

INTRODUCTION

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Culture Scientifique : une très brève histoire du temps

A. Duittoz, C. Georgelin, L. Villain
Année Universitaire 2012-2013

Parcours Métiers de l'enseignement

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin,

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve,

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

Illusion ou réalité ? Causalité

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

Illusion ou réalité ? Causalité

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

Illusion ou réalité ? Causalité

(E. Klein, le facteur Temps ne sonne jamais deux fois)

3 Sa perception (durée) est subjective

4 Le temps Social : celui des calendriers

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

Illusion ou réalité ? Causalité

(E. Klein, le facteur Temps ne sonne jamais deux fois)

3 Sa perception (durée) est subjective

4 Le temps Social : celui des calendriers

5 Comment mesure-t-on le Temps ?

De la difficulté de définir le Temps

Plusieurs Temps ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Définir le Temps ?

St Augustin, Modèle du fleuve, de la flèche

2 Qu'est-ce qui fait s'écouler le temps et comment le perçoit-on ?

Le temps existe-t-il ? depuis quand ?

Illusion ou réalité ? Causalité

(E. Klein, le facteur Temps ne sonne jamais deux fois)

3 Sa perception (durée) est subjective

4 Le temps Social : celui des calendriers

5 Comment mesure-t-on le Temps ?

6 Le temps scientifique (objectif et absolu) de Newton

7 Le(s) temps scientifique(s) relatif(s) d'Einstein

Temps et conception du monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Le temps Antique

Platon, Aristote, Ptolomée

Temps et conception du monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

1 Le temps Antique

Platon, Aristote, Ptolomée

2 Le temps de la Mécanique classique

Copernic, Képler, Galilée, Newton

Temps et conception du monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

1 Le temps Antique

Platon, Aristote, Ptolomée

2 Le temps de la Mécanique classique

Copernic, Képler, Galilée, Newton

3 Mécanique quantique et espace-temps

Poincaré, Langevin, Einstein...

Aristote

Stagire 384-322 av JC

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

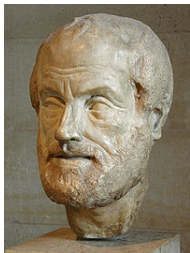
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Philosophe éminent et précepteur d'Alexandre
le Grand

■ Première difficulté : Existence du temps ?

Aristote

La Physique

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

- Première difficulté : Existence du temps ?
- Le temps est divisible mais ses parties n'existent pas ...
- C'est le mouvement qui permet la perception du temps

- Première difficulté : Existence du temps?
- Le temps est divisible mais ses parties n'existent pas ...
- C'est le mouvement qui permet la perception du temps
Mais le mouvement n'est pas le temps
Le temps est partout en toutes choses façon égale
Le temps permet d'associer à un mouvement un nombre
- l'Instant : constitue l'essence du temps car il lui permet
d'être continu et divisible à l'infini
Paradoxe de Zénon
- L'Etre et le temps
- Le Temps et l'âme
- Mouvement circulaire uniforme : unité de mesure du temps

Paradoxe et récréations mathématiques

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Jusqu'à l'aube du XXème siècle les grands mathématiciens s'adonnaient aux jeux mathématiques et parfois ces problèmes ludiques, en particulier la "résolution des paradoxes" de type logique ou non , nourrissaient la recherche fondamentale.

Parmi les paradoxes célèbres, outre Zénon, citons celui d'Epiménide, Philodophe crétois du VIème siècle :

Paradoxe et récréations mathématiques

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Jusqu'à l'aube du XXème siècle les grands mathématiciens s'adonnaient aux jeux mathématiques et parfois ces problèmes ludiques, en particulier la "résolution des paradoxes" de type logique ou non , nourrissaient la recherche fondamentale.

Parmi les paradoxes célèbres, outre Zénon, citons celui d'Epiménide, Philodophe crétois du VIème siècle :

;; Les Crétois mentent toujours;;

Paradoxe et récréations mathématiques

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Jusqu'à l'aube du XXème siècle les grands mathématiciens s'adonnaient aux jeux mathématiques et parfois ces problèmes ludiques, en particulier la "résolution des paradoxes" de type logique ou non , nourrissaient la recherche fondamentale.

Parmi les paradoxes célèbres, outre Zénon, citons celui d'Epiménide, Philodophe crétois du VIème siècle :

;; Les Crétois mentent toujours; Il est impossible de décider si Epiménide dit la vérité ...

Paradoxe et récréations mathématiques

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Jusqu'à l'aube du XXème siècle les grands mathématiciens s'adonnaient aux jeux mathématiques et parfois ces problèmes ludiques, en particulier la "résolution des paradoxes" de type logique ou non , nourrissaient la recherche fondamentale.

Parmi les paradoxes célèbres, outre Zénon, citons celui d'Epiménide, Philodophe crétois du VIème siècle :

;; Les Crétois mentent toujours;; Il est impossible de décider si Epiménide dit la vérité ...

Quel est le titre de ce Livre : Ouvrage de Raymond Sullivan
Gödel Esher et Bach, D. Hoffstadter

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Popularise le calcul avec les chiffres arabes (Père responsable des douanes en Algérie).

Liber abaci : ouvrage de 1202 contenant de nombreux petits problèmes dont celui pour lequel son nom est resté célèbre :

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Popularise le calcul avec les chiffres arabes (Père responsable des douanes en Algérie).

Liber abaci : ouvrage de 1202 contenant de nombreux petits problèmes dont celui pour lequel son nom est resté célèbre :
Combien de couples de lapins obtiendrons nous à la fin de l'année si commençant avec un couple chaque couple produisait chaque mois un nouveau couple capable de se reproduire au second mois de son existence ?

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Popularise le calcul avec les chiffres arabes (Père responsable des douanes en Algérie).

Liber abaci : ouvrage de 1202 contenant de nombreux petits problèmes dont celui pour lequel son nom est resté célèbre :

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Popularise le calcul avec les chiffres arabes (Père responsable des douanes en Algérie).

Liber abaci : ouvrage de 1202 contenant de nombreux petits problèmes dont celui pour lequel son nom est resté célèbre :
Suite de Fibonacci = Premier modèle de reproduction

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Popularise le calcul avec les chiffres arabes (Père responsable des douanes en Algérie).

Liber abaci : ouvrage de 1202 contenant de nombreux petits problèmes dont celui pour lequel son nom est resté célèbre :

Suite de Fibonacci = Premier modèle de reproduction

Apparition du **nombre d'or (divine proportion)** $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$

Léonard de Pise dit Fibonacci (1170-1245 apr JC)

Le seul Mathématicien du Moyen Âge

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Un problème pour vous :

Sachant qu'il faut 4 heures à un lion pour dévorer un mouton ,
5 heures à un léopard et 6 à un ours , combien de temps
faudra-t-il à ces 3 animaux pour mettre à mal un mouton ?

Paradoxe de Zénon

Achille et la tortue

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Pour devancer Achille, une faible tortue
En efforts impuissants, vainement s'évertue :
Bien qu'elle ait comme avance dix pas de chemin,
Il va dix fois plus vite et son but est certain.
Voyons s'il peut la joindre en cette circonstance
Et cherchons en quel point il regagne l'avance.
Zénon lephilosophe, qu'on nommait stoïcien,
N'était pas, sûrement, fin mathématicien.
Il pensait faussement que l'intrépide Achille
N'attraperait jamais la tortue malhabile.

Paradoxe de Zénon

Achille et la tortue

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Car pendant, disait-il, qu'Achille entreprenant
Ferait le premier pas, il paraissait constant
Que la faible tortue, en suivant son système,
Assurément d'un pas parcourrait le dixième.
Et lorsqu'à ce dixième on verrait le héros,
Notre adroite tortue, continuant à propos,
De ce dixième acquis, comptant sur elle-même,
En ferait le dixième, ou plutôt le centième.

Paradoxe de Zénon

Achille et la tortue

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Car pendant, disait-il, qu'Achille entreprenant
Ferait le premier pas, il paraissait constant
Que la faible tortue, en suivant son système,
Assurément d'un pas parcourrait le dixième.
Et lorsqu'à ce dixième on verrait le héros,
Notre adroite tortue, continuant à propos,
De ce dixième acquis, comptant sur elle-même,
En ferait le dixième, ou plutôt le centième.

La manipulation de quantité "infiniment petites" dont le statut
n'est pas bien clair peut conduire à des paradoxes .

L'accumulation de quantités de plus en plus petites peu
conduire :

-soit à une quantité finie

-soit à une quantité infinie

Paradoxe

$$\pi = 2$$

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

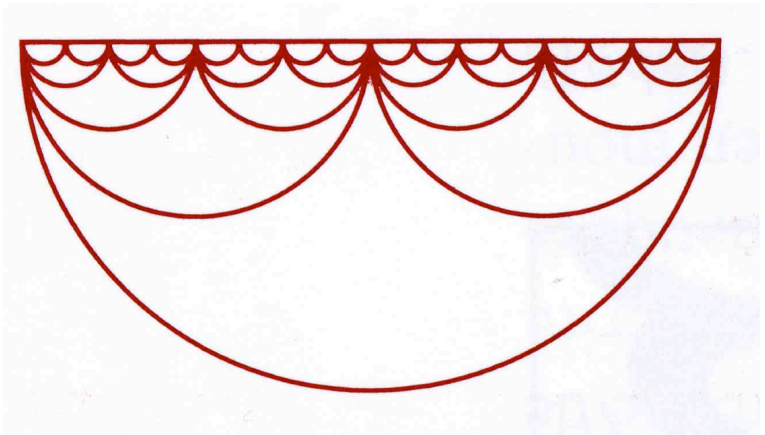
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement π

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

En approchant la circonférence du cercle par deux polygones à n cotés , l'un inscrit, l'autre circonscrit, il obtient

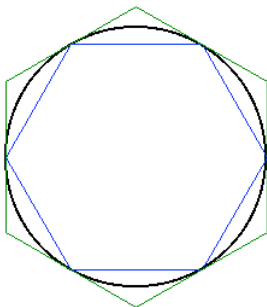
$$3 + \frac{1}{7} < \pi < 3 + \frac{10}{17}.$$

Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement π

En approchant la circonférence du cercle par deux polygones à n cotés , l'un inscrit, l'autre circonscrit, il obtient

$$3 + \frac{1}{7} < \pi < 3 + \frac{10}{17}.$$



Le périmètre du cercle est compris entre le périmètre de l'hexagone bleu et celui de l'hexagone en vert.

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

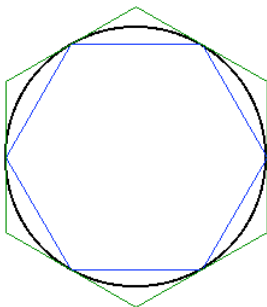
Mouvements
Terre

Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement π

En approchant la circonférence du cercle par deux polygones à n cotés , l'un inscrit, l'autre circonscrit, il obtient

$$3 + \frac{1}{7} < \pi < 3 + \frac{10}{17}.$$



Le périmètre du cercle est compris entre le périmètre de l'hexagone bleu et celui de l'hexagone en vert.

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Pourtant l'infiniment petit maîtrisé conduit à la vérité

et pendant des siècles on a raffiné cette idée

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Liu Hui (3ème siècle ac) avec polygone à 192 cotés :

Pourtant l'infiniment petit maîtrisé conduit à la vérité

et pendant des siècles on a raffiné cette idée

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Liu Hui (3ème siècle ac) avec polygone à 192 cotés :
— — — — — $> \pi = 3,14159$

Pourtant l'infiniment petit maîtrisé conduit à la vérité

et pendant des siècles on a raffiné cette idée

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Liu Hui (3ème siècle ac) avec polygone à 192 cotés :

$$- - - - - > \pi = 3,14159$$

Al Kashi : formules de géométrie triangulaire polygone à 3×2^{28}
cotés $- - - - - >$ Précision 20 chiffres

Fibonacci : toujours avec polygone à 2^{60} cotés

Pourtant l'infiniment petit maîtrisé conduit à la vérité

et pendant des siècles on a raffiné cette idée

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Liu Hui (3ème siècle ac) avec polygone à 192 cotés :

— — — — — $> \pi = 3,14159$

Al Kashi : formules de géométrie triangulaire polygone à 3×2^{28}
cotés — — — — — $>$ Précision 20 chiffres

Fibonacci : toujours avec polygone à 2^{60} cotés — — — — — $>$
35 bonnes décimales !

Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement Π

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Nombres réels : approche géométrique de la définition
Un réel est un point de la droite

Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement Π

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Nombres réels : approche géométrique de la définition

Un réel est un point de la droite — — — — — $>$ Temps

17ème siècle : Avènement du "Calcul infinitésimal"

Compréhension de ces infiniments petits — $>$ Fin du 19ème
siècle

Pourtant l'infiniment petit Maîtrisé conduit à la vérité

Archimède approximait correctement Π

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Nombres réels : approche géométrique de la définition

Un réel est un point de la droite — — — — — $>$ Temps

17ème siècle : Avènement du "Calcul infinitésimal"

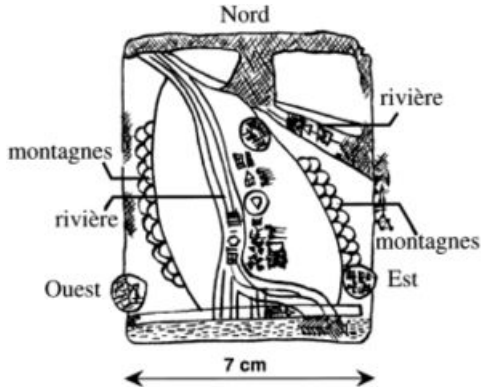
Compréhension de ces infiniments petits — $>$ Fin du 19ème
siècle

LA droite n'est qu'une représentation, un support visuel mais ne permet pas la compréhension du tout.

Premiers Modèles de Terre

Elle est plate

La plus vieille carte connue : British Museum



Premier Modèle de Terre

Elle est plate même pour Thalès

Hecataeus_world_map-fr

11/02/09 16:52

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

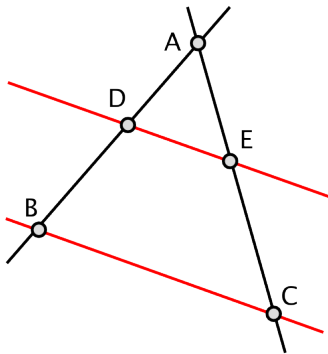
Mouvements
Terre



Thalès de Milet (624-548 av JC)

Le Sage Géomètre , Inventeur de la trigonométrie

Le théorème qui porte son nom :



$$\frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} = \frac{DE}{CB}$$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

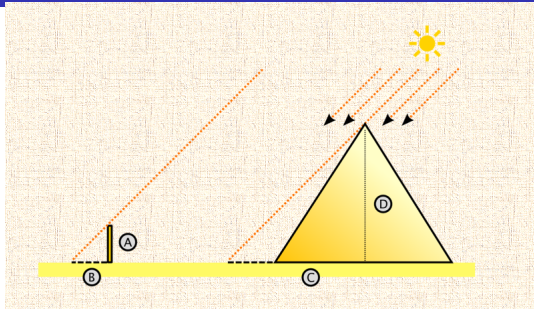
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc } D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et } A = \text{Thalès ou son bâton}$$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

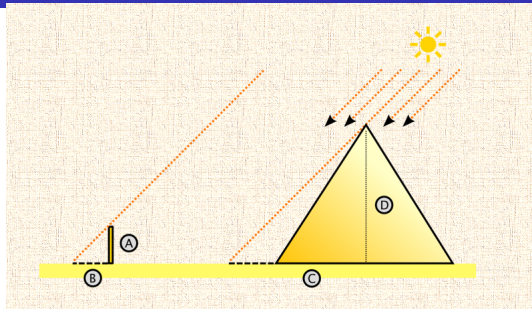
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc} \quad D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et} \quad A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée...}$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

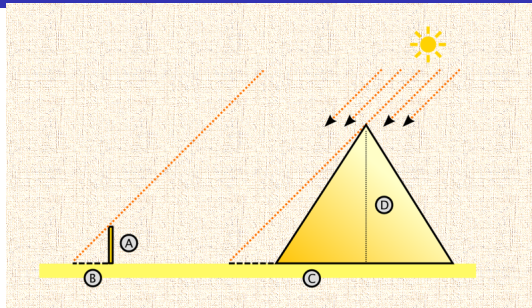
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc} \quad D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et} \quad A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

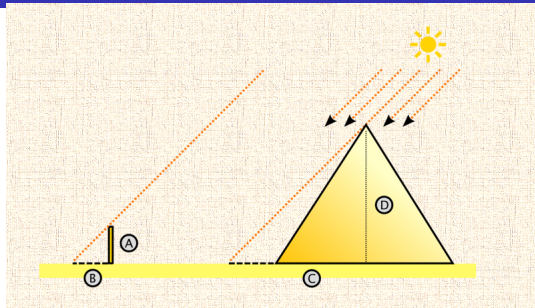
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc} \quad D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et} \quad A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

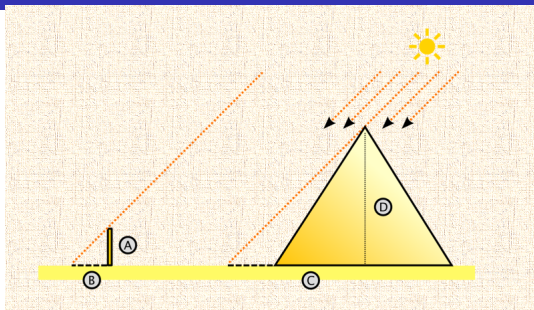
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc } D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et } A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

$D = 276,25 \dots$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

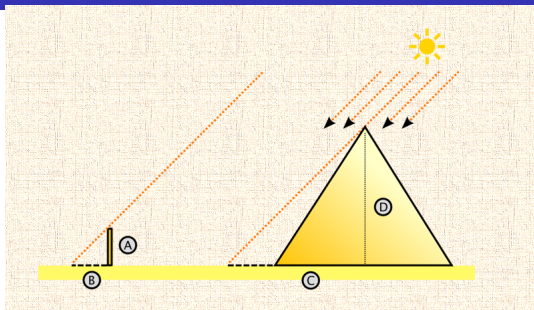
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc } D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et } A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

$D = 276,25 \dots D = 147 \text{ m}$

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

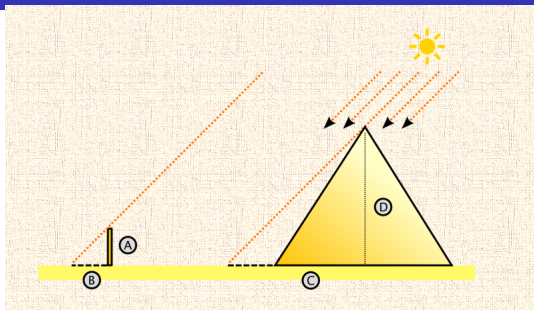
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc } D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et } A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

$D = 276,25 \dots D = 147 m$, **mesure actuelle 137m**

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

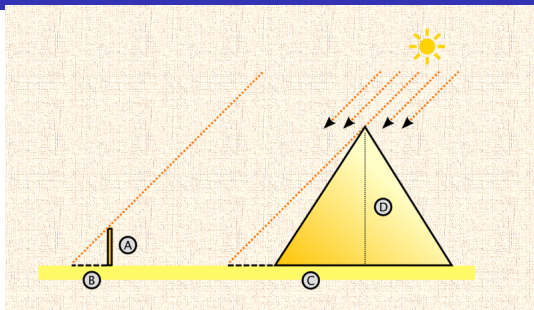
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc} \quad D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et} \quad A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

$D = 276,25 \dots D = 147 m$, **mesure actuelle 137m**

Mesures égyptiennes "anatomiques" : doigts, paumes et coudées

Thalès de Milet et les triangles semblables

Le légende de Khéops

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

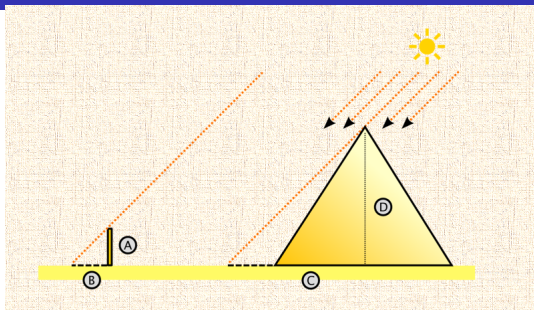
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



$$\frac{A}{B} = \frac{D}{C} \quad \text{donc } D = \frac{C \times A}{B} \quad \text{et } A = \text{Thalès ou son bâton}$$

et bien sûr $C = \text{demi-base} + \text{Ombre portée} \dots$

Base = 440 coudées royales égyptiennes $\simeq 230,5m$

On trouve $D = 85$ Thalès, Thalès = 3,25 coudées égyptiennes

$D = 276,25 \dots D = 147 m$, **mesure actuelle 137m**

Mesures égyptiennes "anatomiques" : doigts, paumes et coudées

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Argument 1

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Argument 2

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Argument 2 : Aspect du ciel change si on va vers le sud ou le Nord

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Argument 2 : Aspect du ciel change si on va vers le sud ou le Nord

Argument 3

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Argument 2 : Aspect du ciel change si on va vers le sud ou le Nord

Argument 3 : Terre résulte de l'agglomération de parties allant vers un même point

Première explication de la pesanteur

Modèle de Terre chez Aristote

Elle est sphérique !

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Argument 1 : Ombre de la Terre est portée sur la lune lors des éclipses

Argument 2 : Aspect du ciel change si on va vers le sud ou le Nord

Argument 3 : Terre résulte de l'agglomération de parties allant vers un même point

Première explication de la pesanteur

Traité : *De Caelo* : estimation de la circonférence de la Terre
74000 km

Eratosthène de Cyrène (273-192 av JC)

Un géographe-géomètre : Méthode de mesure du rayon de la Terre

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Invité de Ptolémée III Evergète — > Bibliothèque d'Alexandrie
Estimation de la circonférence de la Terre **250000 stades**
= 39375 km !

Eratosthène de Cyrène (273-192 av JC)

Un géographe-géomètre : Méthode de mesure du rayon de la Terre

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Invité de Ptolémée III Evergète — > Bibliothèque d'Alexandrie

Estimation de la circonférence de la Terre 250000 stades

= 39375 km !

40075,017 km à l'équateur 40007,864 km Périmètre polaire

Eratosthène de Cyrène (273-192 av JC)

Un géographe-géomètre : Méthode de mesure du rayon de la Terre

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Invité de Ptolémée III Evergète — > Bibliothèque d'Alexandrie

Estimation de la circonférence de la Terre **250000 stades**

= 39375 km !

40075,017 km à l'équateur **40007,864 km Périmètre polaire**

Mesure de la distance d'Alexandrie à Assouan (Syène) : en
pas !

Un ouvrage de vulgarisation : *Les Cheveux de Bérénice* D.

Guedj

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)



Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)



Longitude Alexandrie : $29^{\circ} 53'$ Longitude Assouan : $32^{\circ} 51'$

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

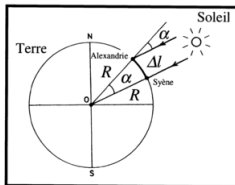
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

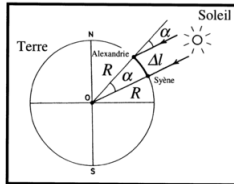
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)

d :distance Alexandrie-Assouan, C : Circonférence Terre

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

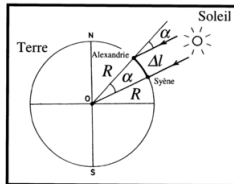
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)

d :distance Alexandrie-Assouan, C : Circonférence Terre
Cercle "figure parfaite" :

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

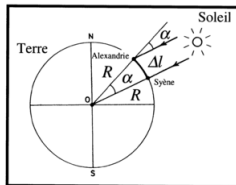
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandria et Assouan sont sur le même méridien
(même longitude)

d : distance Alexandria-Assouan, C : Circonférence Terre
Cercle "figure parfaite" :

$$R\alpha = d, \quad 2\pi R = C$$

Proportionnalité $\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{d}{C}$

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

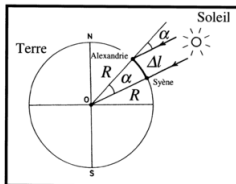
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandrie et Assouan sont sur le même méridien (même longitude)

d : distance Alexandrie-Assouan, C : Circonférence Terre
Cercle "figure parfaite" :

$$R\alpha = d, \quad 2\pi R = C$$

Proportionnalité $\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{d}{C}$

Il trouve que α correspond à $\frac{1}{50}$ du cercle complet

Donc $C = 50d$ et $d = 5000$ stades....

Eratosthène de Cyrène

Méthode et erreurs ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

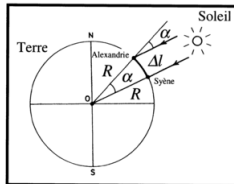
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Hypothèse : Alexandria et Assouan sont sur le même méridien (même longitude)

d : distance Alexandria-Assouan, C : Circonférence Terre
Cercle "figure parfaite" :

$$R\alpha = d, \quad 2\pi R = C$$

Proportionnalité $\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{d}{C}$

Il trouve que α correspond à $\frac{1}{50}$ du cercle complet

Donc $C = 50d$ et $d = 5000$ stades....

Pour α , Approximation (minime) $\alpha = \tan \alpha$ car α est petit .

Claude Ptolémée (85-165 ? apr JC)

La conception géocentrique du Monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Almageste : Traité fondamental d'astronomie fin du Moyen Age

Claude Ptolémée (85-165 ? apr JC)

La conception géocentrique du Monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Almageste : Traité fondamental d'astronomie fin du Moyen Age
Travaux mathématiques : $\pi \simeq 3,14166$

Claude Ptolémée (85-165 ? apr JC)

La conception géocentrique du Monde

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Almageste : Traité fondamental d'astronomie fin du Moyen Age

Travaux mathématiques : $\pi \simeq 3,14166$

Condition de cocyclicité pour 4 points

Ptolémée

Carte de la Terre

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Martin Behaim (Nüremberg 1459-Lisbonne1507)

Cartographe du Roi du Portugal (arrive à Lisbonne en 1480)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Martin Behaim (Nüremberg 1459-Lisbonne1507)

Le cartographe "trompeur" : Marin de Tyr (70-130)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Le premier Globe terrestre (daté de 1492)

Martin Behaim (Nüremberg 1459-Lisbonne 1507)

Le cartographe "trompeur" : Marin de Tyr (70-130)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Le premier Globe terrestre (daté de 1492)

Erreur sur le sud de l'Afrique

Erreur sur la taille des continents connus :

225 degrés alors qu'en fait 130 degrés

Erreur sur la circonférence terrestre : 30000 km

Distance effective : 3 fois plus que celle calculée par Colomb

Moyen âge $\rightsquigarrow$ perte de connaissance scientifique !

[http ://videos.arte.tv/fr/videos/le-monde-selon-christophe-colomb-7236914.html](http://videos.arte.tv/fr/videos/le-monde-selon-christophe-colomb-7236914.html)

Copernic (Torun 1473-Frombock 1543)

Modèle Héliocentrique

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

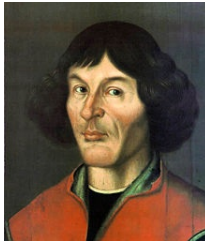
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Képler(1571-1630)

"L'oeil de Galilée"

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Képler

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- Eclipse de Lune 1580
- 1596 Théorie des polyèdres pour Nouvelle vision de l'Univers

Képler

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- Eclipse de Lune 1580
- 1596 Théorie des polyèdres pour Nouvelle vision de l'Univers
- 1600 : Prague chez Tycho Brahé

Képler

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- Eclipse de Lune 1580
- 1596 Théorie des polyèdres pour Nouvelle vision de l'Univers
- 1600 : Prague chez Tycho Brahé [Mesure orbite Mars](#)
- 1604 *Astronomica pars Optica* : base de l'optique moderne

Képler

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- Eclipse de Lune 1580
- 1596 Théorie des polyèdres pour Nouvelle vision de l'Univers
- 1600 : Prague chez Tycho Brahé [Mesure orbite Mars](#)
- 1604 *Astronomica pars Optica* : base de l'optique moderne
- 1609 : *Astronomica Nova* : Deux premières lois de Képler
- 1610 : *Conversation avec le messager des étoiles* Soutien Galilée

Képler

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

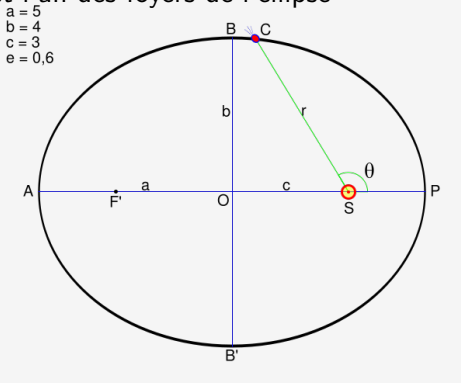
Mouvements
Terre

- Eclipse de Lune 1580
- 1596 Théorie des polyèdres pour Nouvelle vision de l'Univers
- 1600 : Prague chez Tycho Brahé [Mesure orbite Mars](#)
- 1604 *Astronomica pars Optica* : base de l'optique moderne
- 1609 : *Astronomica Nova* : Deux premières lois de Képler
- 1610 : *Conversation avec le messager des étoiles* Soutien Galilée
- 1612 Il succède à T Brahé
- 1618 : *Harmonice mundi* et la troisième loi
- 1630 : meurt à Ratisbonne , tombe détruite (Guerre de 30 ans)

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique et le Soleil est l'un des foyers de l'ellipse

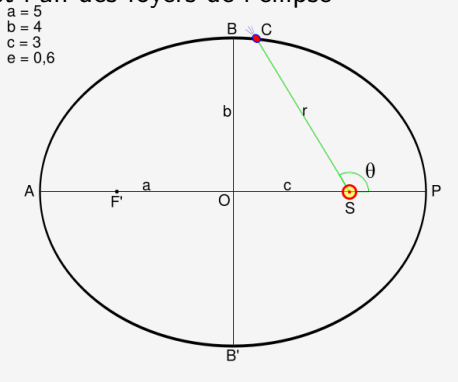


$e = \frac{c}{a}$, **excentricité**, mesure" l'écart entre l'ellipse et le cercle"

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique et le Soleil est l'un des foyers de l'ellipse



$e = \frac{c}{a}$, **excentricité**, mesure l'écart entre l'ellipse et le cercle"

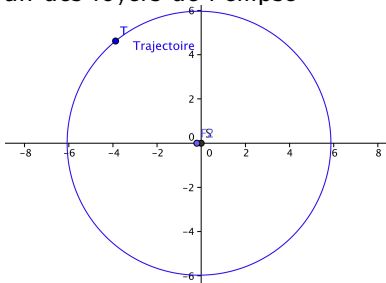
Pour la Terre : $a = 149597887,5$ km, $e = 0,01671022$

Aphélie (AS) : 152097701 km Périhélie (SP) : 147098074 km

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique et le Soleil est l'un des foyers de l'ellipse



$e = \frac{c}{a}$, **excentricité**, mesure "l'écart entre l'ellipse et le cercle"

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

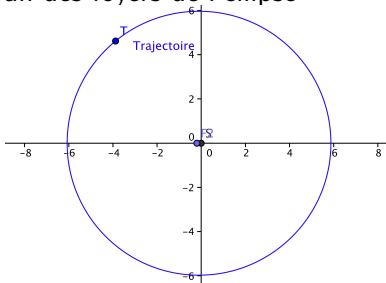
Définitions

Mouvements
Terre

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique et le Soleil est l'un des foyers de l'ellipse

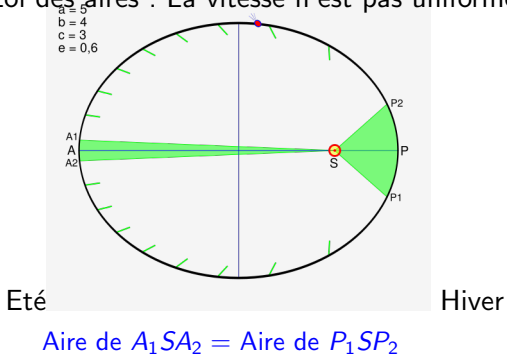


$e = \frac{c}{a}$, **excentricité**, mesure l'écart entre l'ellipse et le cercle"
Pour la Terre : $a = 149597887,5$ km, $e = 0,01671022$
La trajectoire est presque circulaire ... Mais le plus important n'est pas là !

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

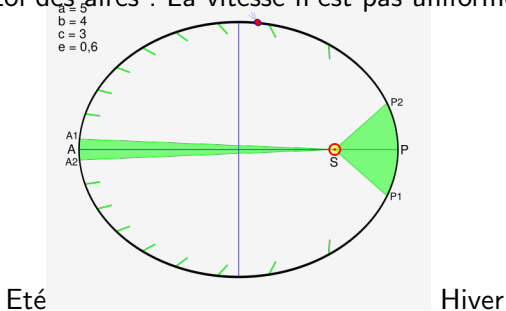
- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique
- **Loi n°2** Loi des aires : La vitesse n'est pas uniforme



Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique
- **Loi n°2** Loi des aires : La vitesse n'est pas uniforme



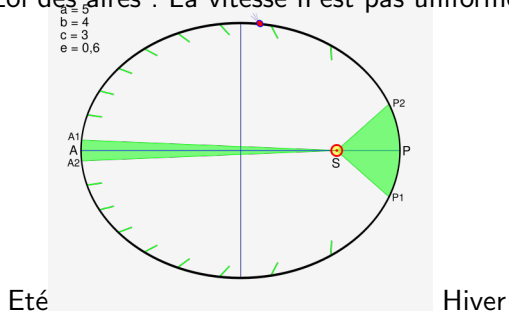
$$\text{Aire de } A_1SA_2 = \text{Aire de } P_1SP_2$$

Temps parcours arc P_1PP_2 = Temps parcours de arc A_1AA_2

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique
- **Loi n°2** Loi des aires : La vitesse n'est pas uniforme



$$\text{Aire de } A_1SA_2 = \text{Aire de } P_1SP_2$$

Temps parcours arc P_1PP_2 = Temps parcours de arc A_1AA_2

Vitesse orbitale moyenne 29,783 km/s

Vitesse orbitale maximale 30,287 km/s

Vitesse orbitale minimale 29,291 km/s

Képler

Lois de Képler : trouvées empiriquement grâce aux observations

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- **Loi n°1** La trajectoire de la Terre est plane et elliptique
- **Loi n°2** Loi des aires : La vitesse n'est pas uniforme
- **Loi n°3** Loi des périodes :

$$T^2 = Ka^3$$

Le carré de la période est proportionnel au cube du
demi-grand axe

TERRE et LUNE

le centre de masse TERRE-LUNE

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

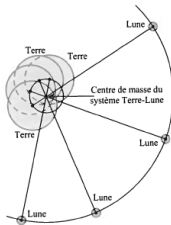
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La Terre et la Lune tourne autour du centre de Masse.

TERRE et LUNE

le centre de masse TERRE-LUNE

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

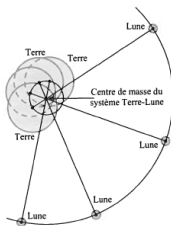
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La Terre et la Lune tourne autour du centre de Masse.
Le centre de Masse tourne autour du Soleil sur la trajectoire
elliptique .

TERRE et LUNE

le centre de masse TERRE-LUNE

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

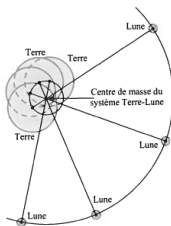
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La Terre et la Lune tourne autour du centre de Masse.
Le centre de Masse tourne autour du Soleil sur la trajectoire
elliptique .

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

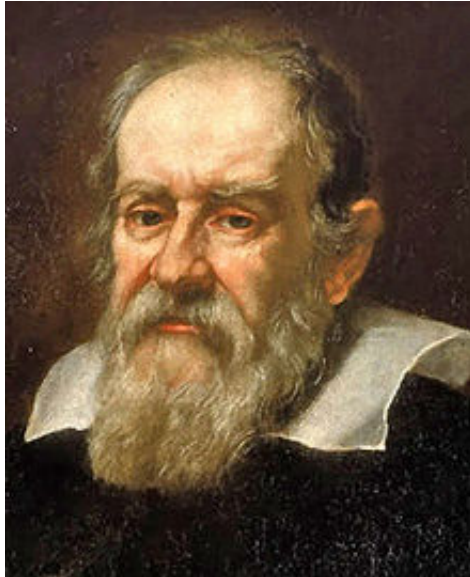
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps
- Chute des corps : sa durée est indépendante de la masse

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps
- Chute des corps : sa durée est indépendante de la masse
- 1592 : Venise et Université de Padoue
- 1604 : Loi du Mouvement uniformément accéléré

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps
- Chute des corps : sa durée est indépendante de la masse
- 1592 : Venise et Université de Padoue
- 1604 : Loi du Mouvement uniformément accéléré
Apparition /disparition de la Stella Nova

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps
- Chute des corps : sa durée est indépendante de la masse
- 1592 : Venise et Université de Padoue
- 1604 : Loi du Mouvement uniformément accéléré
Apparition /disparition de la Stella Nova
- 21/08/1609 : Présentation Campanile de place St Marc de sa Lunette
- fin 1609 : Observation de la lune contredise la vision d'Aristote
- 7/01/1610 : 3 satellites de Jupiter , puis 4

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1583 : observe Isochronie des Pendules donc mesure du Temps
- Chute des corps : sa durée est indépendante de la masse
- 1592 : Venise et Université de Padoue
- 1604 : Loi du Mouvement uniformément accéléré
Apparition /disparition de la Stella Nova
- 21/08/1609 : Présentation Campanile de place St Marc de sa Lunette
- fin 1609 : Observation de la lune contredise la vision d'Aristote
- 7/01/1610 : 3 satellites de Jupiter , puis 4

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

Les "lunes de Jupiter"

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient
- Juillet 1610 : quitte Venise pour Florence et observe Saturne

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient
- Juillet 1610 : quitte Venise pour Florence et observe Saturne
- 1610 : Phases de Vénus confirme le modèle Héliocentrique
Apparition /disparition de la Stella Nova

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient
- Juillet 1610 : quitte Venise pour Florence et observe Saturne
- 1610 : Phases de Vénus confirme le modèle Héliocentrique
Apparition /disparition de la Stella Nova
- fin 1609 : Observation de la lune contredise la vision d'Aristote
- Printemps 1611 : Présentation de ses travaux à Rome
- 1616 : Censure

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient
- Juillet 1610 : quitte Venise pour Florence et observe Saturne
- 1610 : Phases de Vénus confirme le modèle Héliocentrique
Apparition /disparition de la Stella Nova
- fin 1609 : Observation de la lune contredise la vision d'Aristote
- Printemps 1611 : Présentation de ses travaux à Rome
- 1616 : Censure — — — — >
- 1622 : Urbain VIII pape autorise Saggiatore
- 1633 Condamné Prison à vie !

Galilée(Pise 1564- Florence 1642)

1609 , Lunette astronomique et Jupiter

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 10/04/1610 : observation par la Cour de Toscane
- Képler le soutient
- Juillet 1610 : quitte Venise pour Florence et observe Saturne
- 1610 : Phases de Vénus confirme le modèle Héliocentrique
Apparition /disparition de la Stella Nova
- fin 1609 : Observation de la lune contredise la vision d'Aristote
- Printemps 1611 : Présentation de ses travaux à Rome
- 1616 : Censure — — — — >
- 1622 : Urbain VIII pape autorise Saggiatore
- 1633 Condamné Prison à vie !
Assigné à résidence chez lui
- Mort le 8/01/1642

Newton(1642-1727)

Le Temps est une grandeur "comme les autres"

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

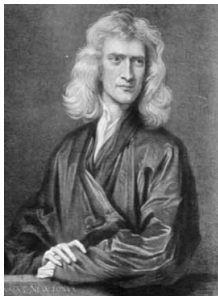
Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

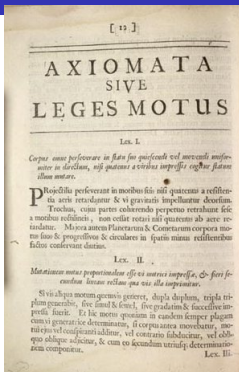
Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Un élève peu attentif aidé par Stokes — — — > : Trinity College
à Cambridge (1661)



Newton

1687 Philosophiae Naturalis Principia Mathematica

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

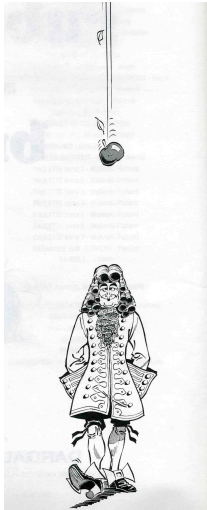
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Philosophiae Naturalis Principia Mathematica

- Principe fondamentale de la Dynamique
 - Principe d'inertie
- Principe des actions réciproques (de l'action et de la réaction)

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

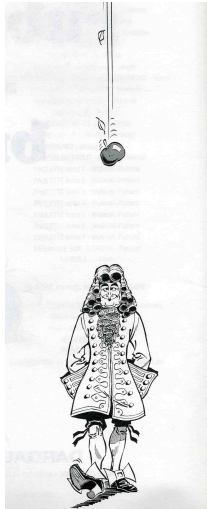
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Théorème Fondamental de la Dynamique

$$m\vec{\Gamma} = \vec{F}$$

Loi de la gravitation Universelle

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -K_G \frac{m_A m_B}{AB^2} \frac{\vec{AB}}{||\vec{AB}||}$$

K_G : Constante Universelle

$$K_G = 6,6742810^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$$

Loi des actions réciproques

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale :

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**
Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**
Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**
Mouvement plan

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**
Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**
Mouvement plan
la trajectoire est une conique

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**
Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**
Mouvement plan
la trajectoire est une conique
Le mouvement n'est généralement pas uniforme

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**

Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**

Mouvement plan

la trajectoire est une conique

Le mouvement n'est généralement pas uniforme

Suit la loi des aires

Newton

Mécanique classique et Attraction Universelle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Conséquence fondamentale : **les Lois de Képler sont vraies !**

Mouvement Terrestre = **mouvement à accélération centrale**

Mouvement plan

la trajectoire est une conique

Le mouvement n'est généralement pas uniforme

Suit la loi des aires

Référence : Lelong-Ferrand-Arnaudiès : Cours de
mathématiques spéciales Tome 3 Géométrie.

Coniques : Apollonius de Perge (262 – 190 av JC)

Intersection d'un plan et d'un cône (Réf. Gramain Géométrie élémentaire)

Huit tomes d'un traité , republié en 1710 par [Edmund Halley](#)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

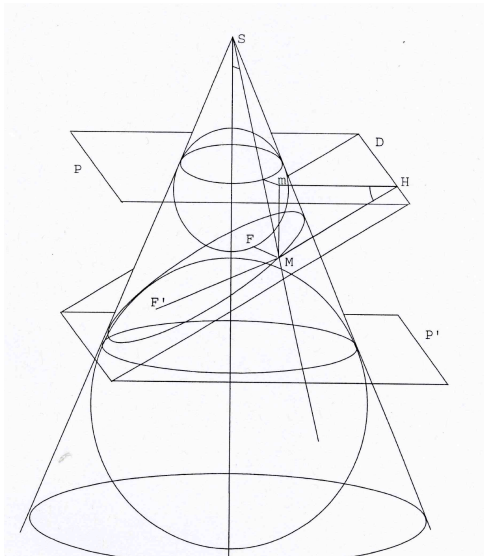
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



H. Poincaré 1864-1912

Le Temps n'est plus absolu

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Ainsi l'espace absolu, le temps absolu, la géométrie même ne sont pas des conditions qui s'imposent à la mécanique ; toutes ces choses ne préexistent pas plus à la mécanique que la langue française ne préexiste logiquement aux vérités que l'on exprime en français

H. Poincaré 1864-1912

Le Temps n'est plus absolu

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1902 La Science et l'hypothèse : épistémologie
- 1905 pose les équations de la Transformation de Lorentz
- Problème des 3 corps

H. Poincaré 1864-1912

Le Temps n'est plus absolu

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1902 La Science et l'hypothèse : épistémologie
- 1905 pose les équations de la Transformation de Lorentz
- Problème des 3 corps Chaos
- Conjecture topologique :

H. Poincaré 1864-1912

Le Temps n'est plus absolu

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1902 La Science et l'hypothèse : épistémologie
- 1905 pose les équations de la Transformation de Lorentz
- Problème des 3 corps Chaos
- Conjecture topologique : 2003 Perelman ,

H. Poincaré 1864-1912

Le Temps n'est plus absolu

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

- 1902 La Science et l'hypothèse : épistémologie
- 1905 pose les équations de la Transformation de Lorentz
- Problème des 3 corps Chaos
- Conjecture topologique : 2003 Perelman , Médaille Fields en 2006

A. Einstein 1879-1955

Le Temps n'est plus absolu : Relativité restreinte et générale

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

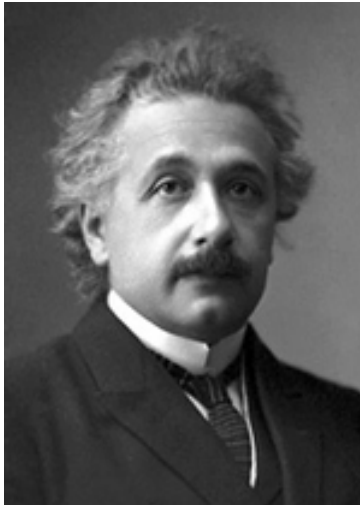
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



le(s) Jour(s)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

En fait il y a plusieurs notions de jour suivant que l'on regarde le mouvement de la Terre par rapport au Soleil ou par rapport aux étoiles très lointaines (réputées " Fixes").

- **Jour solaire** : Durée entre deux passages du soleil au méridien en raison de la rotation de la Terre
Jour solaire = 24 heures (voir plus loin)

le(s) Jour(s)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

En fait il y a plusieurs notions de jour suivant que l'on regarde le mouvement de la Terre par rapport au Soleil ou par rapport aux étoiles très lointaines (réputées " Fixes").

- **Jour solaire** : Durée entre deux passages du soleil au méridien en raison de la rotation de la Terre
Jour solaire = 24 heures (voir plus loin)
- **Jour sidéral** : Temps mis par la Terre pour faire une rotation de 360 degrés autour de son axe .
Jour sidéral = 23h56mn4,09s

le(s) Jour(s)

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

En fait il y a plusieurs notions de jour suivant que l'on regarde le mouvement de la Terre par rapport au Soleil ou par rapport aux étoiles très lointaines (réputées " Fixes").

- **Jour solaire** : Durée entre deux passages du soleil au méridien en raison de la rotation de la Terre
Jour solaire = 24 heures (voir plus loin)
- **Jour sidéral** : Temps mis par la Terre pour faire une rotation de 360 degrés autour de son axe .
Jour sidéral = 23h56mn4,09s
- **Jour Stellaire** : Temps mis par la Terre passage au méridien des étoiles " fixes" .
- **Jour légal** : de Minuit à Minuit divisé en 24 heures,
 $1h = 60mn.....$

Les mouvements de la Terre

La Terre Tourne autour du Soleil

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

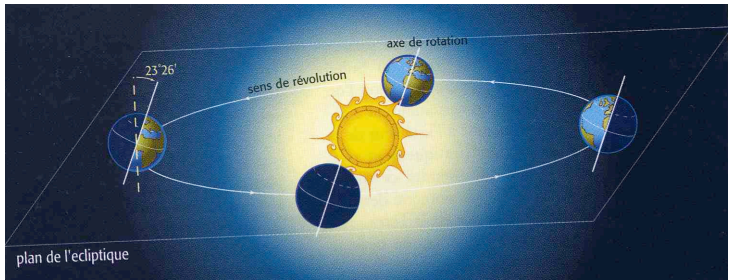
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Loi de Képler : La trajectoire est plane : **écliptique**

Les mouvements de la Terre

La Terre Tourne autour d'un axe passant par le pôle

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapas de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Les mouvements de la Terre

L'axe est incliné : $23^{\circ}26'$

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

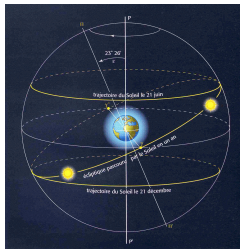
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Le soleil reste dans le plan de l'écliptique

Les mouvements de la Terre

L'axe est incliné : $23^{\circ}26'$

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

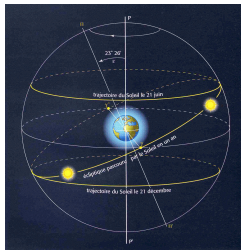
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Le soleil reste dans le plan de l'écliptique
Orbite du 21 juin Tropique du Cancer

Les mouvements de la Terre

L'axe est incliné : $23^{\circ}26'$

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

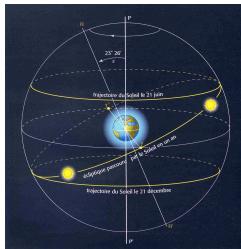
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Le soleil reste dans le plan de l'écliptique

Orbite du 21 juin Tropique du Cancer

Orbite du 21 Décembre Tropique du Capricorne

Les mouvements du Soleil

Zodiaque et Sphère Céleste

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

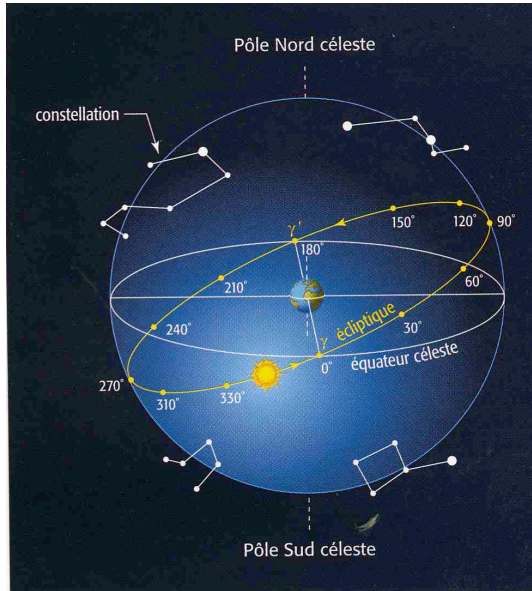
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Les mouvements de la Terre

Précession des équinoxes

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

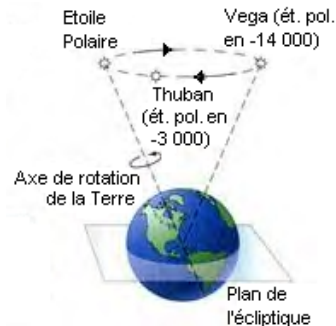
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



Connue par Hipparque de Nicée en -130 av JC
(2° degré d'écart avec les mesures faites par des anciens)

Précession des équinoxes

Quelles conséquences

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Le point **vernal** γ change de constellations du Zodiaque tous les 2000 ans environ.

Précession des équinoxes

Quelles conséquences

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre

Le point **vernal** γ change de constellations du Zodiaque tous les 2000 ans environ.

La constellation du Bélier a pris la place de celle du Taureau il y a 2000 ans

Le point γ va entrer dans celle du Verseau

Jour sidéral vs Jour solaire

Pourquoi cette différence ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

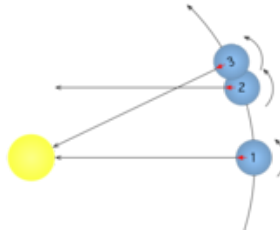
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La terre tourne sur elle même à vitesse angulaire ω constante :

Jour sidéral vs Jour solaire

Pourquoi cette différence ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

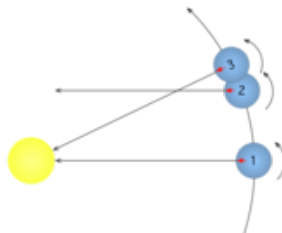
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La terre tourne sur elle même à vitesse angulaire ω constante :
 $J_{sid} = \frac{2\pi}{\omega}$ (Temps pour aller de 1 à 2)

Jour sidéral vs Jour solaire

Pourquoi cette différence ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

Titre

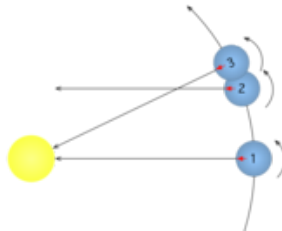
Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions

Mouvements
Terre



La terre tourne sur elle même à vitesse angulaire ω constante :

$$J_{sid} = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (Temps pour aller de 1 à 2)}$$

Pendant un jour ,elle a tourné autour du Soleil sur son orbite d'un angle α .

Jour sidéral vs Jour solaire

Pourquoi cette différence ?

Culture
Scientifique

C. Georgelin

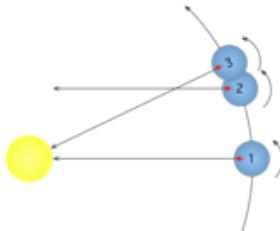
Titre

Etapes de la
définition du
Temps

Vision du
temps et
vision du
monde

Renaissance
du Temps

Définitions
Mouvements
Terre



La terre tourne sur elle même à vitesse angulaire ω constante :

$J_{sid} = \frac{2\pi}{\omega}$ (Temps pour aller de 1 à 2)

Pendant un jour ,elle a tourné autour du Soleil sur son orbite d'un angle α .

$J_{sol} = \frac{2\pi+\alpha}{\omega}$ (Temps pour aller de 1 à 3)

Approximation de α : $\frac{2\pi}{365,25}$ (orbite "circulaire" et

An= 365, 25j) Calcul de ω : $24.3600 = \frac{2\pi+\alpha}{\omega}$ donc

$\omega = 7,29210^{-5} \text{ rad.s}^{-1}$.