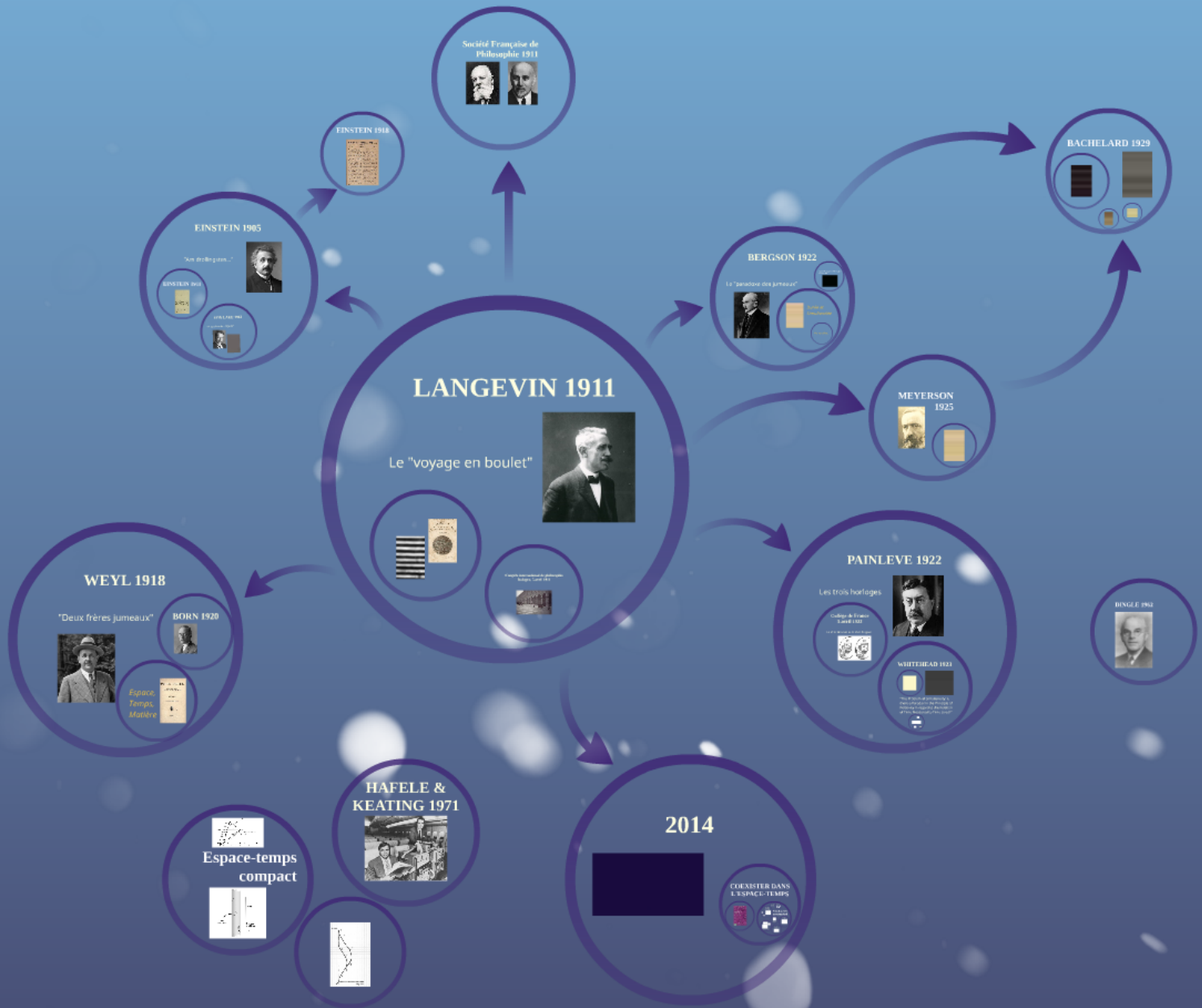


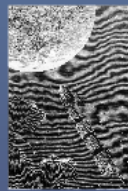
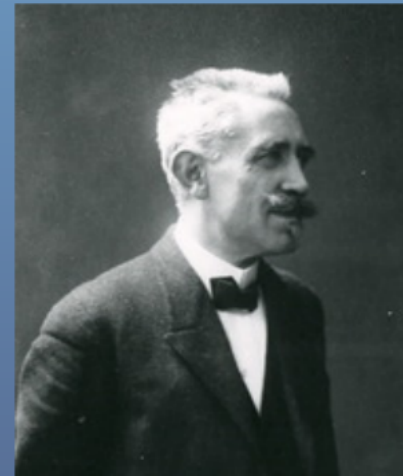
# Le paradoxe des jumeaux





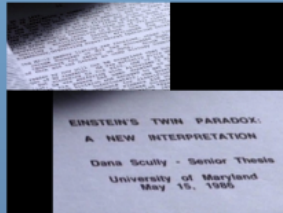
# LANGEVIN 1911

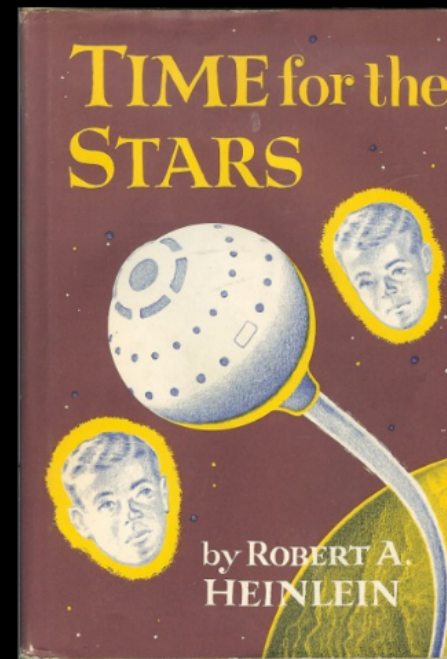
Le "voyage en boulet"

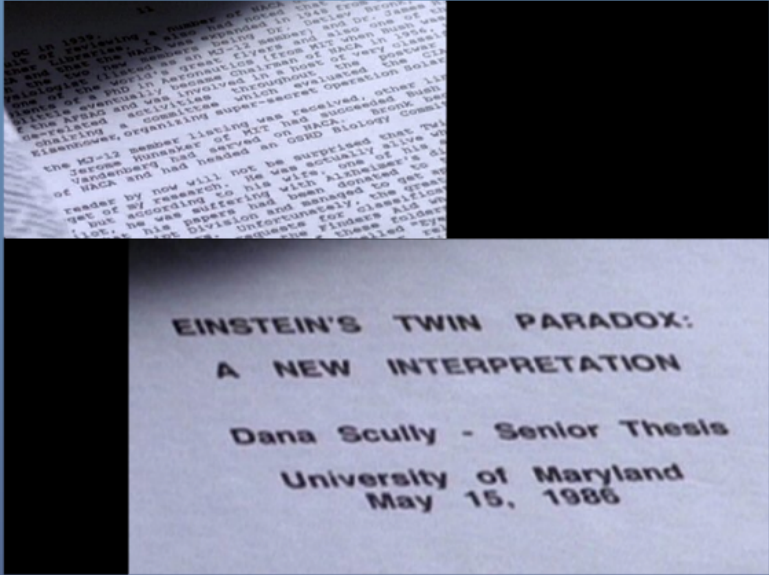


Congrès international de philosophie  
Bologne, 5 avril 1911









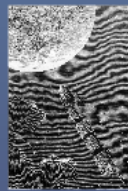
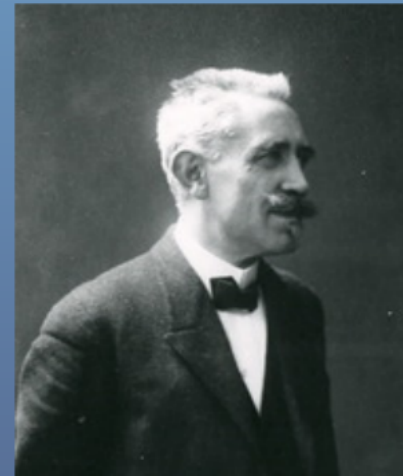
**EINSTEIN'S TWIN PARADOX:  
A NEW INTERPRETATION**

**Dana Scully - Senior Thesis**

**University of Maryland  
May 15, 1986**

# LANGEVIN 1911

Le "voyage en boulet"



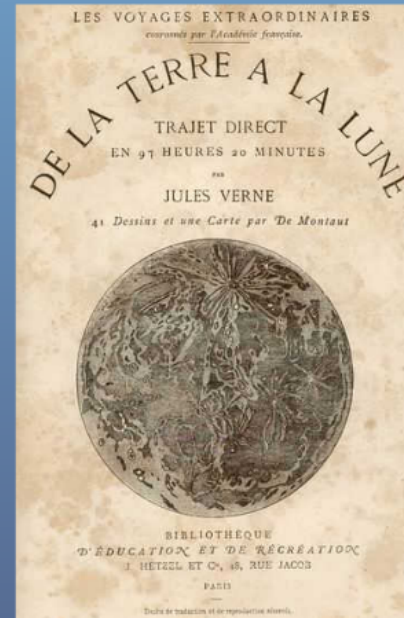
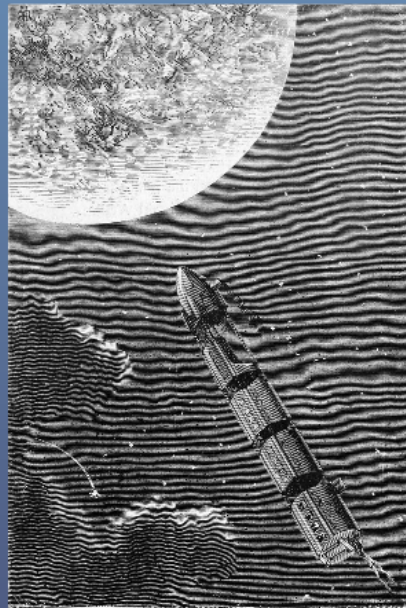
Congrès international de philosophie  
Bologne, 5 avril 1911

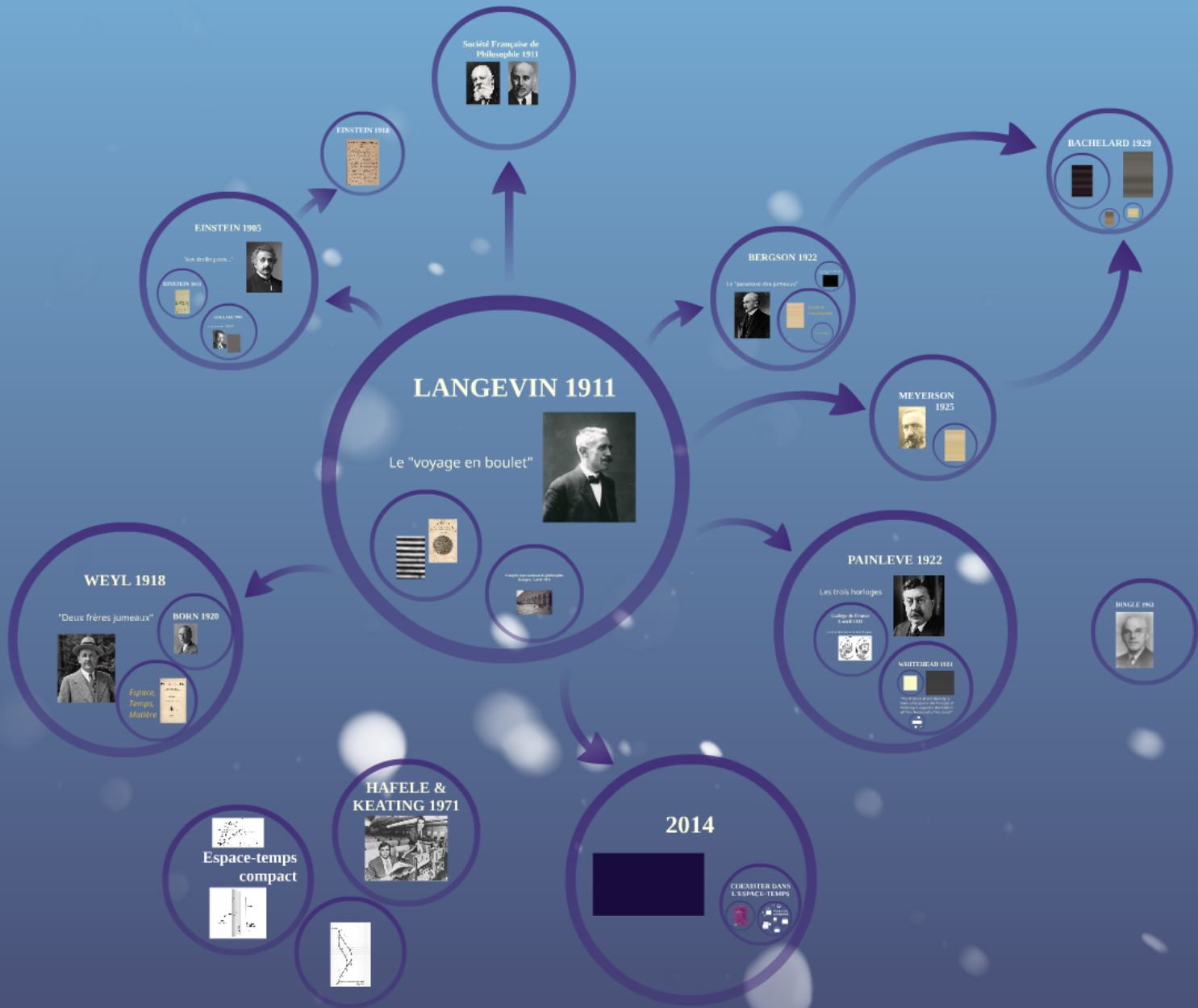


**Congrès international de philosophie  
Bologne, 5 avril 1911**

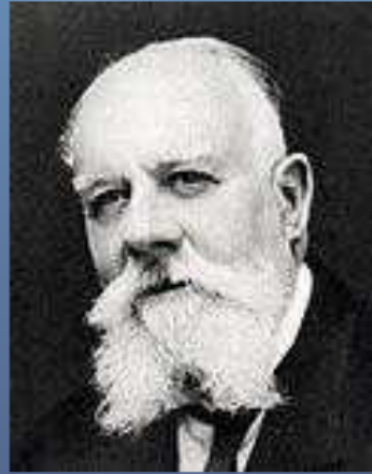


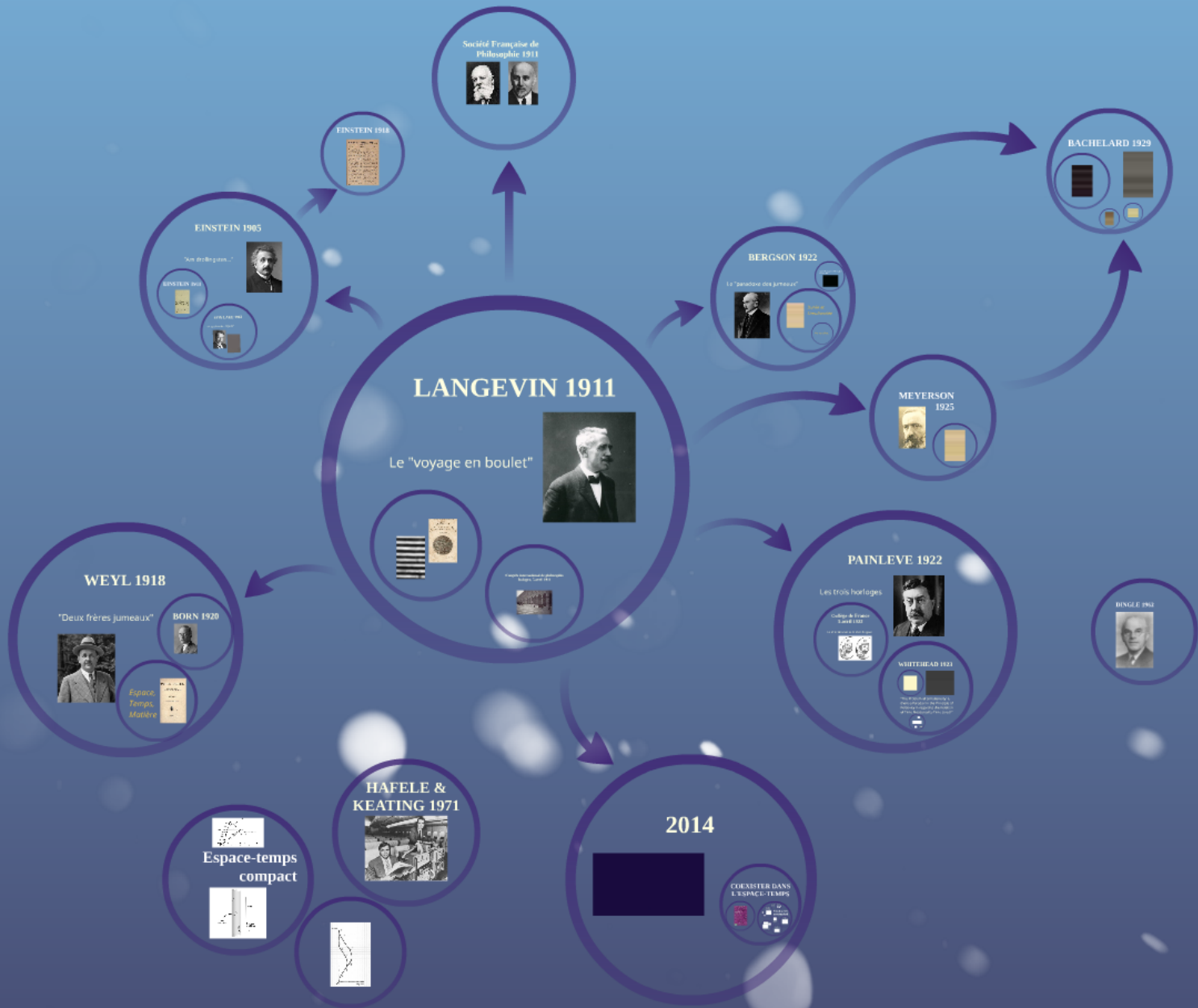






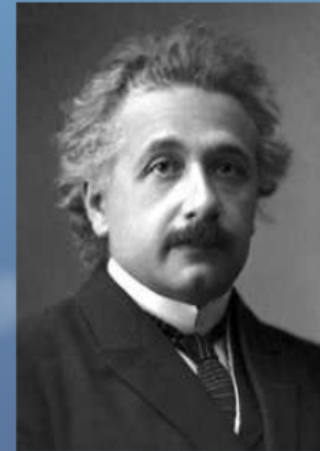
# Société Française de Philosophie 1911





# EINSTEIN 1905

"Am drolligsten..."

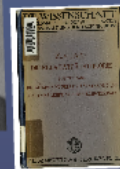


## EINSTEIN 1911

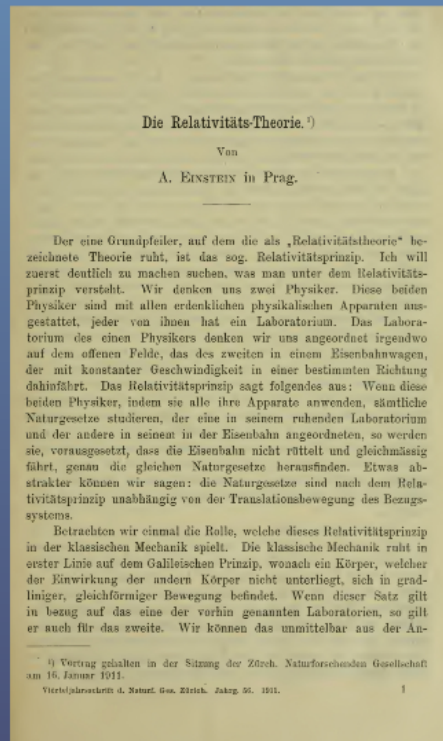


## VON LAUE 1912

"Le paradoxe de Langevin"

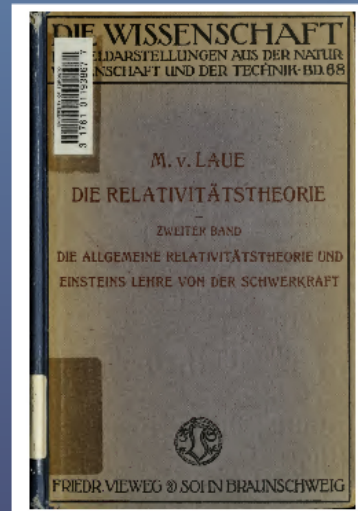


# EINSTEIN 1911



# VON LAUE 1912

"Le paradoxe de Langevin"



# EINSTEIN 1918

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEBEN VON  
DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang.

29. November 1918.

Heft 48.

### Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie

Von Prof. Dr. A. Einstein, Berlin.

Kritiken: Schon oft haben meinestheils in Zeitschriften Bedanken der verschiedensten Art gegen die Relativitätstheorie vorgebracht; nur selten aber hat einer von euch (Relativisten!) darauf geantwortet. Wir wollen nicht unterscheiden, ob Hochmut, ob Gefühl der Schwäche, ob Feindschaft der Grund dieser Unterlassung gewesen ist — vielleicht waren ohne besonders wirksame Mischung dieser seelischen Mächte; jedenfalls auch verriet die Kritik nicht selten zur Hälfte, daß der Kritiker gar zu wenig Sachkenntnis an den Tag legte. Darüber soll — wie gesagt — nicht gesprochen werden; aber das will ich dir gleich sagen: heute habe ich dich persönlich aufgesucht, um es dir unmöglich zu machen, dich mühselos zu drücken wie andere Male. Denn sei versichert, daß ich nicht von der Stelle weichen werde, bevor du mir alle meine Fragen beantwortest hast.

Damit du aber nicht gar zu sehr erschrickst, ja vielleicht sogar mit einem gewissen Vergnügen an das Geschäft gehst (denn du doch nicht entzinnen kannst), sage ich dir auch gleich einiges Tröstliche. Ich bin nicht, wie manche meiner Kollegen, von der Würde meiner Giltigkeit so sehr durchdrungen, daß ich als ein überlegenes Wesen von überirdischer Einsicht und Sicherheit auftrete (wie ein Buchrezensent über wissenschaftliches Literatur oder gar ein Theater-Kritiker). Sondern ich rede wie ein sterblicher Mensch, zumal ich wohl weiß, daß Kritik nicht selten den Mangel an eigenen Gedanken zum Vater hat. Auch will ich dir nicht — wie jüngst einer meiner Kollegen — wie ein Staatsanwalt auf den Leib rücken und dir Diebstahl geistigen Eigentums oder sonstige unehrschaffliche Handlungen vorwerfen. Nur des Bedauerns, zur Aufklärung einiger Punkte beizutragen, aber welche die Meinungen noch zu weit auseinandergehen, hat meinen Überfall veranlaßt. Allerdings muß ich dich bitten, die Veröffentlichung dieses unseres Gesprächs zu gestatten, nicht zuletzt deshalb, weil der Mangel an Papier nicht der einzige Mangel ist, welcher meinem Freunde, dem Redaktor Burdolinensis, den Schluß verkürzt.

Da ich dir die Bereitswilligkeit mache, gehe ich sofort auf das Sachliche über. Seit die spezielle Relativitätstheorie aufgestellt ist, hat deren Ergebnis über den weitverbreiteten Einfluß der Beschleunigung auf die Relativitätstheorie, nicht die philosophische Relativismus zu verstehen.

31. 1918.

wegung auf den Gang einer Uhr stets Widerspruch hervorzuerufen, und zwar — wie mir scheint — mit gutem Grunde. Denn dies Ergebnis scheint notwendig zu einem Widerspruch mit den Grundlagen der Theorie zu führen. Damit wir uns vollkommen verstehen, sei dies Ergebnis der Theorie zunächst hinreichend scharf angegeben.

Es sei  $K$  ein galileisches Koordinatensystem im Sinne der speziellen Relativitätstheorie, d. h. ein Bezugssystem, relativ zu welchem inerte, materielle Punkte sich geradlinig und gleichförmig bewegen. Es seien ferner  $U$  und  $U'$  zwei genau gleich geschaffene, von außen nicht beschleunigte Uhren. Diese gehen gleich schnell, wenn sie unmittelbar nebeneinander oder auch in beliebiger Entfernung voneinander relativ zu  $K$  ruhend aufgestellt werden. Ist aber eine der Uhren, z. B.  $U'$ , relativ zu  $K$  im Zustande gleichförmiger Translationsbewegung, so soll sie nach der speziellen Relativitätstheorie — vom Koordinatensystem  $K$  aus betrachtet — langsamer gehen als eine relativ zu  $K$  ruhend angeordnete Uhr  $U$ . Dies Ergebnis kehrt an sich schon seltsam. Schwere Bedenken bringt dasselbe mit sich, wenn man sich folgendes wohlbekannte Gedankenexperiment vergegenwärtigt.

$A$  und  $B$  seien zwei voneinander entfernte Punkte des Systems  $K$ . Zur Fixierung der Vorstellung sei angenommen, daß  $A$  der Anfangspunkt von  $K$ ,  $B$  ein Punkt auf der positiven  $x$ -Achse sei. Die beiden Uhren seien zunächst beim Punkte  $A$  ruhend. Sie gehen dann gleich schnell, und es sei ihre Zeitstellung die gleiche. Wir erlauben nun der Uhr  $U'$  eine konstante Geschwindigkeit im Sinne der positiven  $x$ -Achse, so daß sie sich nach  $B$  hin bewegt. Bei  $B$  drehen wir uns die Geschwindigkeit umkehrt, so daß sich  $U'$  wieder gegen  $A$  bewegt. Bei  $A$  anzukommen, wird die Uhr aufgelesen, so daß sie nun wieder relativ zu  $U$  in Ruhe ist. Da die von  $K$  aus beobachtete Veränderung der Zeitstellung von  $U'$ , welche eventuell während des Geschwindigkeitswechsels vor  $U'$  einzuwirken könnte, sicherlich einen gewissen Betrag nicht übersteigt, und da  $U'$  während der gleichförmigen Bewegung längs der Strecke  $A-B$  (von  $K$  aus betrachtet) langsamer geht als  $U$ , so muß bei hinreichender Länge der Strecke  $A-B$  die Uhr  $U'$  nach ihrer Rückkehr gegenüber der Uhr  $U$  nachgehen. — Bist du mir diesem Schluß einverstanden?

Relativität unbedingt einverstanden. Mit Bedauern habe ich gesehen, daß einige Autoren, die sonst auf dem Boden der Relativitätstheorie stehen, diesem unvermeidlichen Ergebnis ausweichen wollten.

102



# WEYL 1918

"Deux frères jumeaux"



## BORN 1920



*Espace,  
Temps,  
Matière*





*Espace,  
Temps,  
Matière*



X''

**BORN 1920**



# PAINLEVE 1922

## Les trois horloges

Collège de France  
5 avril 1922

Le chef de train et le chef de gare



## WHITEHEAD 1923



"The Problem of Simultaneity: is there a Paradox in the Principle of Relativity in regard to the Relation of Time Measured to Time Lived?"

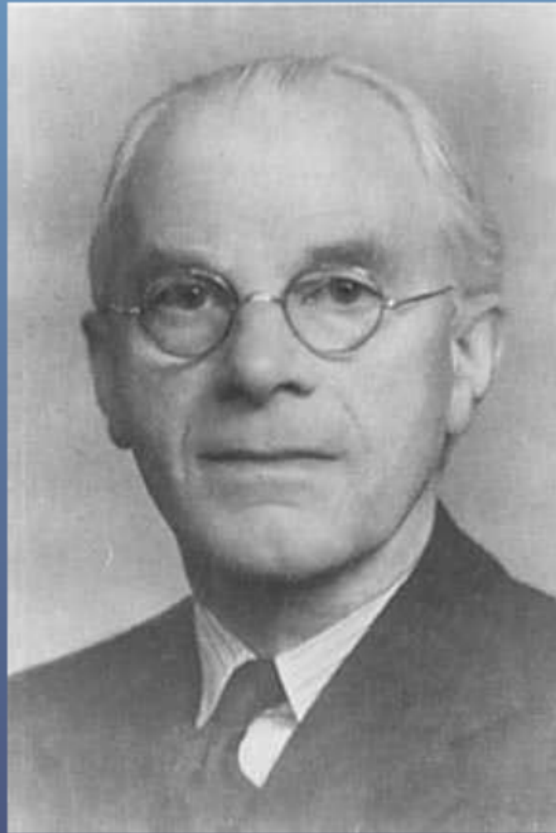


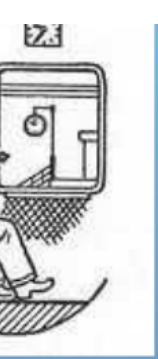
# Collège de France 5 avril 1922

Le chef de train et le chef de gare

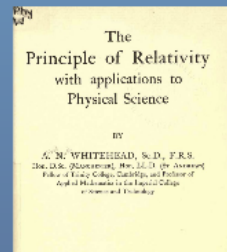


# DINGLE 1962

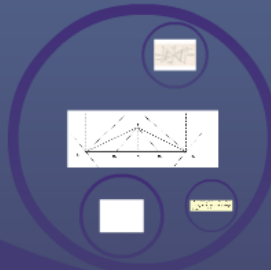


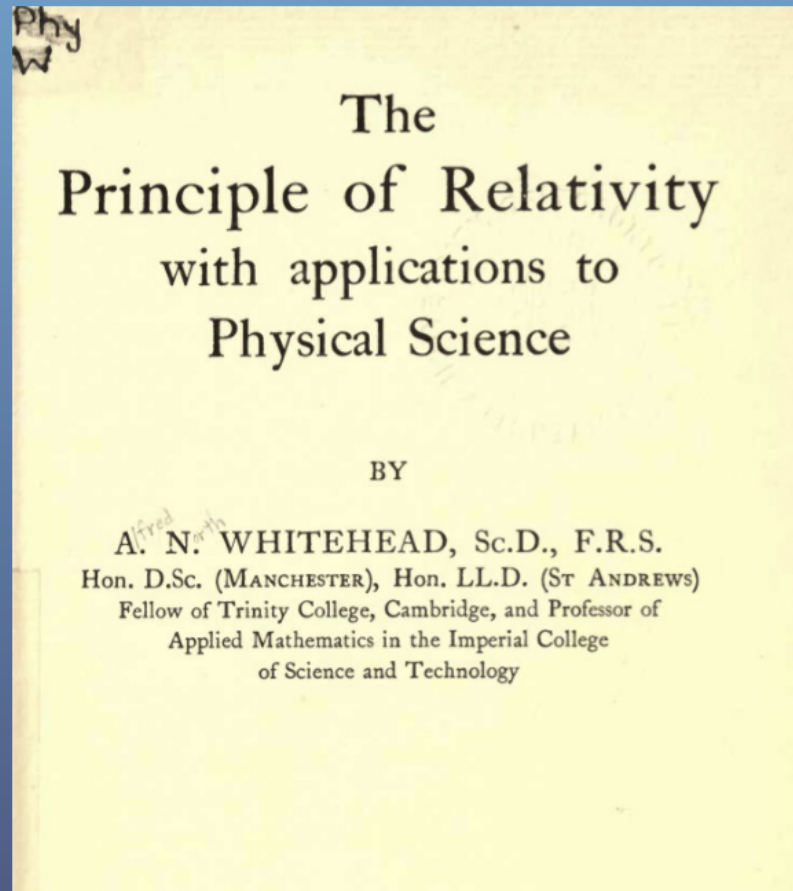


# WHITEHEAD 1923

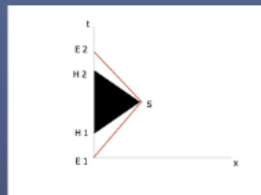
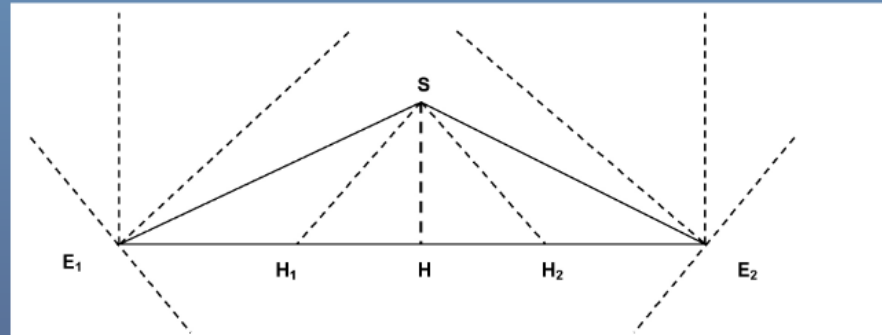
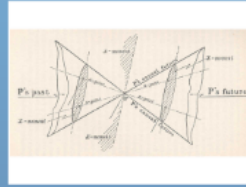


"The Problem of Simultaneity: is there a Paradox in the Principle of Relativity in regard to the Relation of Time Measured to Time Lived?"

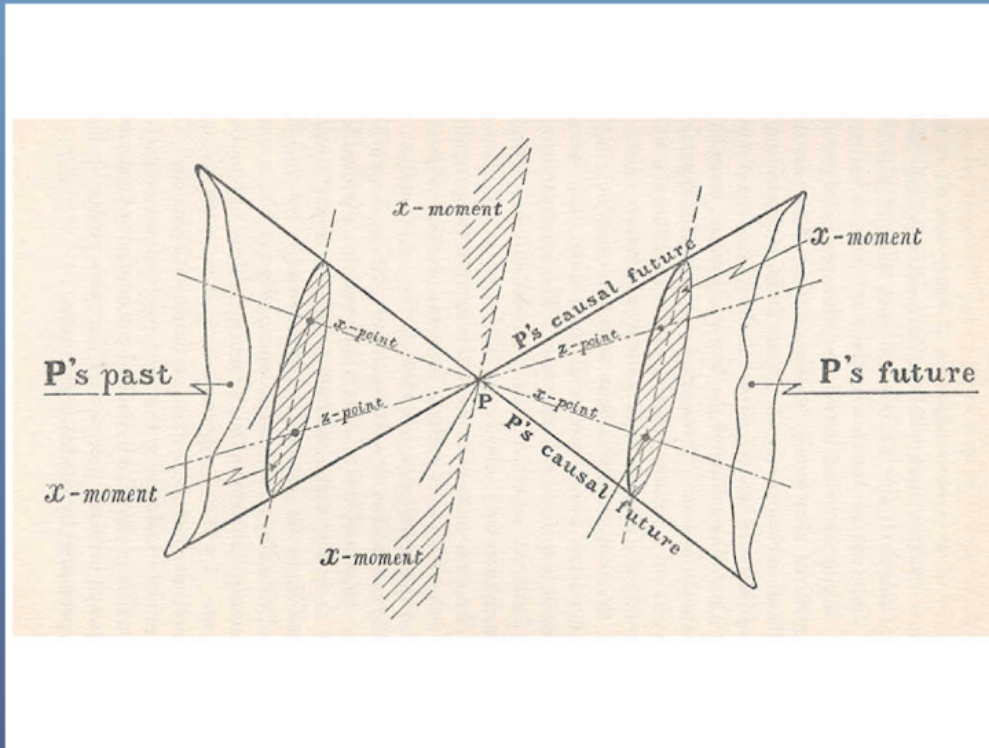


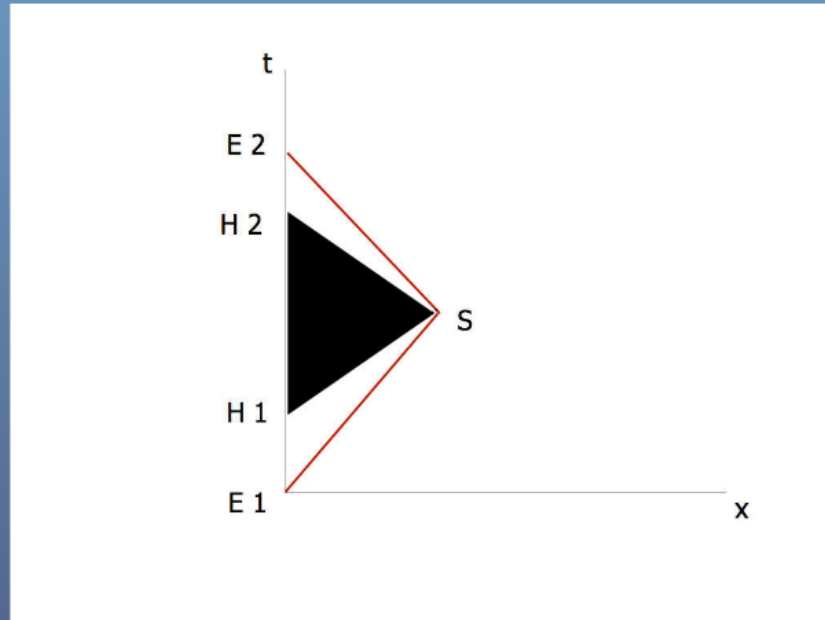






The paradoxes of relativity arise from the fact that we have not noticed that when we change our frame-system we change the meaning of time, the meaning of space and the meaning of points of space (conceived as permanent).

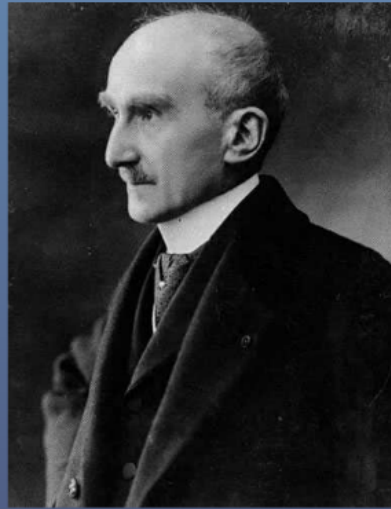




The paradoxes of relativity arise from the fact that we have not noticed that when we change our time-system we change the meaning of time, the meaning of space and the meaning of points of space (conceived as permanent).

# BERGSON 1922

## Le "paradoxe des jumeaux"



Société Française de Philosophie  
6 avril 1922



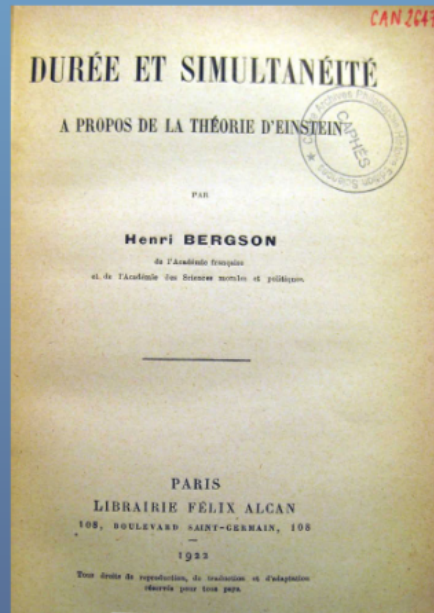
*Durée et  
Simultanéité*

Pierre et Paul

# Société Française de Philosophie

## 6 avril 1922





# *Durée et Simultanéité*

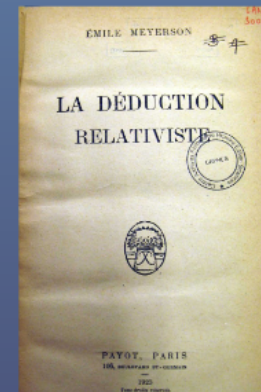
Pierre et Paul

# Pierre et Paul



# MEYERSON

## 1925



ÉMILE MEYERSON

CAN  
3003

~~8~~ 4

LA DÉDUCTION  
RELATIVISTE



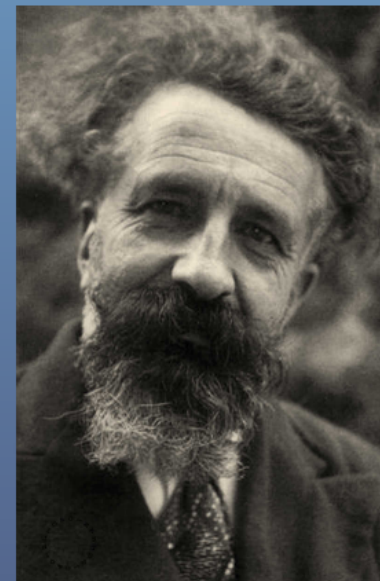
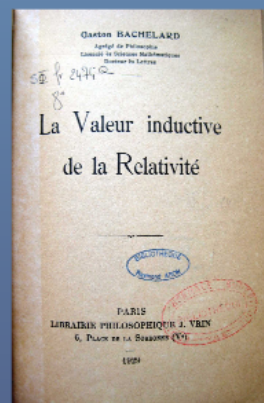
PAYOT, PARIS

106, BOULEVARD ST-GERMAIN

1925

Tous droits réservés.

# BACHELARD 1929



12.943.

GASTON BACHELARD

# L'INTUITION DE L'INSTANT

*ETUDE SUR LA SILOË  
DE GASTON ROUPNEL*



1932

LIBRAIRIE STOCK  
DELAMAIN ET BOUTELLEAU  
7, Rue du Vieux-Colombier  
PARIS

PH. inv. 687.

Gaston BACHELARD

Agrégé de Philosophie  
Licencié en Sciences Mathématiques  
Docteur en Lettres

5E fr 2474 R —

8°

La Valeur inductive  
de la Relativité

BIBLIOTHEQUE  
Raymond Aron

PARIS

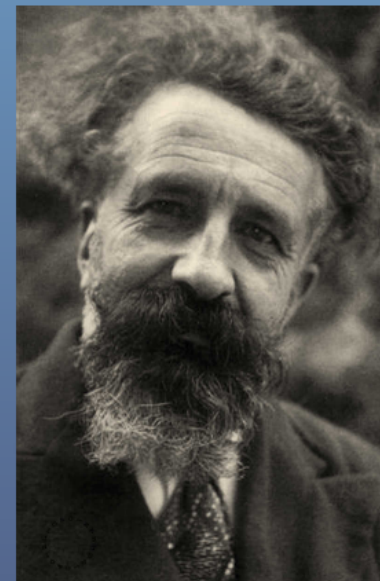
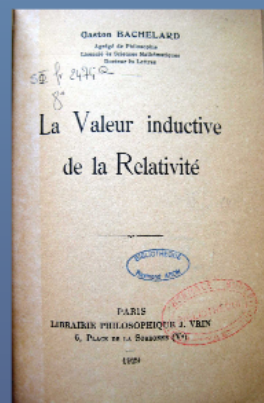
LIBRAIRIE PHILOSOPHIQUE J. VRIN

6, PLACE DE LA SORBONNE (V<sup>e</sup>)

1929

ACHATÉLE SUPER  
BIBLIOTHEQUE

# BACHELARD 1929





Société Française de Philosophie 1911

EINSTEIN 1918

EINSTEIN 1905  
"Sur l'électrodynamique..."

BINDELIN 1904

LOVELACE 1904

BERGSON 1922  
"Le sens intime du présent"

BACHELARD 1929

MEYERSON 1925

**LANGEVIN 1911**

Le "voyage en boulet"

WEYL 1918  
"Deux frères jumeaux"

BORN 1920

Espace, Temps, Matière

PAINLEVE 1922  
Les Trois horloges

COHEN & FLEISSNER 1922

WHITTAKER 1921

BINGEL 1921

HAFELE & KEATING 1971

Espace-temps compact

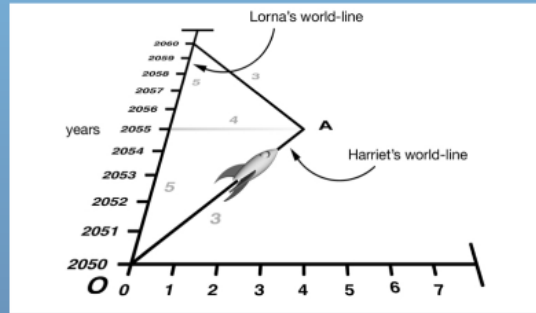
2014

COEXISTENT DANS L'ESPACE-TEMPS

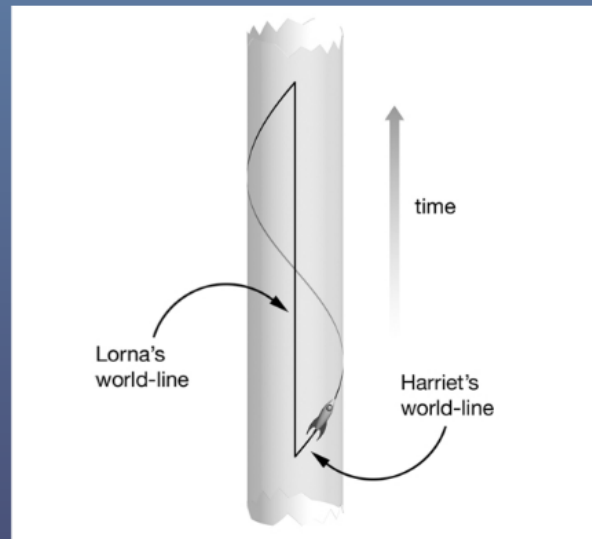
# HAFELE & KEATING 1971

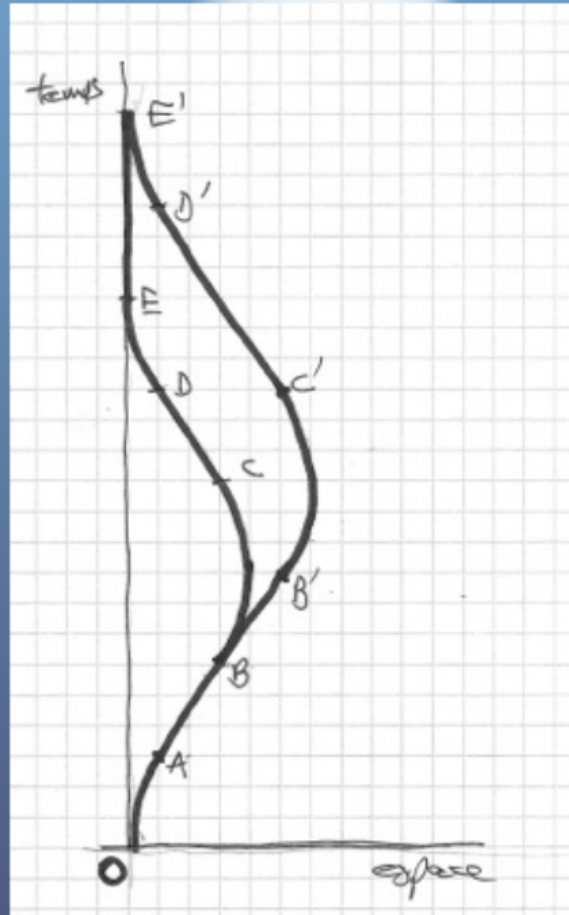


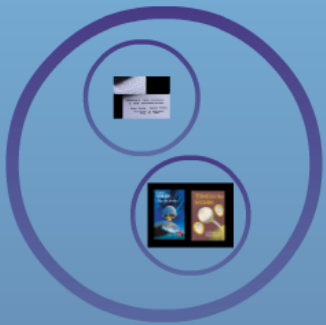





# Espace-temps compact







Société Française de Philosophie 1911




EINSTEIN 1918



EINSTEIN 1905

"Sur l'électrodynamique..."


BERGSON 1922

Le "sens commun physique"




BACHELARD 1929




MEYERSON 1925




**LANGEVIN 1911**

Le "voyage en boulet"





WEYL 1918

"Deux frères jumeaux"




BORN 1920

Espace, Temps, Matière



PAINLEVE 1922

Les Trois horloges






WHITEHEAD 1919




BINGEL 1912



Espace-temps compact




HAFELE & KEATING 1971

2014



COEXISTER DANS L'ESPACE-TEMPS



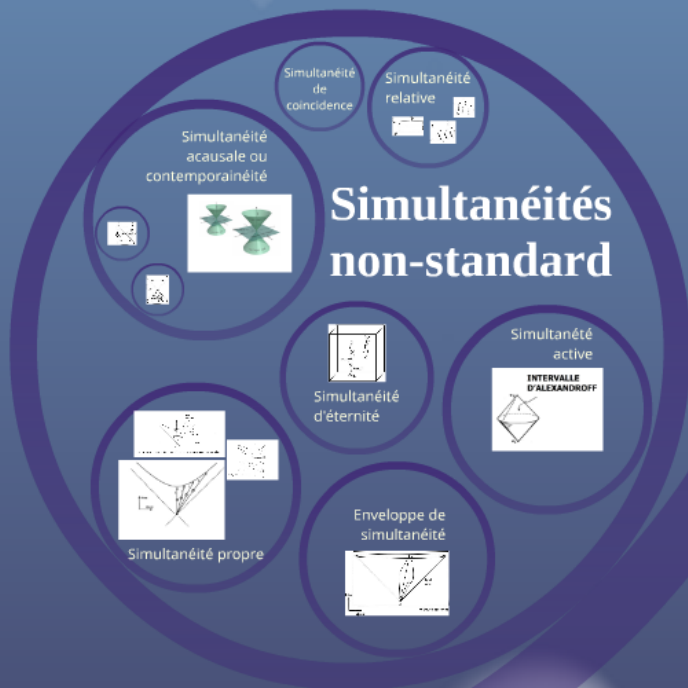
# 2014

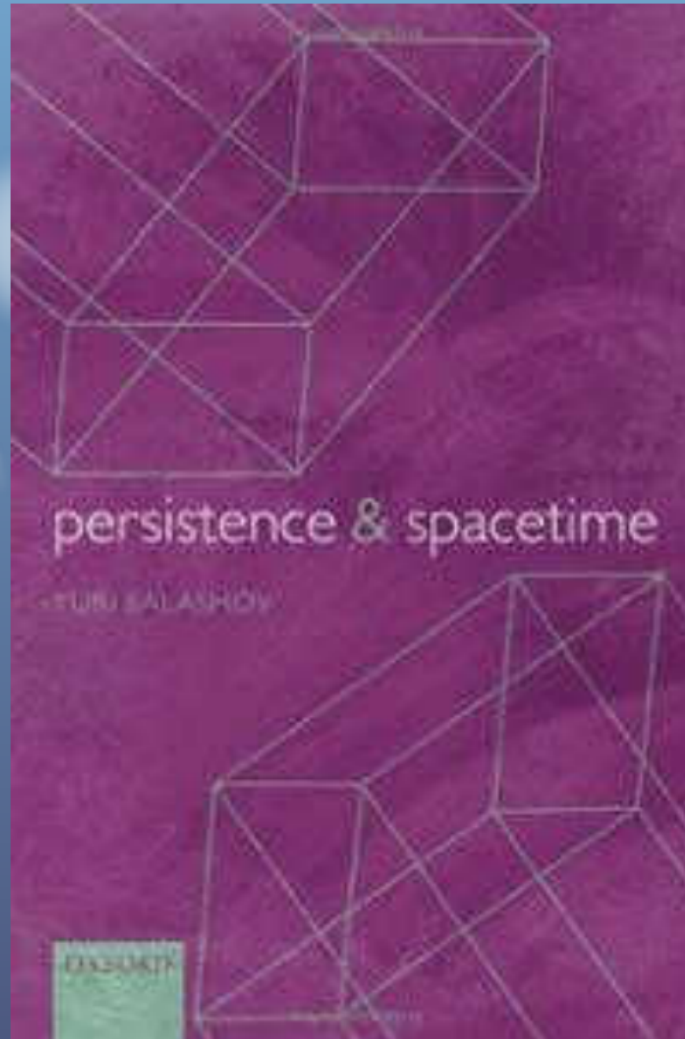


## COEXISTER DANS L'ESPACE-TEMPS



# COEXISTER DANS L'ESPACE-TEMPS



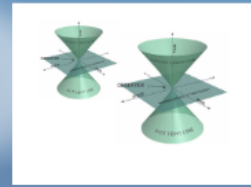


Simultanéité  
de  
coïncidence

Simultanéité  
relative



Simultanéité  
acausale ou  
contemporainéité

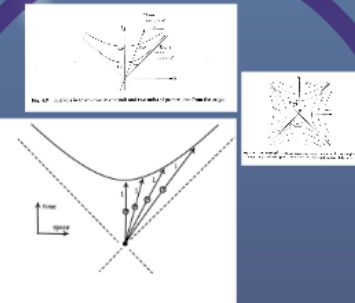
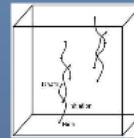


# Simultanéités non-standard

Simultanéité  
active

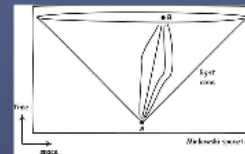


Simultanéité  
d'éternité

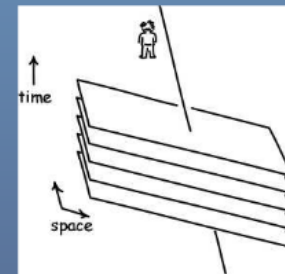
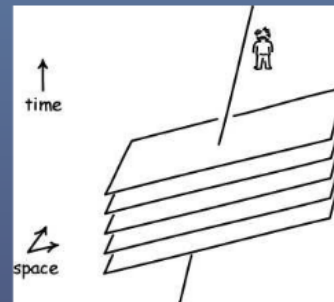
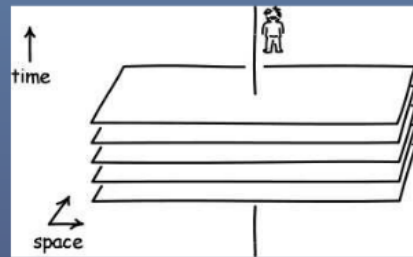


Simultanéité propre

Enveloppe de  
simultanéité

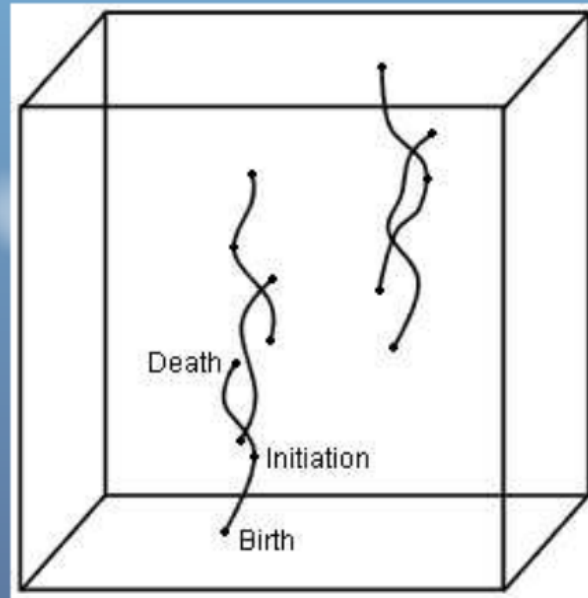


# Simultanéité relative





# Simultanéité de coïncidence



# Simultanéité d'éternité

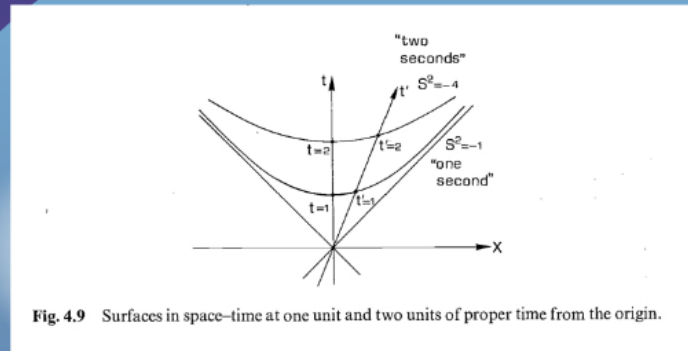


Fig. 4.9 Surfaces in space-time at one unit and two units of proper time from the origin.

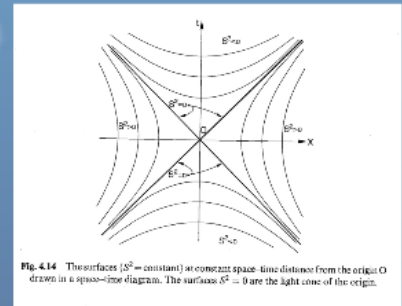
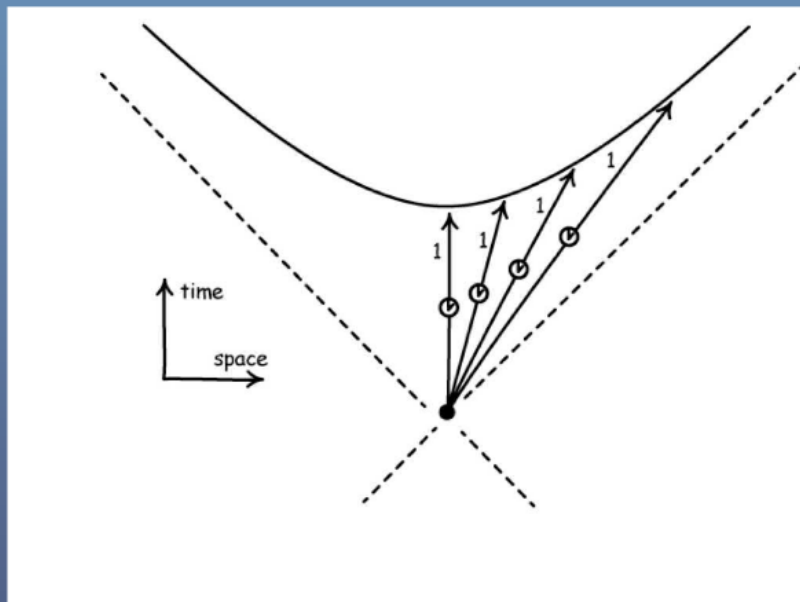


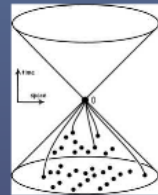
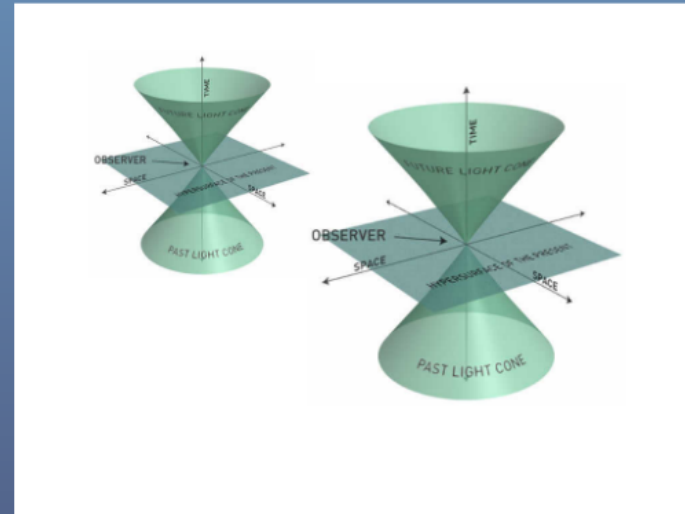
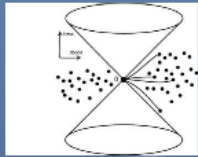
Fig. 4.14 The surfaces [ $S^2 = \text{constant}$ ] at constant space-time distance from the origin  $O$  drawn in a space-time diagram. The surfaces  $S^2 = 0$  are the light cone of the origin.



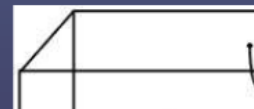
# Simultanéité propre

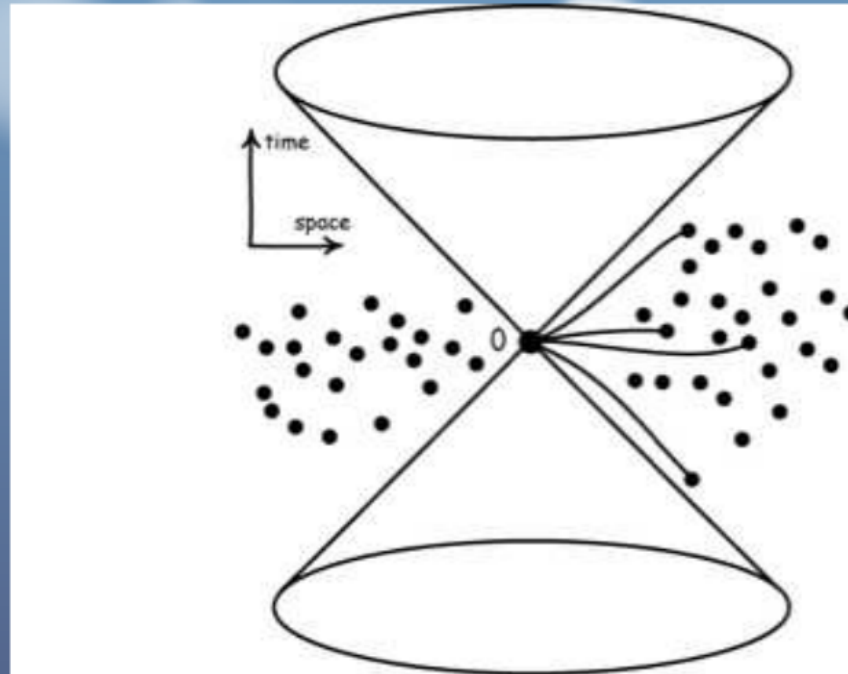
coïncidence

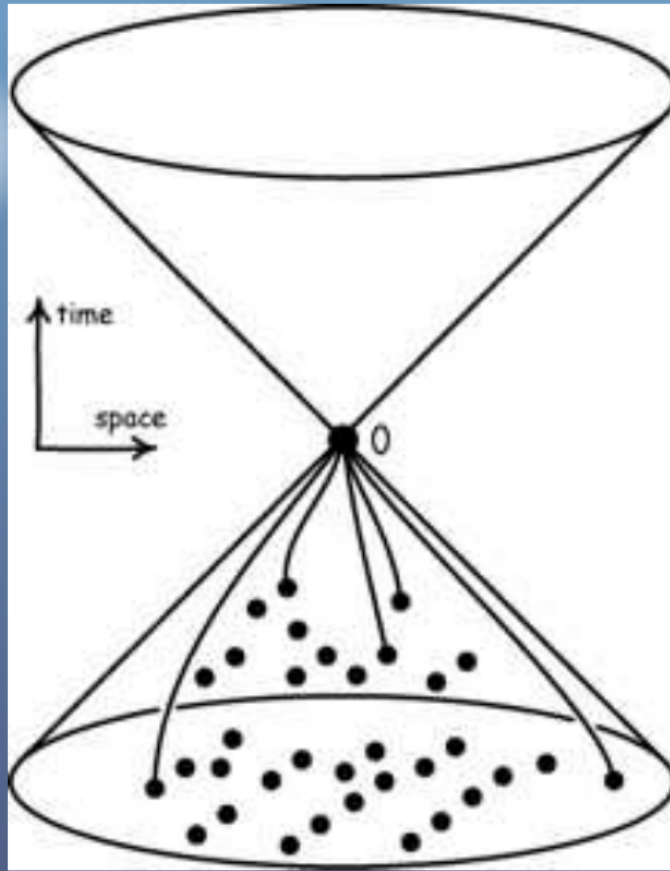
# Simultanéité acausale ou contemporanéité



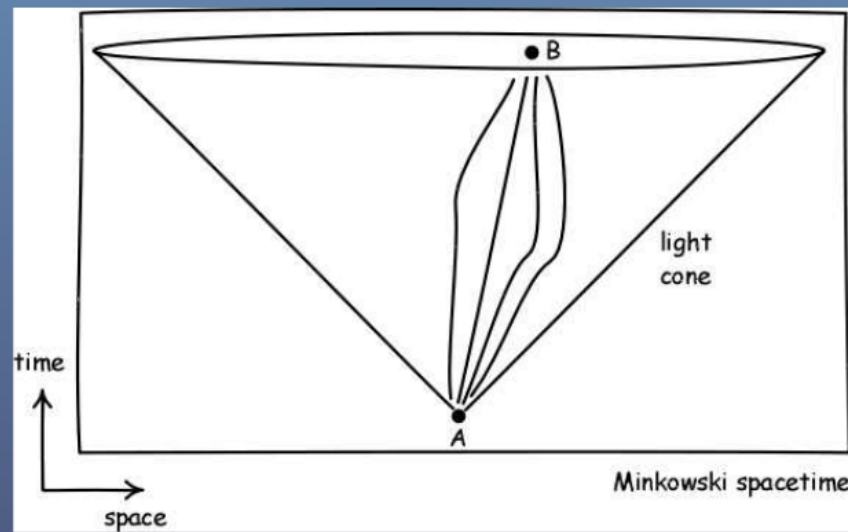
# Si no





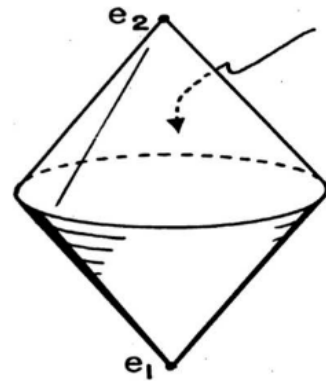


# Enveloppe de simultanéité



# Simultanété active

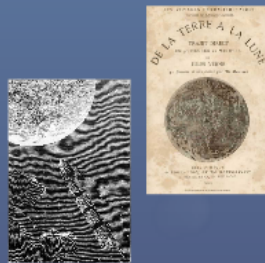
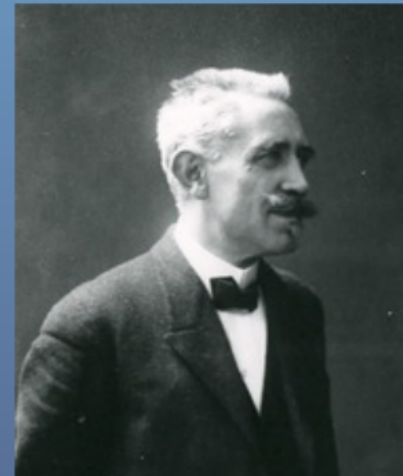
## INTERVALLE D'ALEXANDROFF





# LANGEVIN 1911

Le "voyage en boulet"



Congrès international de philosophie  
Bologne, 5 avril 1911

