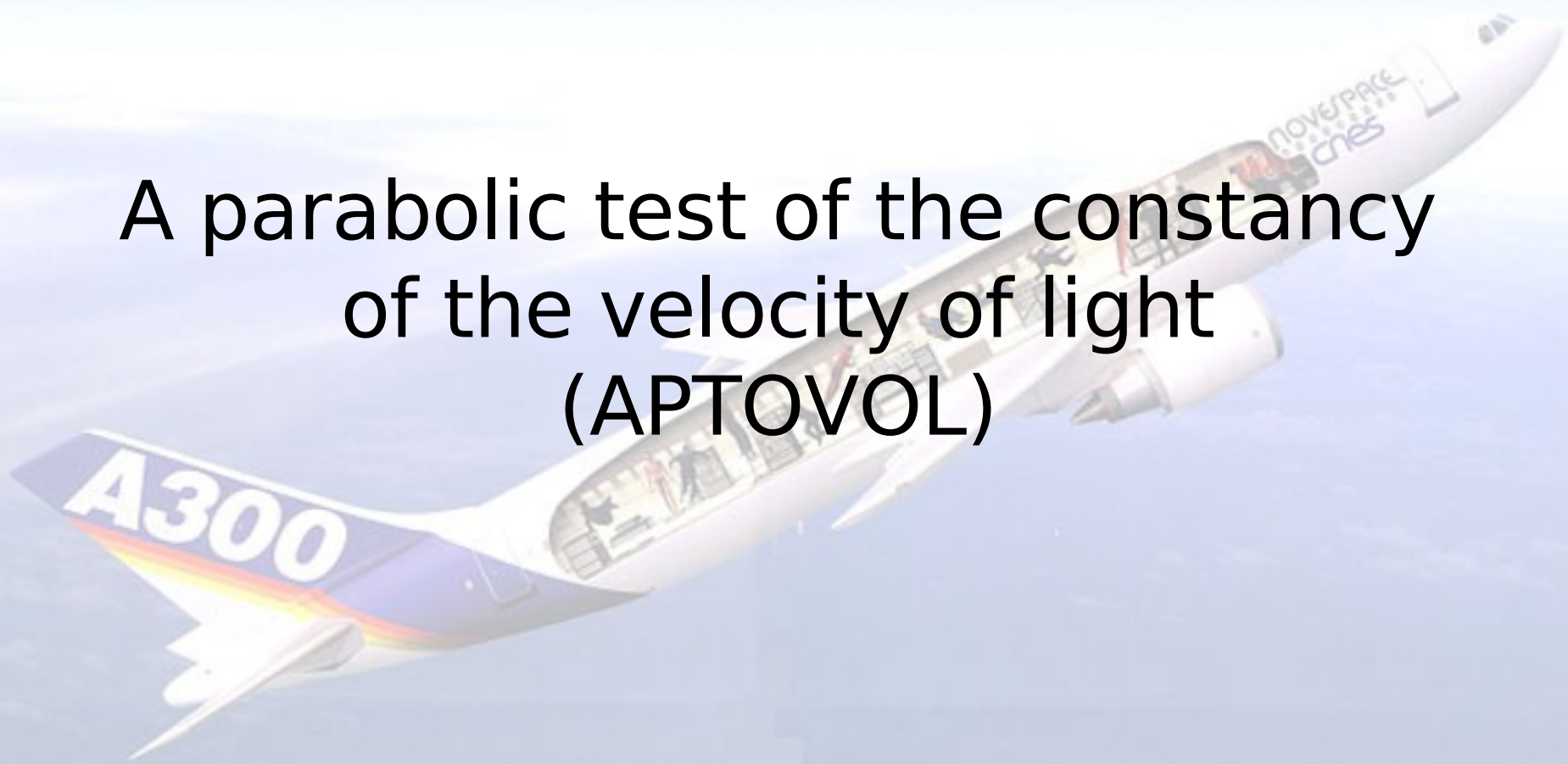


# A parabolic test of the constancy of the velocity of light (APTOVOL)



F. Guisset, S. Oryn, G. Pfyffer, V. René de Cotret,  
D. Bertrand and Gh. Grégoire

*Institut de Physique Nucléaire*

*Université catholique de Louvain*

*Louvain-la-Neuve, Belgium*



# Sponsors



**UCL**



**Madame Françoise DUPUIS**  
Ministre de l'Enseignement supérieur,  
de l'Enseignement de promotion sociale  
et de la Recherche scientifique

**scienceinfuse**  
scienceinfuse e-mediascience

**UCL**



**Shell Chemicals**

**virgin express**

The velocity of  
light is a  
fundamental  
constant of  
Nature !



**Are you sure Mr. Einstein ? ...**

# The concept

- Is  $c$  really constant under all circumstances?
  - Some experiments have already looked at this fundamental principle of physics...
  - Previously the dependence of the velocity of light  $c$  on the **relative speed** of inertial frames has been assumed.
  - This has put an upper bound on the relative variation of  $c$  at

$$\frac{\Delta c}{c} < 7 \times 10^{-11}$$

- What about the **acceleration** of the reference frame?
  - A theoretical study by Professor Jan Govaerts shown the ability to improve the upper limit by  $10^3$



# Hypothesis

- Possible **dependences** of  $c$  are considered **relative to the acceleration** of the reference frame, i.e. variations of the form:

$$\frac{\Delta c}{c} = \gamma_1 \cdot a \quad \text{or} \quad \frac{\Delta c}{c} = \gamma_2 \cdot a^2$$

- Translating results of the previous experiments leads to the following upper bounds:

$$\gamma_1 < 2.9 \times 10^{-9} \quad \text{and} \quad \gamma_2 < 1.2 \times 10^{-7} \quad (\text{S.I.})$$

# Advantage of a parabolic flight

- acceleration of the Earth around the Sun:  $g/1662$
- acceleration of the lab on Earth, considering daily rotation:  $g/410$
- acceleration of the ZERO-G aircraft:  $2 g$

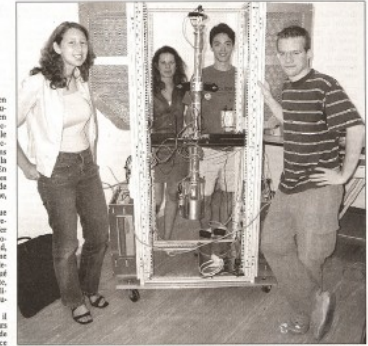
**Parabolic flights offer an ideal environment** to look for a possible effect of frame acceleration on the value for  $c$  !

- Medical Examination
- Acquiring and „borrowing“ hardware
- Outreach
  - University relations
  - Newspapers, Websites
  - Seminars, Schools
- Establishing contacts with:
  - Public agencies (Ministry of Education and Science)
  - Commercial companies (Shell)
  - University (Faculty of science, department of physics)

LOUVAIN-LA-NEUVE • UCL/Agence spatiale européenne

## Ils s'envolent pour Bordeaux

Départ direction Bordeaux ! C'est aujourd'hui que les étudiants en physique de l'UCL partent pour effectuer leur vol parabolique.



Les quatre étudiants en physique de l'UCL, sortis hier matin pour leur vol parabolique. Leur terrible machine est partie sur les routes bleues. En passant l'air aujourd'hui pour le retrouver à Bordeaux. (W 38352)

Nous vous en parlons en mai dernier. Quatre étudiants en 1<sup>re</sup> licence en physique de l'UCL ont été sélectionnés par l'Agence spatiale européenne (ESA) pour effectuer un vol parabolique dans un but scientifique. Elle est la seule équipe belge retenue. En tout, quinze équipes issues de différents pays membres de l'Agence spatiale européenne participent à l'opération.

C'est aujourd'hui même que Vincent Breda de Coet, Sébastien Oryx et Grégory Piffier s'envolent avec un de leurs professeurs, Damien Bertrant, pour la France. Le quadruplet lance, Fabien Guisot, les a devancés d'un jour. Il a embarqué hier dans une camionnette, afin d'accompagner leur collègue « chef d'œuvre » sur les routes.

En fait de chef d'œuvre, il s'agit d'un outil que ces futurs physiciens ont conçu afin de mener à bien l'expérience qu'ils feront lors de leur vol parabolique. Il s'agit d'un instrument hyper-precis destiné à vérifier si la vitesse de la lumière varie en fonction de l'accélération du système. Selon Einstein, elle ne varie pas, mais les quatre complices s'efforcent de donner le plus au grand Albert.

En l'occurrence l'accélération est celle de l'avion, un Airbus A300, lorsqu'il effectue un vol parabolique.

« C'est idéal, il s'agit de l'accélération la plus grande qu'on puisse avoir dans un avion », explique Vincent Breda de Coet. Les manœuvres de l'accélération y sont particulièrement importantes.

« Lors d'un vol parabolique, l'avion coupe ses moteurs alors qu'il vole à une vitesse normale de quelque 900 km/h et qu'il est à environ 10 000 m d'altitude », explique

Les choses sérieuses suivront avec deux autres vols d'environ 2 heures, où l'avion effectuera 30 paraboles, toutes les 3 minutes environ. Il se déroulera à une altitude d'environ 10 000 m, histoire de pouvoir sentir les mêmes pressions. Là, les expériences n'auront qu'à bien se tenir car les étudiants ne seront pas attachés.

En dehors de la zone réservée aux expériences, il y a une zone dite « zone de sécurité » où les étudiants ne pourront pas aller.

« Je réalise quand même le moment où les moteurs seront coupés et où on sera en chute libre, dans le plus grand silence, reprend Vincent Breda de Coet, l'attente pour que les mo-

teurs ne se remettent pas en marche »

Cette expérience hors du commun a bien entendu un coût et non des moindres. Budget total : 11 000 €, dont 5 000 € ont été financés par les étudiants via des sponsors, les pouvoirs publics et l'université. Ce qui coûte le plus, ce sont les consommables : vêtements (3 000 €) réalisés à l'UCL par un atelier de professionnalisme. Heureusement, l'université a généreusement soutenu l'opération et devrait leur permettre de boucler leur budget.

Nous aurons leurs précieuses, en direct de Bordeaux, dans nos prochaines éditions.

Arnaud DILBERT

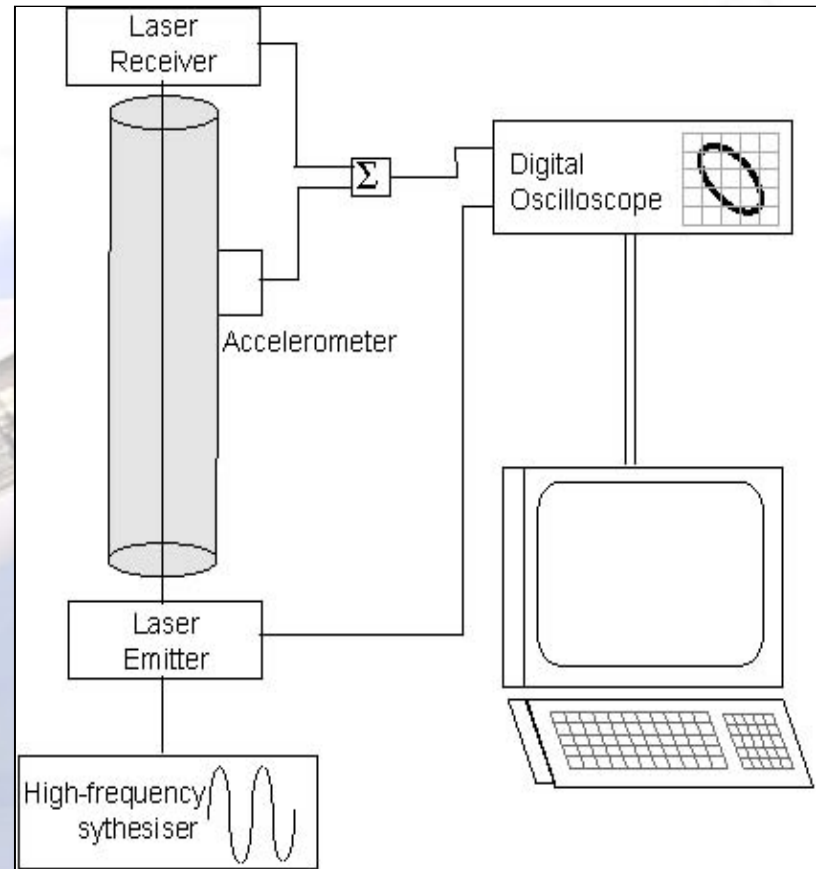


- The basic concept :  
**interference phenomenon**
- How does it work?

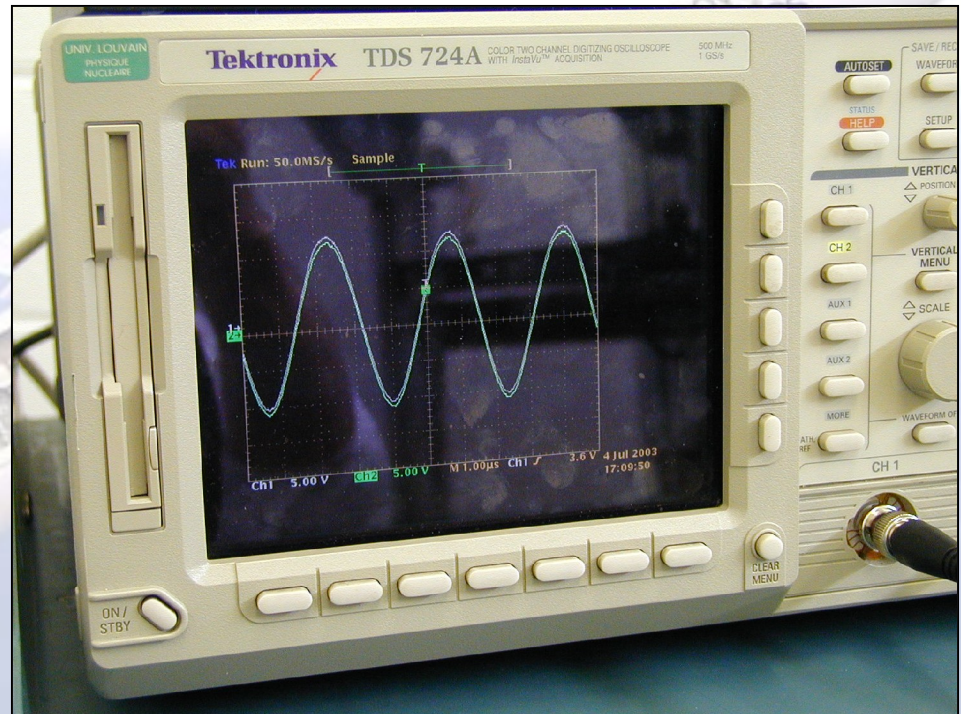


Phase-correlation between an emitted and received electromagnetic wave is sensitive to variations of  $c$ .

- Amplitude modulated **laser** (up to 500 MHz)
- Signal generator
- Digital Oscilloscope
- Accelerometer
- What should the data acquisition system record?



- Through the oscilloscope
  - Recording both channels through a Labview™ interface
  - First channel
    - Emitted signal
    - Accelerometer signal
  - Second channel
    - Received signal



## Before the flight

- Last minute changes
  - Data acquisition
  - Fixations
  - Electric devices
- Safety visit
  - new holes and bolts for a better fixation
  - additional straps to improve the stability



- Meeting in the morning about the parabolic flight
- Briefing about the security on board and the medication



# The Flight!

UCL



... During 31 parabolas ...  
People worked hard ...  
... and also had some fun





# Improvements

- Consolidation of the rack
- Slight modifications in the data acquisition
- Fine-tuning of the laser modulation frequency (around 450MHz)

