $N-15$ .

Et comme  $N$  est toujours  $= 941461920$  demi-pouces,  
nous aurons  $54 N - 15 = 50838943662$  minutes, c'est-  
à-dire, quatre-vingt-seize mille six cents soixante-dix ans  
& cent trente-deux jours pour le temps nécessaire au refroi-  
dissement d'un globe gros comme la Terre au point de  
la température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui du refroidisse-  
ment de la Terre devroit encore être considérablement  
augmenté, parce que l'on imagine que le refroidissement ne  
s'opère que par le contact de l'air, & qu'il y a une grande  
différence entre le temps du refroidissement dans l'air &

*42 964 ans et 221 jours*



il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent ; mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que dans les corps solides la chose se passe différemment, car l'eau doit être regardée comme une matière presque entièrement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène & qu'aucunes de ses parties ne peuvent faire obstacle à la circulation de la chaleur : ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à peu-près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant, si l'on vouloit chercher avec Newton, combien il faudroit de temps à un globe gros comme la Terre pour se refroidir, on trouveroit, d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il assigne pour le temps du refroidissement de la Terre jusqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cents soixante-quatre ans & deux cents-vingt-un jours pour la refroidir, seulement jusqu'au point où elle cesseroit de brûler, & quatre-vingt-seize mille six cents soixante-dix ans & cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la suite des diamètres des globes étant

1, 2, 3, 4, 5 . . . . . N demi-pouces,  
celle des temps du refroidissement jusqu'à pouvoir toucher  
les globes sans se brûler, sera



## **Corpus 3 - Les différentes approches scientifiques autour de l'âge de la Terre**

L'étude des temps de refroidissement par Kelvin



## Document 4 - Lettre de Darwin à Wallace, 14 April 1869 (traduction de l'anglais par googletraduction).

Extrait de <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-6706.xml;query=;brand=default#>

Mon cher Wallace,

Je suis très intéressé par votre article, et je pense que Lyell en sera très heureux.<sup>1</sup> Je déclare que si j'avais été rédacteur en chef et que j'avais le pouvoir de vous diriger, je devrais avoir sélectionné pour la discussion les points que vous avez choisis. J'ai souvent dit aux jeunes géologues (car j'ai commencé en 1830) qu'ils ne savaient pas quelle révolution avait opérée par Lyell ; néanmoins, des extraits de Cuvier m'ont étonné<sup>2</sup>. Bien que je ne sois pas vraiment en mesure de juger, je suis enclin à accorder plus de confiance à Croll que vous ne semblez le faire ; mais beaucoup de remarques sur la dégradation m'ont beaucoup frappé.

L'opinion de Thompson sur l'âge récent du monde est depuis quelque temps l'un de mes plus tristes problèmes, et j'ai donc été ravi de lire ce que vous dites<sup>4</sup>. Votre exposition de la sélection naturelle me semble inimitablement bonne ; il n'y a jamais vécu de meilleur exposant que vous. J'étais aussi très heureux de discuter de la différence entre nos points de vue et ceux de Lamarck. <sup>5</sup> On voit parfois l'expression odieuse « La justice à moi-même m'oblige à dire & c » ; mais vous êtes le seul homme dont j'ai jamais entendu parler qui se répète inlassablement et ne demande jamais justice. En fait, vous auriez dû faire allusion à votre journal à Linn dans l'examen. Journal, et je suis sûr que tous nos amis seront d'accord sur ce point.<sup>6</sup> Mais vous ne pouvez pas vous « étouffer » vous-même, même si vous pouvez en essayer autant que vous pouvez le voir, comme on peut le voir dans la moitié des articles parus. L'autre jour, j'ai demandé à un professeur allemand de lui envoyer un document<sup>7</sup>. Globalement, j'aperçois que cet article apparaît dans le Q-ly comme un immense triomphe pour notre cause. Je présume que les marques sur Man sont celles auxquelles vous avez fait allusion dans votre note.<sup>8</sup>



**Document 2 - Photographie du *Grind of the Navir*.** Cette incroyable entaille dans la falaise a été creusée par la mer. Pendant les tempêtes hivernales, d'énormes blocs de roches sont jetés à travers le trou pour atterrir à plusieurs mètres à l'intérieur des terres.



*Extrait de [geograph.org.uk](http://geograph.org.uk)*



**Document 4 - Extrait “Du laps de temps écoulé, déduit de l’appréciation de la rapidité des dépôts et de l’étendue des dénudations, *L’Origine des espèces*, Charles Darwin,”. (p. 360 - 365).**

*“Outre que nous ne trouvons pas les restes fossiles de ces innombrables chaînons intermédiaires, on peut objecter que, chacun des changements ayant dû se produire très lentement, le temps doit avoir manqué pour accomplir d’aussi grandes modifications organiques. [...] Ce n’est*



## Comparaison des différentes estimations de l'âge de la Terre par étude de la sédimentation

Date	Auteur	Épaisseur des sédiments (km)	Taux de sédimentation	Durée (Ma)
1860	Phillips	22	22,9	96
1890	De Lapparent	46	51,1	90
1892	Geike	30	0,4 à 4,4	73 à 680
1893	Mc Gee	80	0,5	1584
1893	Upham	80	8	100
1900	Sollas	81	31,1	26
1909	Sollas	102	12,7	80



## Corpus 5 - Les différentes approches scientifiques autour de l'âge de la Terre

### Les arguments en lien avec la paléontologie et l'évolution du vivant

#### Document 1 - Extrait de *Classificato Planterum* par Karl von Linné, (1738)

*"Il y a d'autant d'espèces que de formes diverses produites dès le début par l'être infini."*

#### Document 2 - Extrait de *Discours préliminaires* par Georges Cuvier (1804)

*"Il y a donc, dans les animaux, des caractères qui résistent à toutes les influences, soit naturelles, soit humaines, et rien n'annonce que le temps ait, à leur égard, plus d'effet que le climat."*

#### Document 3 - Extrait de *Philosophie Zoologique* par Chevalier de Lamarck (1809)

*"Quantité de faits apprennent qu'à mesure que les individus d'une de nos espèces changent de situation, de climat, de manière d'être ou d'habitude, ils en reçoivent des influences qui changent peu à peu la consistance et les proportions de leurs parties, leur formes, leurs facultés."*

#### Document 4 - Extrait de *Discours sur les révolution de la surface du globe* (1825) par Georges Cuvier.

DISCOURS  
SUR  
LES RÉVOLUTIONS  
DE  
LA SURFACE DU GLOBE  
ET SUR LES CHANGEMENTS QU'ELLES ONT PRODUITS  
DANS LE RÉGNE ANIMAL

*"Dans mon ouvrage sur les Ossements fossiles je me suis proposé de reconnaître à quels animaux appartiennent les débris osseux dont les couches superficielles du globe sont remplies. C'était chercher à parcourir une route où l'on n'avait encore hasardé que quelques pas. Antiquaire d'une espèce nouvelle, il me fallut apprendre à la fois à restaurer ces monuments des révolutions passées et à en déchiffrer le sens ; j'eus recueillir et à rapprocher dans leur ordre primitif les fragments dont ils se composent (...) à les comparer enfin à ceux qui vivent aujourd'hui à la surface du globe ; art presque inconnu, et qui supposait une science à peine effleurée auparavant".*

Extrait de *Discours sur les révolution de la surface du globe* (1825) par Georges Cuvier.



Extrait 1 : La pensée de Voltaire à propos des fossiles.

« On a trouvé dans les montagnes de la Hesse une pierre qui paroissait porter l'empreinte d'un turbot ; & sur les Alpes un brochet pétrifié. On en conclut, que la mer & les rivières ont coulé tour à tour sur les montagnes. Il étoit plus naturel de soupçonner, que ces poissons, apportés par un voyageur, s'étant gâtés furent jettés, & se pétrifièrent dans la suite de tems » (Voltaire, 1748/1830, p. 565), cité par Crépin-Obert, 2010, p. 195.

Extrait 2 : Extrait d'une lettre de Voltaire adressée à M. de La Sauvagère, le 10 août 1777.

“Un jour viendra, Monsieur que vos découvertes détruiront toutes les ridicules charlataneries dont on nous berce. On rougira d'avoir dit que les Alpes et les Pyrénées ont été formées par les mers». (Voltaire, 1704-1778/1977-1993, Tome 13, pp. 23-24), cité par Crépin-Obert, 2010, p. 170.

Extrait 3 : La pensée de Buffon à propos des fossiles.

«La forme & la quantité de toutes ces pierres figurées (corne d'Ammon, pétoncles, bélemnites, champignons de mer...), nous prouvent presque invinciblement qu'elles étaient autrefois des animaux qui vivoient dans la mer. La coquille sur-tout dont elles sont couvertes, semble ne laisser aucun doute, parce que dans certaines, elle se trouve aussi luisante, aussi fraîche & aussi naturelle que dans les vivans » (Buffon, 1778/1839, Tome 1, article VIII-additions aux théories de la Terre, p.149), cité par Crépin-Obert, 2010, p. 29.

Extrait 4 : La pensée de Lyell à propos des fossiles.

« Sachant qu'on regardait encore généralement l'immense quantité de coquilles fossiles renfermées dans l'intérieur des continents comme une preuve du déluge universel, il résolut d'ébranler cet article de foi et chercha, dans la vue d'arriver à ce but le plus vite possible, à répandre des idées de scepticisme sur la nature réelle de ces coquilles et à réhabiliter l'opinion qui les faisait considérer au seizième siècle comme des jeux de la Nature » (Lyell , 1843, vol.1, p.155), cité par Crépin-Obert, 2010, p. 28.







**Document 8 - Analyse proposée par Gould, extrait de *Quand les poules auront des dents*, Stephen Jay Gould (1984).**

Cuvier établit “*un vade-mecum de l’empirisme décidé à partir en guerre contre les vieilles traditions spéculatives*” avec comme objectif de recenser les archives géologiques : “Y a-t-il des animaux, des plantes propres à certaines couches, et qui ne se trouvent pas dans les autres ? Quelles sont les espèces qui paraissent les premières, ou celles qui viennent après ? Ces deux sortes d’espèces s’accompagnent-elles quelquefois ? Y a-t-il des alternatives dans leur retour ; ou, en d’autres termes, les premières reviennent-elles une seconde fois, et alors les secondes disparaissent-elles ?” (Cuvier cité par Gould, 1984, p. 112).

“Les quatre volumes du traité de 1812 ne forment en fait qu’une seule et longue argumentation en faveur du phénomène d’extinction, de l’utilité présentée de ce fait par les fossiles de vertébrés pour dater les différentes roches, et de l’ancienneté de la Terre qu’on pouvait en déduire. Le discours préliminaire posait des principes de base. Dans la première monographie technique - consacrée aux restes momifiés de l’ibis égyptien -, Cuvier ne relevait aucune différence entre les oiseaux modernes et les oiseaux fossiles datant du début de l’histoire (telle qu’on en décomposait alors les périodes). La création que nous avons sous les yeux était donc extrêmement ancienne ; si des espèces éteintes avaient rempli des mondes encore plus anciens, la Terre devait avoir un âge considérable” (Ibid., p. 115-116).



## Document 9 - Extrait de *L'origine des espèces* de Charles Darwin (1859)

« On peut certainement affirmer que deux animaux carnivores, en temps de famine, luttent l'un contre l'autre à qui se procurera les aliments nécessaires à son existence. Mais on arrivera à dire qu'une plante, au bord du désert, lutte pour l'existence contre la sécheresse, alors qu'il serait plus exact de dire que son existence dépend de l'humidité. (...).

La lutte pour l'existence résulte inévitablement de la rapidité avec laquelle tous les êtres organisés tendent à se multiplier. (...) Aussi, comme il naît plus d'individus qu'il n'en peut vivre, il doit y avoir, dans chaque cas, lutte pour l'existence, soit avec un autre individu de la même espèce, soit avec des individus d'espèces différentes, soit avec les conditions physiques de la vie. (...)

Si ce fait est admis, pouvons-nous douter (...) que les individus possédant un avantage quelconque, quelque léger qu'il soit d'ailleurs, aient la meilleure chance de vivre et de se reproduire ?

Nous pouvons être certains, d'autre part, que toute variation, si peu nuisible qu'elle soit à l'individu ; entraîne forcément la disparition de celui-ci. J'ai donné le nom de sélection naturelle ou de persistance du plus apte à cette conservation des différences et des variations individuelles favorables et à cette élimination des variations nuisibles. Les variations insignifiantes, c'est-à-dire qui ne sont ni utiles ni nuisibles à l'individu, ne sont certainement pas affectées par la sélection naturelle et demeurent à l'état d'éléments variables. »



**Document 10 - Extrait de *L'origine des espèces* de Charles Darwin (1859), Chapitre “DE L'APPARITION SOUDAINE DE GROUPES D'ESPÈCES ALLIÉES DANS LES COUCHES FOSSILIFÈRES LES PLUS ANCIENNES”.**

ou trois pays seulement. Quelques fragments de chapitres de ce volume et quelques lignes éparses de chaque page sont seuls parvenus jusqu'à nous. Chaque mot de ce langage changeant lentement, plus ou moins différent dans les chapitres successifs, peut représenter les formes qui ont vécu, qui sont ensevelies dans les formations successives, et qui nous paraissent à tort avoir été brusquement introduites. Cette hypothèse atténue beaucoup, si elle ne les fait pas complètement disparaître, les difficultés que nous avons discutées dans le présent chapitre.”



**Document 14 - Lettre de Darwin à Wallace, 14 April 1869 (traduction de l'anglais par googletraduction).**

Extrait de <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-6706.xml;query=;brand=default#>

Mon cher Wallace,

Je suis très intéressé par votre article, et je pense que Lyell en sera très heureux.<sup>1</sup> Je déclare que si j'avais été rédacteur en chef et que j'avais le pouvoir de vous diriger, je devrais avoir sélectionné pour la discussion les points que vous avez choisis. J'ai souvent dit aux jeunes géologues (car j'ai commencé en 1830) qu'ils ne savaient pas quelle révolution avait opérée par Lyell ; néanmoins, des extraits de Cuvier m'ont étonné<sup>2</sup>. Bien que je ne sois pas vraiment en mesure de juger, je suis enclin à accorder plus de confiance à Croll que vous ne semblez le faire ; mais beaucoup de remarques sur la dégradation m'ont beaucoup frappé.

L'opinion de Thompson sur l'âge récent du monde est depuis quelque temps l'un de mes plus tristes problèmes, et j'ai donc été ravi de lire ce que vous dites<sup>4</sup>. Votre exposition de la sélection naturelle me semble inimitablement bonne ; il n'y a jamais vécu de meilleur exposant que vous. J'étais aussi très heureux de discuter de la différence entre nos points de vue et ceux de Lamarck. <sup>5</sup> On voit



## **Corpus 6 - Les différentes approches scientifiques autour de l'âge de la Terre**

La radioactivité et la fin de la polémique Kelvin-Darwin



Document 3 - Extrait de l'article *Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents*, par Henri Becquerel (1852-1908) dans les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, séance du 24 février 1896, «*Sur les radiations émises par phosphorescence*»,

Consultable : [http://www.bibnum.education.fr/sites/default/files/BECQUEREL\\_SUR\\_LES\\_RADIATIONS\\_EMISES\\_texte.pdf](http://www.bibnum.education.fr/sites/default/files/BECQUEREL_SUR_LES_RADIATIONS_EMISES_texte.pdf)

PHYSIQUE. — *Sur les radiations émises par phosphorescence.*

Note de M. **HENRI BECQUEREL.**

« Dans une précédente séance, M. Ch. Henry a annoncé que le sulfure de zinc phosphorescent interposé sur le trajet de rayons émanés d'un tube de Crookes augmentait l'intensité des radiations traversant l'aluminium.

» D'autre part, M. Niewenglowski a reconnu que le sulfure de calcium phosphorescent du commerce émet des radiations qui traversent les corps opaques.



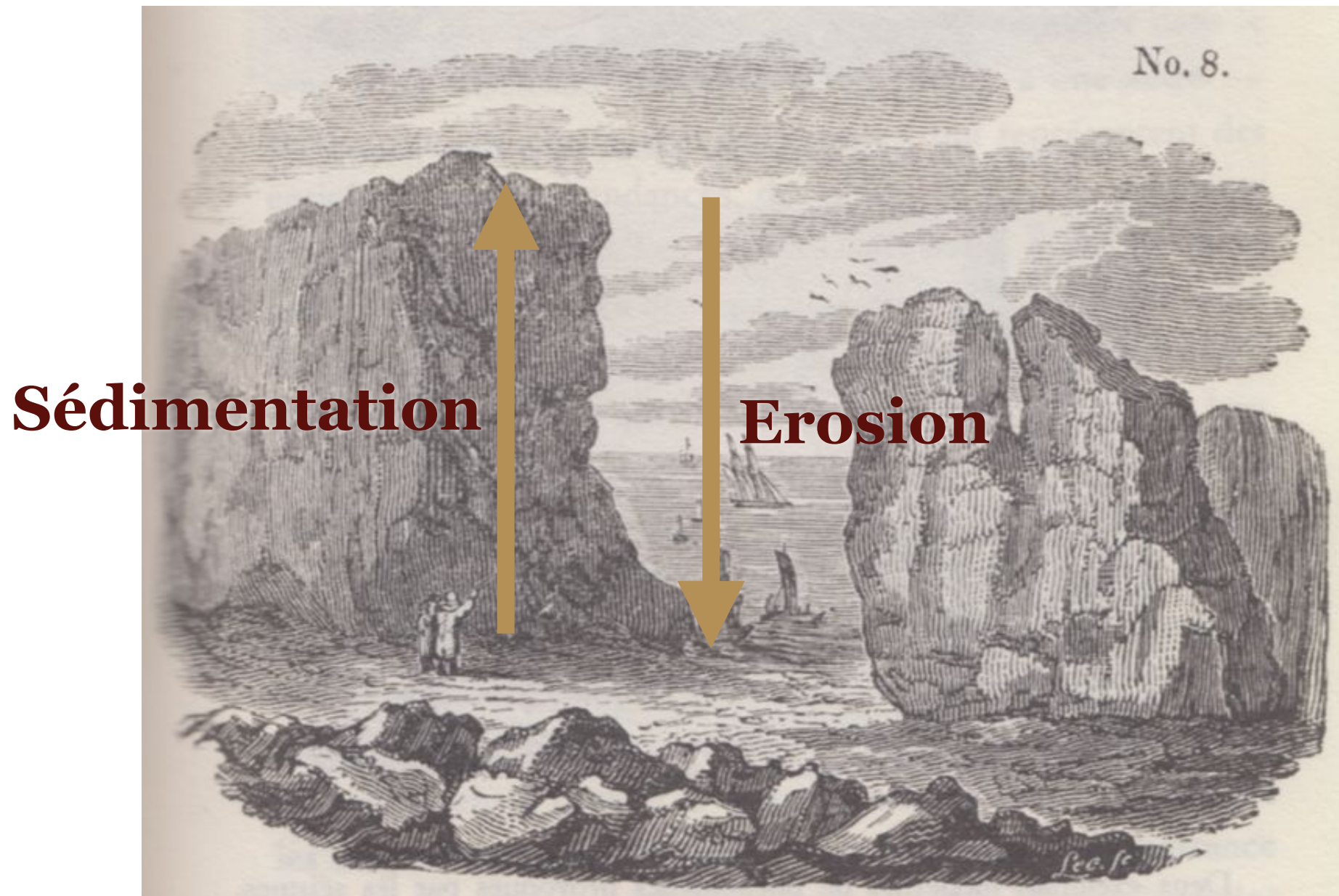
**Document 6 - extrait de *L'Âge de la Terre* par Hubert Krivine.**

*“Finalement, les travaux de Clair Patterson (1922-1995) vont beaucoup affiner les résultats. Il comprend que les plus vieilles roches accessibles, par définition situées à la surface de la Terre, ne peuvent fournir que l'âge de la croûte terrestre consolidée : en permanence, cette croûte se renouvelle par les mouvements de subduction (enfouissement d'une plaque tectonique sous une autre) et à travers les fractures volcaniques. La croûte dite océanique est effectivement recyclée par les courants de convection du manteau terrestre. La croûte continentale est moins dense que sa cousine océanique et n'est pas vraiment recyclée. Plusieurs grandes structures géologiques appelées cratons existent ainsi à la surface de la Terre, dont l'âge excède les 3 milliards d'années (au Canada, en Afrique du Sud, en Australie par exemple).”*



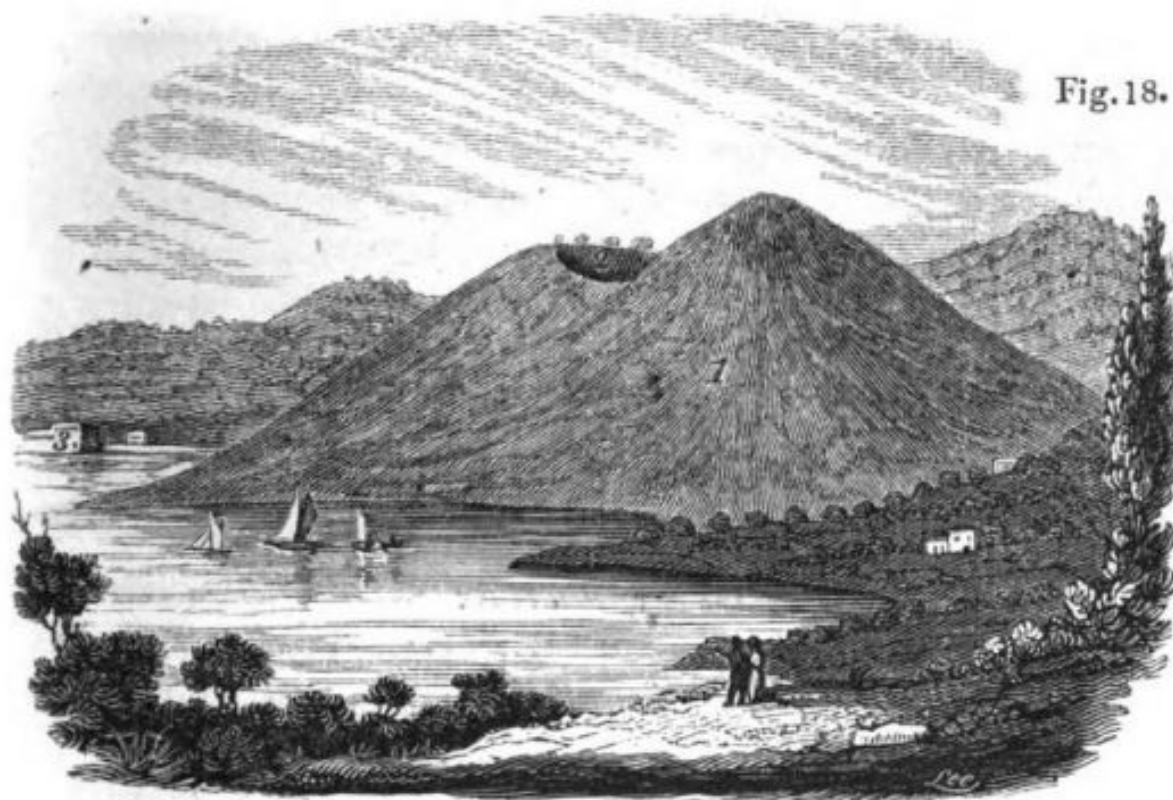
**Document 1 - Un exemple de destruction due à l'érosion : Le Grind of the Navir (on appelle ainsi une brèche ouverte par la mer dans une falaise des îles Shetland, élargie d'hiver en hiver par la houle qui s'y engouffre).**

Extrait de la sixième édition de *Principles of geology* par Charles Lyell (1833), cité par Gould dans *Aux racines du temps* (1990).



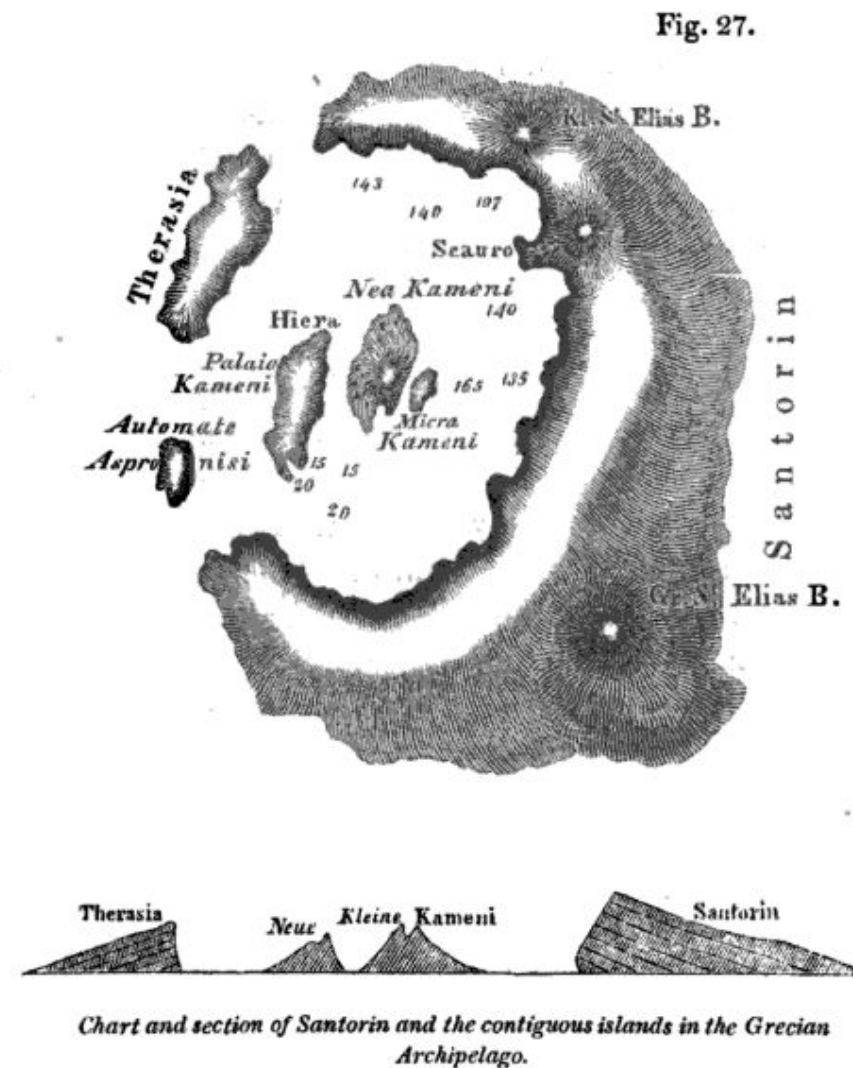


**Document 6 - Charles Lyell et le principe d'actualisme dans *Principles of Geology* (1830).**



*Monte Nuovo, formed in the Bay of Baiae, Sept. 29th, 1538.*

1. Cone of Monte Nuovo.
2. Brim of crater of ditto.
3. Thermal spring, called Baths of Nero, or Stufe di Tritoli.



*Chart and section of Santorin and the contiguous islands in the Grecian Archipelago.*

“ Ces deux illustrations tirées de la première édition des *Principles of Geology* sont un bon exemple de la méthode préconisée par Lyell pour démontrer, par la comparaison des structures géologiques héritées du passé avec les phénomènes en cours d'accomplissement à l'époque moderne, que les “causes actuelles” produisent invariablement les mêmes résultats.

En haut : un volcan de la baie de Naples, dont l'activité éruptive a été directement observée durant l'époque historique.

En bas : la topographie de ces îles des Cyclades montre que l'archipel entoure le cratère d'un ancien volcan.” (Gould, 1987, p. 172).



**Document complémentaire : Réflexion sur l'histoire des sciences, Extrait de *La Logique du vivant* (1970), François Jacob (p. 18 - 20).**

“Il est question ici d'hérédité et de reproduction. Il est question des transformations qui ont progressivement modifié la manière de considérer la nature des êtres vivants, leur structure, leur permanence au fil des générations. Pour un biologiste, il y a deux façons d'envisager l'histoire de sa science. On peut tout d'abord y voir la succession des idées et leur généalogie. On cherche alors le fil qui a guidé la pensée jusqu'aux théories en fonction aujourd'hui. Cette histoire se fait pour ainsi dire à rebours, par extrapolation du présent vers le passé. De proche en proche, on choisit la devancière de l'hypothèse en cours, puis la devancière de la devancière et ainsi de suite. Dans cette manière de faire, les idées acquièrent une indépendance. Elles se comportent un peu comme des êtres vivants. Elles naissent, elles engendrent, elles meurent. Ayant valeur d'explication, elles ont pouvoir d'infection et d'invasion. Il y a alors une évolution des idées soumise, tantôt à une sélection naturelle qui se fonde sur un critère d'interprétation théorique, donc de réutilisation pratique, tantôt à la seule téléologie de la raison. Selon cette façon de voir, la génération spontanée, par exemple, commence à s'estomper avec les expériences de Francisco Redi. Elle perd encore du terrain avec celles de Spallanzani. Elle disparaît définitivement avec celles de Pasteur. Mais on ne comprend pas alors pourquoi il faut attendre que Pasteur répète, même en les perfectionnant, les travaux de Spallanzani pour en tirer les mêmes conclusions. Ni pourquoi Needham fait exactement la même chose que Spallanzani, trouve des résultats inverses, en tire des conclusions opposées. De même avec la théorie de l'évolution. On peut voir dans Lamarck le précurseur de Darwin, dans Buffon celui de Lamarck, dans Benoît de Maillet celui de Buffon et ainsi de suite. Mais on se demande alors pourquoi au début du xix<sup>e</sup> siècle, ceux mêmes qui, comme Goethe, Erasme Darwin ou Geoffroy Saint-Hilaire guettaient les arguments en faveur du transformisme négligent à peu près totalement les idées de Lamarck. Il y a une autre manière d'envisager l'histoire de la biologie. C'est de rechercher comment les objets sont devenus accessibles à l'analyse, permettant ainsi à de nouveaux domaines de se constituer en sciences. Il s'agit alors de préciser la nature de ces objets, l'attitude de ceux qui les étudient, leur manière d'observer, les obstacles que dresse devant eux leur



# Conclusion



# Conclusion

- Histoire des sciences => image de la Nature de la science et de l'activité scientifique ;
- Nécessite du temps... donc des choix...
- Des objectifs explicites et un « message à retenir » d'ordre épistémologique,
- Distinguer Savoirs, croyances... sciences et pseudosciences ;
- Chercher l'investigation, mettre les élèves acteurs de recherches historiques... un travail collaboratif ?
- Des textes historiques, des expériences ou observations, des controverses à analyser.



#### 9.4. Annexe 3 - Exemple d'une présentation d'objectifs de séance.

**Titre -**

<b>Objectifs épistémologiques</b>	
<b>Objectifs de connaissance, capacité ou attitude.</b>	
<b>Le message à retenir portant sur la nature de la science et de l'activité scientifique.</b>	
<b>Objectifs évaluable</b>	



# Envisager une progression des apprentissages d'ordre épistémologique

## 1 - Une longue histoire de la matière

L'immense diversité de la matière dans l'Univers se décrit à partir d'un petit nombre de particules élémentaires qui se sont organisées de façon hiérarchisée, en unités de plus en plus complexes, depuis le *Big Bang* jusqu'au développement de la vie.

### Histoire, enjeux et débats

De Fraunhofer à Bethe : les éléments dans les étoiles.  
Hooke, Schleiden et Schwann : de la découverte de la cellule à la théorie cellulaire.  
Becquerel, Marie Curie : la découverte de la radioactivité, du radium.  
Industrie des métaux et du verre.

## 2 - Le Soleil, notre source d'énergie

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du Soleil. Cette énergie conditionne la température de surface de la Terre et détermine climats et saisons. Elle permet la photosynthèse des végétaux et se transmet par la nutrition à d'autres êtres vivants.

### Histoire, enjeux, débats

Repères historiques sur l'étude du rayonnement thermique (Stefan, Boltzmann, Planck, Einstein).  
Le discours sur l'énergie dans la société : analyse critique du vocabulaire d'usage courant (énergie fossile, énergie renouvelable, etc.).  
L'albédo terrestre : un paramètre climatique majeur.  
Distinction météorologie/climatologie.

## 3 - La Terre, un astre singulier

La Terre, singulière parmi un nombre gigantesque de planètes, est un objet d'étude ancien. Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à de premières représentations. La compréhension scientifique de sa forme, son âge et son mouvement résulte d'un long cheminement, émaillé de controverses.

### Histoire, enjeux et débats

L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Ératosthène (et les hypothèses d'Anaxagore).  
L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Delambre et Méchain (détermination de la longueur du méridien reliant Dunkerque à Barcelone).  
Histoire de la définition du mètre.  
Quelques grandes étapes de l'étude de l'âge de la Terre : Buffon, Darwin, Kelvin, Rutherford.  
Modalités de la construction d'une approche scientifique d'une question controversée pour aboutir à un résultat stabilisé.  
Grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire : Ptolémée, Copernic, Galilée, Kepler, Tycho Brahe, Newton.

## 4 - Son et musique, porteurs d'information

L'être humain perçoit le monde à l'aide de signaux dont certains sont de nature sonore. De l'Antiquité jusqu'à nos jours, il a combiné les sons de manière harmonieuse pour en faire un art, la musique, qui entretient des liens privilégiés avec les mathématiques. L'informatique permet aujourd'hui de numériser les sons et la musique.  
La compréhension des mécanismes auditifs s'inscrit dans une perspective d'éducation à la santé.

### Histoire, enjeux, débats

L'histoire de l'analyse temps-fréquence depuis Fourier.  
La controverse entre d'Alembert, Euler et Daniel Bernoulli sur le problème des cordes vibrantes.  
L'histoire des gammes, de Pythagore à Bach.  
Des algorithmes au cœur de la composition musicale : de l'Offrande musicale de Bach à la musique contemporaine.  
Les enjeux culturels et économiques de la numérisation et de la compression des sons.  
La santé auditive.

## 5 - Projet expérimental et numérique

Le projet s'articule autour de la mesure et des données qu'elle produit, qui sont au cœur des sciences expérimentales. L'objectif est de confronter les élèves à la pratique d'une démarche scientifique expérimentale, de l'utilisation de matériels (capteurs et logiciels) à l'analyse critique des résultats.

Le projet expérimental et numérique comporte trois dimensions :

- utilisation d'un capteur éventuellement réalisé en classe ;
- acquisition numérique de données ;
- traitement mathématique, représentation et interprétation de ces données.

*Une programmation et/ou progressivité d'objectifs  
d'apprentissage d'ordre épistémologique*



# Envisager une progression des apprentissages d'ordre épistémologique

# *Situation d'apprentissage en SVT et PC...*

Comprendre que les connaissances scientifiques sont le produit de l'imagination et de la créativité humaine : la créativité est impliquée à tous les stades de l'investigation scientifique.

Comprendre qu'il y a une relation forte entre les questions techniques et l'évolution des idées

La Terre, singulière parmi un nombre gigantesque de planètes, est un objet d'étude ancien. Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à des premières représentations. La compréhension scientifique de sa forme, son âge et son mouvement résulte d'un long cheminement, émaillé de controverses.

## Histoire, enjeux et débats

# Situation d'apprentissage en SVT et PC...

Comprendre qu'il y a une relation forte entre les questions techniques et l'évolution des idées

Comprendre que les scientifiques sont engagés dans un cadre théorique qui influence leur activité et leur questionnement.

# Situation d'apprentissage en SVT et PC...

Comprendre que les scientifiques sont engagés dans un cadre théorique qui influence leur activité et leur questionnement.

## Son et musique, porteurs d'information

L'être humain perçoit le monde à l'aide de signaux dont certains sont de nature sonore. De l'Antiquité jusqu'à nos jours, il a combiné les sons de manière harmonieuse pour en faire un art, la musique, qui entretient des liens privilégiés avec les mathématiques. L'informatique permet aujourd'hui de numériser les sons et la musique.

La compréhension des mécanismes auditifs s'inscrit dans une perspective d'éducation à la santé.

## Histoire... jeux, débats

- L'histoire de l'analyse temps-fréquence depuis Fourier.
- La controverse entre d'Alembert, Euler et Daniel Bernoulli sur le problème des cordes vibrantes.
- L'histoire des gammes, de Pythagore à Bach.
- Des algorithmes au cœur de la composition musicale : de l'Oratorio musicale de Bach à la musique contemporaine.
- Les enjeux culturels et économiques de la numérisation et de la compression des sons.
- La santé auditive.

## 5 - Projet expérimental et numérique

nées qu'elle produit, qui sont au cœur des  
er les élèves à la pratique d'une démarche  
tériels (capteurs et logiciels) à l'analyse

s dimensions :

- utilisation d'un capteur éventuellement réalisé en classe ;
- acquisition numérique de données ;
- traitement mathématique, représentation et interprétation de ces données

*Une programmation et/ou progressivité d'objectifs  
d'apprentissage d'ordre épistémologique*

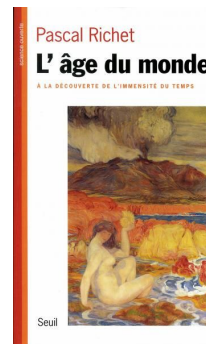


## 8. Ressources bibliographiques

### 8.1. Les ressources scientifiques



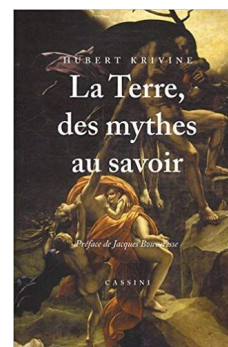
**Quel est l'âge de la Terre?, Jacques Treiner, Edition LE POMMIER COLLECTION :**  
*Quel est l'âge de la Terre ? Quelques milliers d'années, quelques millions, plusieurs milliards ? Que racontaient les mythes ? Que s'est-il passé quand la science s'est emparée de la question ? Pourquoi Kelvin et Darwin se sont-ils opposés sur le sujet ? Comment sommes-nous parvenus à un âge de 4,5 milliards d'années, un chiffre en dehors de notre perception immédiate, sensorielle, du temps ?*



#### **L'Âge du monde. A la découverte de l'immensité du temps, Pascal Richet**

*Comment de l'Antiquité à aujourd'hui, l'étude de la nature a-t-elle façonné notre perception du temps et des durées ? Des modestes millénaires de la tradition judéo-chrétienne aux milliards d'années de la science contemporaine, l'âge du monde a connu une longue et complexe histoire. Les patriarches de l'Ancien Testament, la précession des équinoxes, la passion du Christ, les âmes astrales, la forme de la Terre, la vie des pierres, la nature des fossiles, la course des comètes, la salure de la mer, les extinctions d'espèces, la radioactivité et la bombe atomique, autant de cases du curieux jeu de l'oie - riche en retours en arrière... - qui a conduit notre savoir à son état présent.*

*Une belle illustration du rôle majeur que jouent désormais dans notre culture les sciences de la Terre, touchant à la fois à celles de la Vie et du Cosmos.*



#### **H. Krivine, « La Terre, des mythes au savoir », Cassini (2011)**

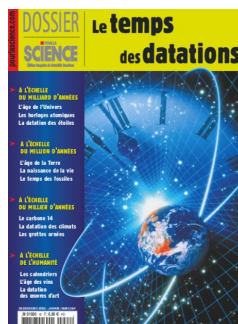
*Comment la Terre a-t-elle pu vieillir de plus de quatre milliards d'années en moins de quatre cents ans ? Newton, par exemple, appuyé sur une lecture sérieuse de la Bible, datait la création du monde à 3 998 av. J C ; aujourd'hui nous savons que la Terre est âgée de 4,5 milliards d'années. Comment, contrairement à l'évidence et aux textes sacrés, a-t-on compris que le mouvement des cieux s'expliquait par celui de la Terre ? Quelle a été la démarche initiée par les savants de la période de l'âge d'or arabe et reprise à la Renaissance pour se dégager d'une lecture littérale du Livre saint ? Hubert Krivine, en répondant à ces questions, se propose de montrer ce qui distingue une connaissance scientifique d'une simple croyance. Misère intellectuelle bien souvent nourrie par la misère tout court, le renouveau de divers fondamentalismes religieux rend étonnamment actuels l'argumentation de Galilée et l'apport de Darwin.*



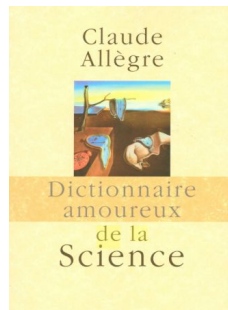
#### **Histoire de l'âge de la Terre, H. Krivine**

*La Terre a un âge et cet âge a une histoire peu banale. Calculé à 4000 ans avant J.-C. à la Renaissance, il sera estimé à quelques dizaines de millions d'années à la fin du XIXe siècle. Il est maintenant fixé à 4,55 milliards d'années. Comment notre planète a-t-elle pu vieillir de plus de 4 milliards d'années en 400 ans ? La réponse à cette question convoque à peu près tous les savoirs depuis les mathématiques, la physique (dans toutes ses branches), la chimie, l'histoire, la théologie et la philosophie.*  
[http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2011/03\\_Krivine.pdf](http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2011/03_Krivine.pdf)





**Dossier Hors-Série Pour la Science n° 42 (janvier-Mars 2004), Le temps des datations.**



Article **Age de la Terre** du *Dictionnaire amoureux de la Science*, Claude Allègre  
Consultable en [ligne](#).



**Conférence “Peut-on être sûr de l’âge de la Terre ?”**, Hubert Krivine  
La Terre a vieilli de 5 milliards d’années en seulement 400 ans. En passant de l’âge biblique soigneusement établi à 3 998 av. J.-C. par Newton aux 4,55 milliards d’années actuels, notre savoir sur la Terre a considérablement changé. Peut-on être maintenant certain de ce résultat ?

Avec cet exemple précis, cet exposé veut montrer ce qui distingue l’établissement d’une connaissance scientifique d’une simple croyance.

[https://www.youtube.com/watch?v=oE\\_9H7NLnzM](https://www.youtube.com/watch?v=oE_9H7NLnzM)

**Émissions France Inter “Sur les épaules de Darwin” de J.C. Ameisen sur l’âge de la Terre :**

- <https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-27-fevrier-2016>
- <https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-05-mars-2016>
- <https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-12-mars-2016>



**Conférences Histoire de l’âge de la Terre - 5 à 7 de l’Académie des sciences - Cycle Histoire et philosophie des sciences**

<https://www.academie-sciences.fr/fr/Seances-publiques/age-terre.html>



<http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temps/allee/comprendre/la-notion-de-temps>

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/Buffon-origine-monde.xml>

**Article “L'évolution est un phénomène lent”, Pierre Thomas, Laboratoire de Sciences de la Terre / ENS Lyon : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/Img268-2009-03-30.xml>**



<https://publish.illinois.edu/clair-patterson/clair-pattersons-early-life-and-research/>

[http://acces.ens-lyon.fr/acces/logiciels/videotheque/20090512/fichiers/florence\\_trouillet.pdf](http://acces.ens-lyon.fr/acces/logiciels/videotheque/20090512/fichiers/florence_trouillet.pdf)



## 8.2. Les ressources pédagogiques :

01 février 2012

### Tous chercheurs !

Ce blog raconte le projet mené par une classe de 1ère S, au Lycée Français du Caire en 2012. Initialement baptisé "Sciences en Jeans", ce projet - associé à d'autres qui ont vu le jour en Egypte dans la même année - avait pour ambition de proposer aux élèves, dans les séances d'Aide Personnalisée, un véritable travail de recherche auquel des chercheurs étaient associés. Il a débouché sur plusieurs rencontres avec ceux-ci puis sur une présentation finale, le 30 mai, à l'Institut français d'Egypte, à Mounira.

Ont particulièrement oeuvré à cette entreprise : Lama Afifi, Farah Anwar, Daniel Bector, Pedro Calvo-Sotello, Antoine Elain, Hussein Kamel, Isabelle McCarthy, Rayhane Monkachi, Laila Omar.

**Un exemple de projet de classe au lycée autour de l'âge de la Terre :** Ce blog raconte le projet mené par une classe de 1ère S, au Lycée Français du Caire en 2012. Initialement baptisé "Sciences en Jeans", ce projet - associé à d'autres qui ont vu le jour en Egypte dans la même année - avait pour ambition de proposer aux

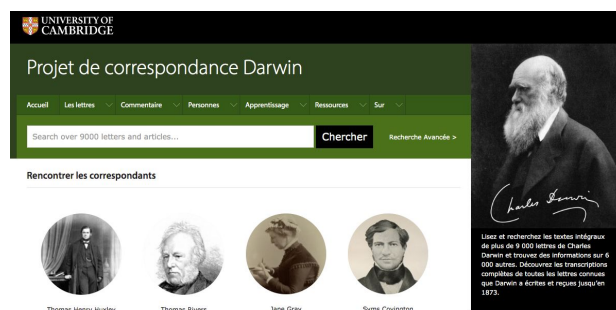
élèves, dans les séances d'Aide Personnalisée, un véritable travail de recherche auquel des chercheurs étaient associés. Il a débouché sur plusieurs rencontres avec ceux-ci puis sur une présentation finale, le 30 mai, à l'Institut français d'Egypte, à Mounira. <http://agedelaterre.canalblog.com/>



### 8.3. Pour rechercher des textes historiques :



<https://books.google.fr/>



#### **Darwin Correspondence Project**

Lisez et recherchez les textes intégraux de plus de 9 000 lettres de Charles Darwin et trouvez des informations sur 6 000 autres. Découvrez les

68

transcriptions complètes de toutes les lettres connues que Darwin a écrites et reçues jusqu'en 1873.

<https://www.darwinproject.ac.uk/>



Textes fondateurs de la science analysés par les scientifiques d'aujourd'hui.

<http://www.bibnum.education.fr>



#### 8.4. Les ressources en didactique :

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.629013>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science.
- Allègre, C., & René, D. (2014). *La géologie. Passé, présent et avenir de la terre: Passé, présent et avenir de la terre*. Éditions Belin.
- Bosdeveix, R. (2016). Entre classifications fonctionnelle et phylogénétique : le groupe des végétaux. Une reconstruction didactique basée sur l'histoire des sciences dans le cadre de la formation des enseignants de sciences de la vie et de la Terre.
- Crépin-Obert, P. (2010). Construction de problèmes et obstacles épistémologiques à propos du concept de fossile: étude épistémologique comparative entre des situations de débat à l'école primaire et au collège et des controverses historiques du XVIIe au XIXe siècle (Université de Nantes). Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00493027/>
- Hosson, C. de, & Schneeberger, P. (2011). Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (3), 9-20.
- Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, 21(9), 1233-1261. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9330-3>
- Maurines, L., & Beaufiles, D. (2011). Un enjeu de l'histoire des sciences dans l'enseignement: l'image de la nature des sciences et de l'activité scientifique. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (3), 271-305.
- Maurines, L., Gallezot, M., Ramage, M.-J., & Beaufiles, D. (2013). La nature des sciences dans les programmes de seconde de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (7). Consulté à l'adresse <http://rdst.revues.org/674>
- Savaton, P. (2011). Histoire des sciences et enseignement du modèle de la tectonique des plaques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (3), 107-126. <https://doi.org/10.4000/rdst.394>