

# Dai fratelli Montgolfier alla ricerca scientifica: *la lunga vita del «più leggero dell'aria»*



1783 Il primo areostato realizzato dai fratelli Montgolfier



2000 Lancio dell'esperimento Boomerang dalla base antartica MacMurdo, per lo studio del fondo cosmico a microonde CMB ( Cosmic Microwave Background)

# The Dream of Flight

- Icarus son of Dedalus  
, Icarus and his father attempt to escape from Crete by means of wings that his father constructed from feathers and wax. Icarus' father warns him first of complacency and then of hubris, asking that he not fly too low nor too high because the sea's dampness would clog, and the sun's heat would damage his wings. Icarus ignored instructions not to fly too close to the sun, and the melting wax caused him to fall into the sea where he drowned.



Dedalus and falling Icarus

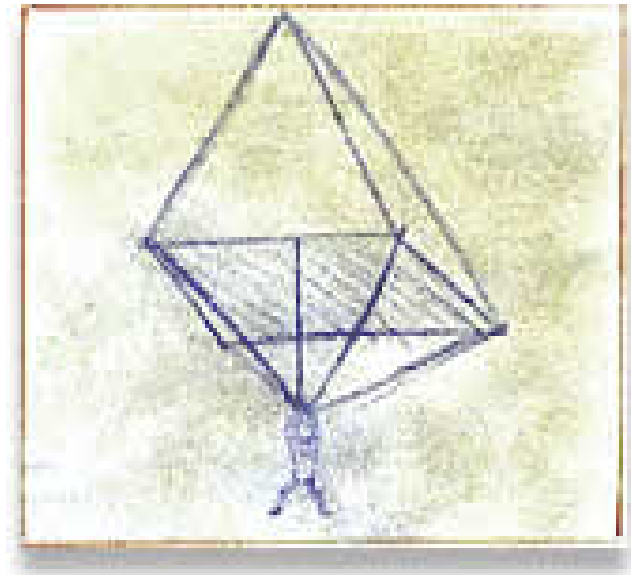


The Bird Man



**Jetman Yves Rossy, l'uomo che vola con un'ala in fibra di carbonio sulle spalle.**

# Leonardo da Vinci



*Una volta che avrete conosciuto il volo,  
camminerete sulla terra guardando il cielo,  
perché là siete stati e là desiderate tornare.*

Leonardo da Vinci

## **1495 - Il Paracadute (Leonardo da Vinci)**

In the *Codice Atlantico* a parachute is described: *Se un uomo ha un padiglione di panno che sia di 12 braccia per faccia e alto 12, potrà gittarsi da ogni altezza senza danno per sé.* For ropes were attached to the parachute, another rope was in the hand of the man to manage the falling down. It is possible that Leonardo tried this engine. After that for about two centuries nobody tried to win the gravity

# I fratelli Montgolfier

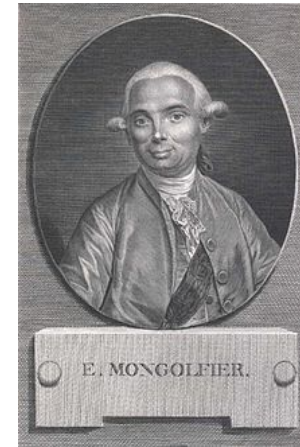
**Joseph Michel Montgolfier** (1740-1810) e **Jacques Étienne Montgolfier** (1745-1799) were the inventors of the «mongolfiera e», the areostatic balloon filled with hot air.

This invention was the first engine taking an human being in the sky.

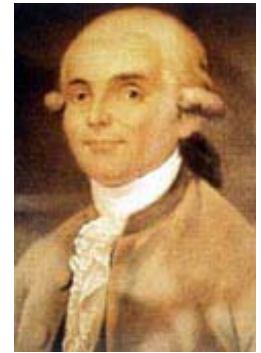
After this extraordinary success, they were named members of the *Academie des Sciences de Paris*



*Modello del pallone dei fratelli Montgolfier  
London Science Museum*



***Jacques Montgolfier***



***Joseph Montgolfier***

First some test without living being on board were carried out.

19 September 1783 the «Aerostate Révillon» flew with onboard the first living aeronauts, in a basket hanging from the balloon: a sheep, a duck and a cock, traveled over the Versailles gardens at the presence of King Louis XVII and Queen Maria Antonietta.

The flight was of about 8 minutes, for 3 km, until 500 m of altitude. All the animals landed safely.

Finally, 21 November 1783, Pilâtre de Rozier and the marquis d'Arlandes were protagonists of the extraordinary performance of the first human flight in the man history. They flew for 25 minutes for a distance of 9 km at about 1000 m over the Paris roofs.



## Hot air Balloons or Hydrogen Balloons?

The Montgolfier brothers discovered by chance that the hot air was lighter than the atmosphere, because of the lower density. In fact they observed in the fireplace at their country house some paper pieces flying in the air over the fire.

In 1766 the English scientist Henry Cavendish discovered the hydrogen, a gas lighter than air (*leggiero*). As a consequence, also the ballooning with the hydrogen filling was studied, to avoid the need of continuously heating the air with a fire inside the balloon. The first builder of hydrogen balloons was Jacques Alexandre CHARLES.

Finally the hydrogen technique was preferred and promoted by the French Government. For more than 180 years the hydrogen balloons were mostly used in the main aeronautic enterprises, as the Manica Channel flight performed 7 January 1785 by Jean Pierre Blanchard and John Jeffries.



**Jacques Alexandre César Charles** (1746 –1823) flew first with a hydrogen balloon the 1 Dicembre December 1783 (two weeks after the Montgolfier flight)

He was a scientist in Physics and Chemistry,; he discovered the relationship between temperature, volume and pressure of gas, also discovered by Gay Lussac, the Charles-GayLussac law  $PV=RT$

The Hydrogene balloon invented by Charles, "*La Charlière*" , at the first flight from Tuileries gardens, in Parigi 1<sup>o</sup> dicembre 1783.



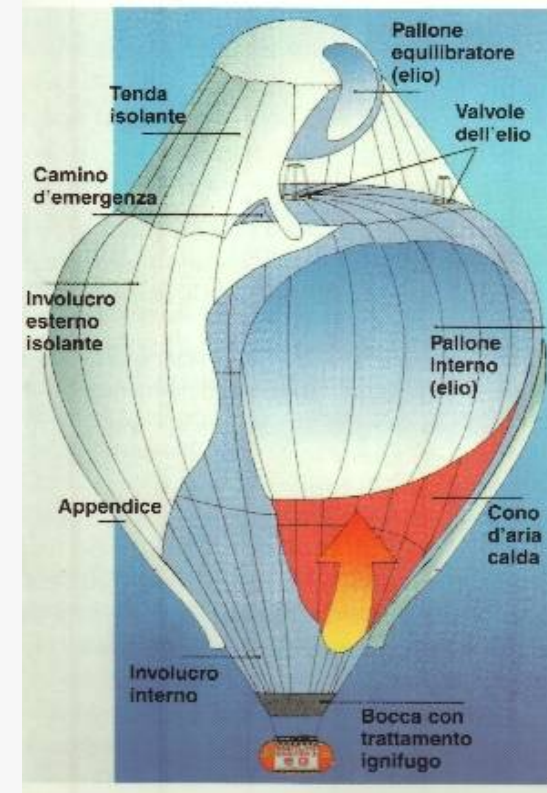
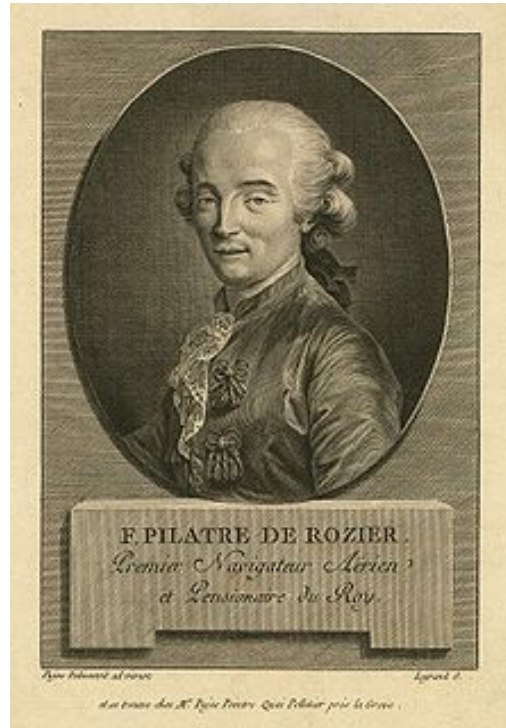
## Jean-François Pilâtre de Rozier

Jean-François Pilâtre de Rozier (1754-1785)

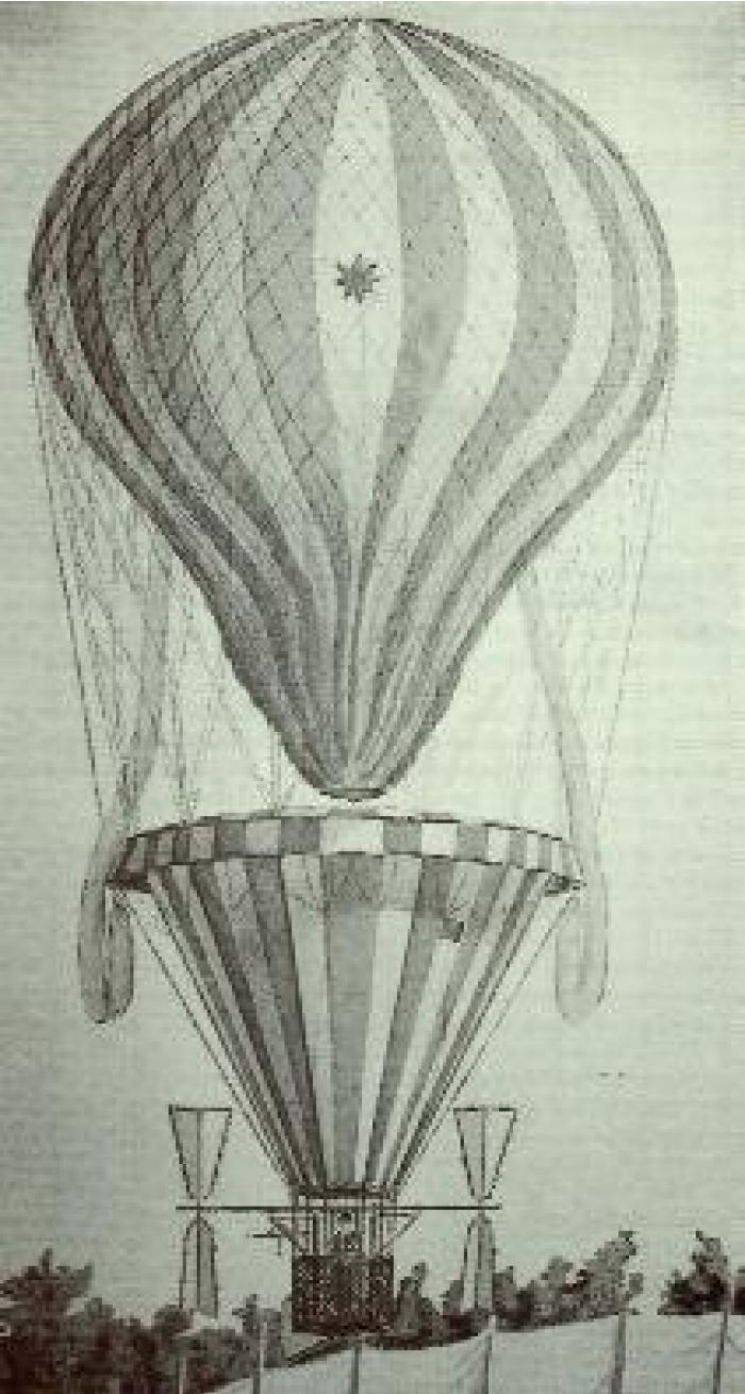
21 November 1783, together with the Marquis D'Arlande, de Rozier succeeded his first flight with a passenger, with mongolfiere (hot air balloon). They traveled for 12 Km, from the Chateaux de La Muette a Butte aux Cailles, near Paris, at 1000 metres of altitude).

Rozier added to an Hydrogen balloon a separated chamber to be filled with hot air, combining the two ballooning techniques.

He died during an attempt of Manica Channel flight, from France to England, in the direction opposite to the main wind streaming. The same principle invented by de Rozier is used today, for long period balloon flights.



**Bertrand Piccard e Brian Jones** nel 1999 (primo volo in pallone intorno al mondo senza scalo) e di **Steve Fossett** nel 2002 (primo volo intorno al mondo senza scalo in solitario).



## Francesco Zambeccari (1752-1812)

Also in Italy Zambeccari realized the «double chamber balloon» ( Hydrogen and hot air combined)

He was also the inventor of a , di un dinamometre for measuring the rope tension, and of balance anemometre to evaluate the atmospheric stream intensity, both the instruments very useful during the flight.

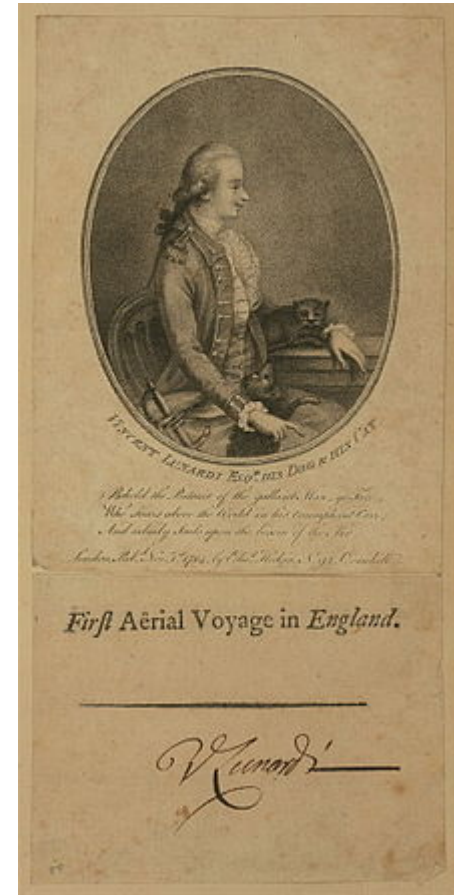




**Francesco Zambeccari (1752-1812)**

**Ascensione della mongolfiera  
del conte Zambeccari, cm. 66 x  
51, Staatliche Museen, Berlino.**

# Vincenzo Lunardi (1759–1806)



15 September 1784, by using an hydrogen balloon, Vincenzo Lunardi made the first flight in England , at Chelsea (Londra), in the presence of the King. To the balloon, 10 meter diameter, two small wings were attached, to improve the direction of the flight. He flew for 2 ore e 15 minuti.





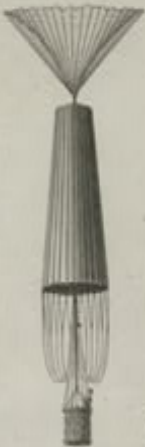


AERONAUTICS.

Plate I.



Garnerin Ascending



Charles & Roberts' Balloon



Garnerin Descending

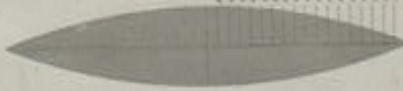


Form of the Wings employed by Lunardi



Drawn by August Blaisot.

Fig. 1



Published in the Air Review, April 1804 by Paul Faucher, Parisian Printer.

Form of the Wings employed by Blanchard



Designed by J. P. Blanchard.

Balloons models  
1818.(LC Prints & Photographs Coll

"Lana's aeronautic machine"

Montgolfiers' balloon"

," Blanchard's balloon,"

," Garnerin ascending [and] descending" in his parachute

"Charles & Roberts' balloon" being inflated,

"form of the wings employed by Lunardi,

"form of the wings employed by Blanchard



# Jean Blanchard e il pallone a idrogeno



- Jean Blanchard, utilizza un pallone a idrogeno che vola per la prima volta il 2 Marzo 1784.
- Nel Gennaio 1785 Blanchard e il Dr John Jeffries, trasvolarono per primi il canale della Manica.
- Nel Gennaio del 1793, Blanchard fa il primo volo in pallone in America, portando una lettera del presidente George Washington dalla Pensilvania al New Jersey: il primo servizio posta aerea della storia!
- 

*Blanchard e Jeffrey volano sulla Manica*

# Il Pallone di Blanchard

## BLANCHARD-JEFFRIES 1785 HYDROGEN BALLOON



BLANCHARD



JEFFRIES

Jean-François Blanchard was born in Les Andelys, France, on 26 July, 1758. He became interested in science and invented a variety of devices such as a microscope. In the 1770s, Blanchard worked as a surveyor before, that is, flying balloons, including one used on a voyage of discovery in the northwest with Cook and a ship.

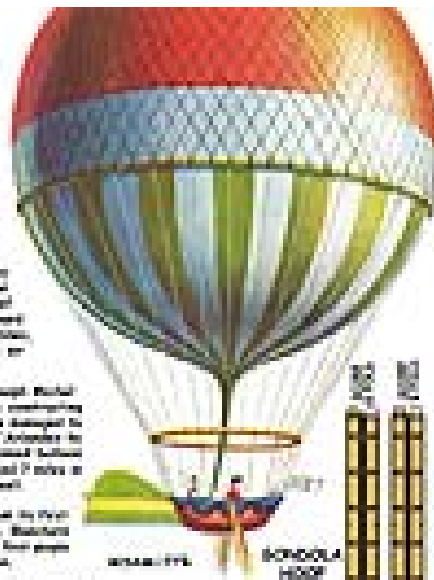
Blanchard was inspired by the success of Joseph Michel Montgolfier and Jacques Étienne Montgolfier, in constructing an air balloon. In 1783 the Montgolfier brothers designed to persuade Pilâtre de Rozier and the Marquis d'Arlandes to become the first people to take part in a manned balloon flight. In November, 1783, the two men ascended 7 miles in less than half an hour at the height of 1,000 feet.

Blanchard constructed his own balloon and it was his first flight as well as being, in fact, the first balloon flight in the Americas. John Jeffries became the first person to cross the English Channel by air balloon.

In January, 1785, Blanchard made the first parajump descent in North America. He carried a letter from President George Washington to Philadelphia to John Barry and thereafter created the idea of air mail. Blanchard also made nine other balloon flights to America, Europe, India, and the Netherlands. In February, 1800, Blanchard suffered a heart attack on a flight over The Hague in the Netherlands and fell down from 50 feet. He never recovered from the fall and died on March 1, 1808.



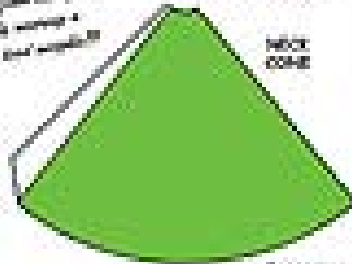
*Your balloon must be made of silk and of the size to contain a lot of hot air.*



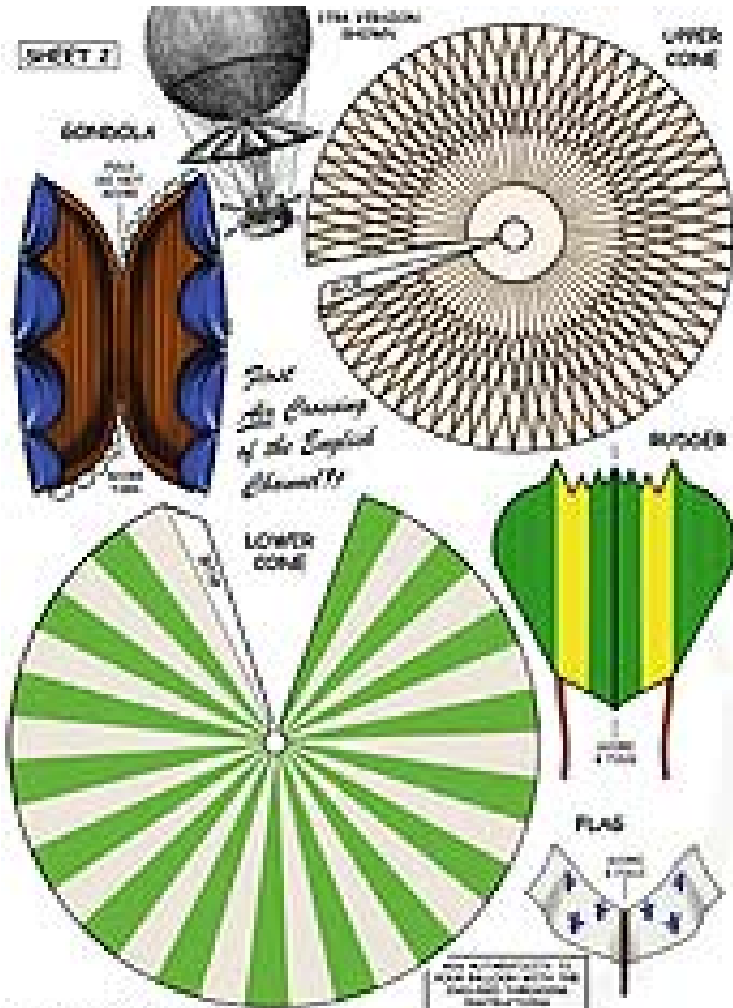
STABILIZER  
GONDOLA HOOP



NECK CONE



©1998 PEARL PUBLISHING, INC.



SHEET 7

GONDOLA

UPPER CONE

UPPER CONE

*First Air Crossing of the English Channel!*

LOWER CONE

RUGGED

PLAS

©1998 PEARL PUBLISHING, INC.

# Madame Blanchard, Célèbre Aréonaute



Sophie Blanchard(1778-1819), sposò Jean Pierre Blanchard , il primo aeronauta professionista della storia. Fu la prima donna aeronauta professionista con 67 ascensioni realizzate, specializzandosi nei voli notturni.

Napoleone Bonaparte la nominò ministro.

Nel 1817 attraversò le Alpi, sfiorando la morte dopo un atterraggio di fortuna in un terreno allagato.

Dopo la caduta di Napoleone entrò nelle grazie anche di Luigi XVIII che la nominò *“aeronauta ufficiale della Restaurazione”*

Il 6 Luglio 1819 fece un’ascensione sopra i giardini di Tivoli per lanciare un fuoco d’artifici dalla sua mongolfiera. Ci fu un incendio e la mongolfiera cadde. L'apparecchio urtò il tetto di una casa e Sophie Blanchard ne fu scagliata fuori sfracellandosi sulla strada.

# Sophie Blanchard in volo su Torino

- L'ascensione torinese ebbe luogo in pieno periodo Napoleonico, e non a tanti anni di distanza dal primo esperimento dei fratelli Montgolfier.
- La signora Maddalena Blanchard fu l'eroina di quella straordinaria impresa. Avvisi vennero affissi per la città per informare che la signora Blanchard avrebbe compiuto la sua quarantacinquesima ascensione aerostatica alle ore 4,30 pomeridiane, partendo dal cortile del Palazzo del Valentino.
- L'aerostato della Blanchard misurava 22 piedi parigini (7,15 metri) e 5577 piedi cubi di solidità (2850 metri cubi), in mezz'ora dopo la partenza scomparve agli occhi degli spettatori.
- La quota massima di elevazione di circa 3900 tese (6670 m) alla quale altezza era insostenibile, segnando il termometro da 17 a 18 gradi sotto zero, ciò che decise a scendere la signora Blanchard, che si sentiva ormai irrigidita. La discesa avvenne alle 5 e 22 minuti in un campo di messi, tra Ceretto e Cocconato.



# La morte di madame Blanchard



Madame Blanchard, dopo decine e decine di ascensioni effettuate in tutta l'Europa, trovò la morte a Parigi.

Durante una festa parigina, il 6 luglio 1819, sopra i magnifici giardini di Tivoli fece un'ascensione con il suo pallone riempito con l'idrogeno. Era un'ascensione serale e la manifestazione doveva concludersi con il lancio, da parte di madame Blanchard, di fuochi d'artificio; purtroppo un razzo cambiò improvvisamente direzione e colpì il pallone della Blanchard.

Subito l'idrogeno esplose e l'aerostato precipitò senza controllo verso i tetti parigini. I testimoni raccontano che la Blanchard si sfracellò sul tetto di una casa e poi cadde ormai morta sulla strada sottostante.

# Andrè e Jeanne Garnerin, i primi paracadutisti



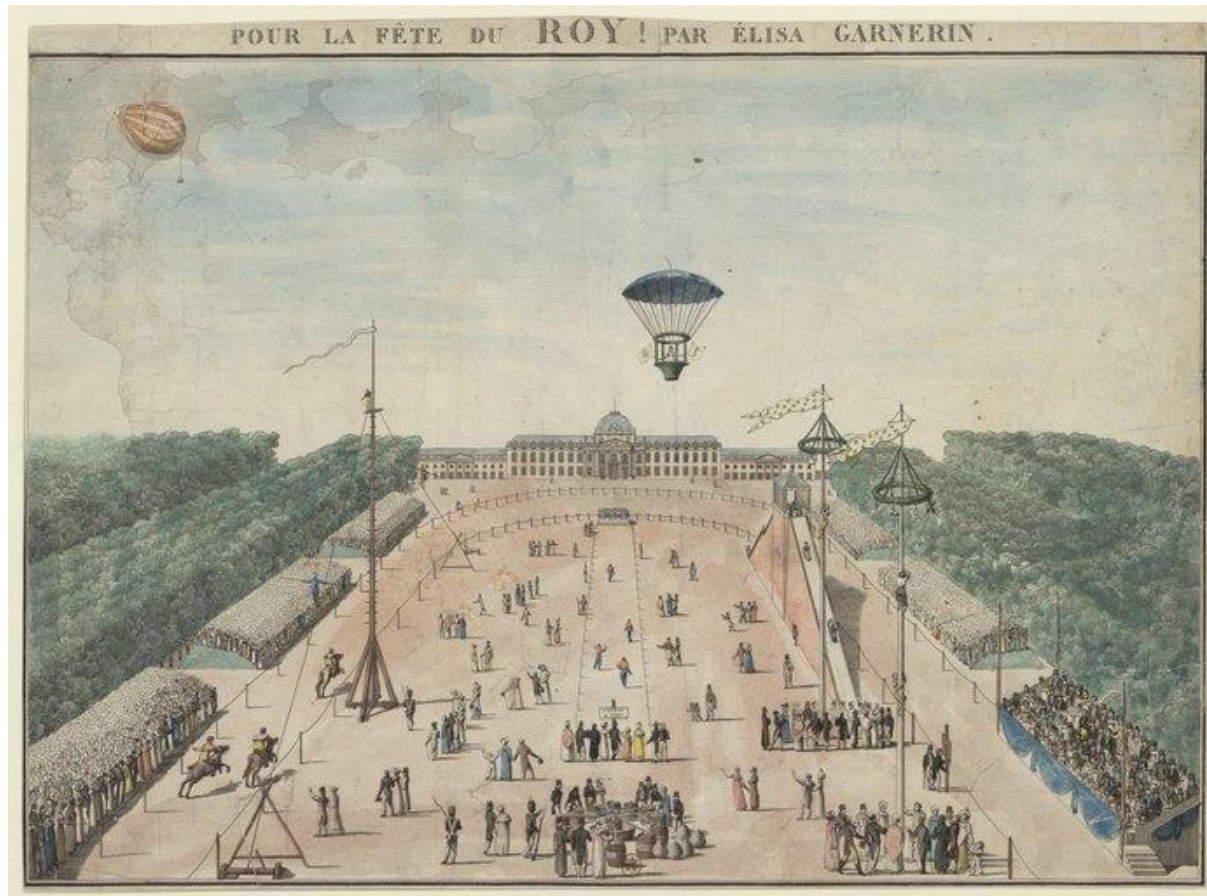
André-Jacques Garnerin (1769 –1823) è stato il primo uomo ad utilizzare il paracadute lanciandosi, il 22 ottobre 1797, da un aerostato a quota 900 metri, e sua moglie, Jeanne Geneviève Labrosse, è stata la prima donna ad effettuare un medesimo lancio.

La nipote, Elisa Garnerin, fece conoscere in tutta Europa l'arte di lanciarsi con il paracadute.

Nel 1827 giunse a Torino e fece un lancio dal suo aerostato sopra i Giardini Reali di piazza Castello. Fu un momento entusiasmante per la città che vedeva per la prima volta un saggio di paracadutismo. Scrivevano i giornali dell'epoca che "... al momento del lancio corse un brivido per le ossa..."



# Elisa Garnerin



**3<sup>ème</sup>. ET DERNIERE EXPERIENCE**  
DE DESCENTE EN PARACHUTE, PAR  
**M<sup>ELLE</sup>. GARNERIN,**  
Au Champ de Mars, Dimanche 21 Avril,  
**A SON PROFIT.**

M<sup>ELLE</sup>. GARNERIN, qui vient de recevoir de son Excellence l'Ambassadeur de S. M. Britannique, ses Passeports pour se rendre à Londres, fera sa 3<sup>ème</sup>. EXPERIENCE PUBLIQUE de descente en Parachûte, Dimanche prochain, 21 Avril, à 2 heures.

Les prix des places restent fixés à 1 fr., 5 fr., 10 fr. et 20 francs par personne.

Les porteurs de billets de la dernière souscription, seront admis en payant un supplément de moitié des prix ci-dessus.

Tous Billets où Entrées de faveur sont supprimés.

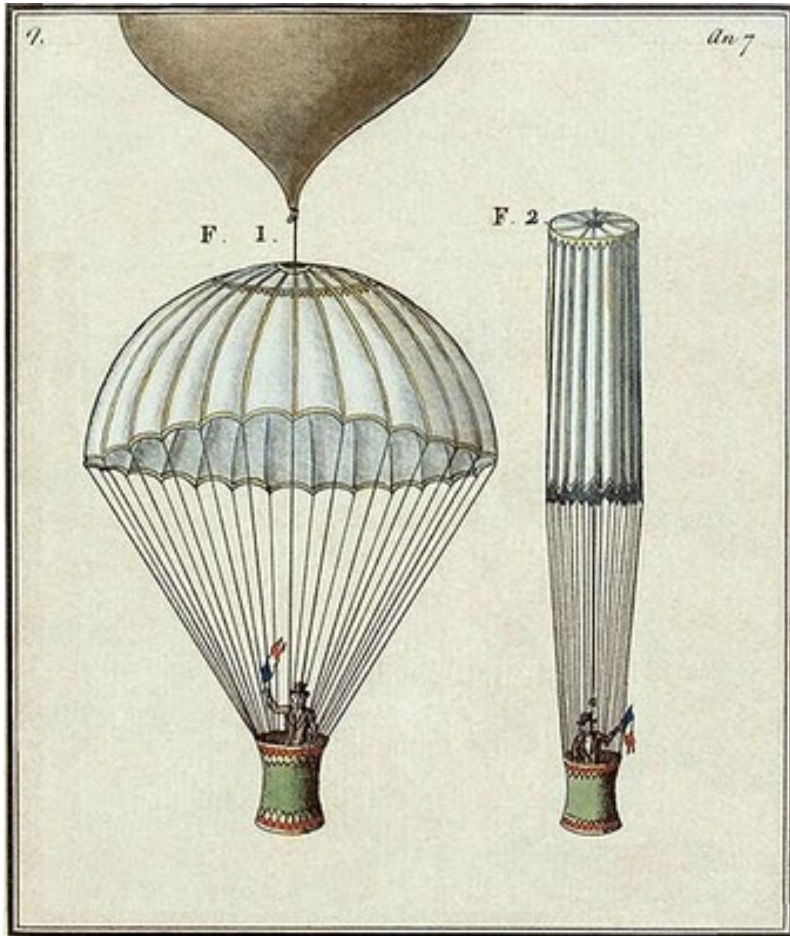
M<sup>elle</sup> GARNERIN sera de retour en France pour l'époque des Fêtes du Mariage de Monseigneur le Duc de Berry.

Imprimerie d'ART. HERAUD, à Saint-Martin, N<sup>o</sup> 75. (Le Timbre est au dos)



# Il paracadute di Garnerin

Garnerin migliorò il suo paracadute, praticando un foro al vertice, di cui poteva variare l'apertura, per facilitare la discesa. Il disegno del paracadute rimase da allora quasi invariato







A FAITHFUL ACCOUNT OF  
M. GARNIERIN'S BOLD ADVENTURE IN HIS PARACHUTE.

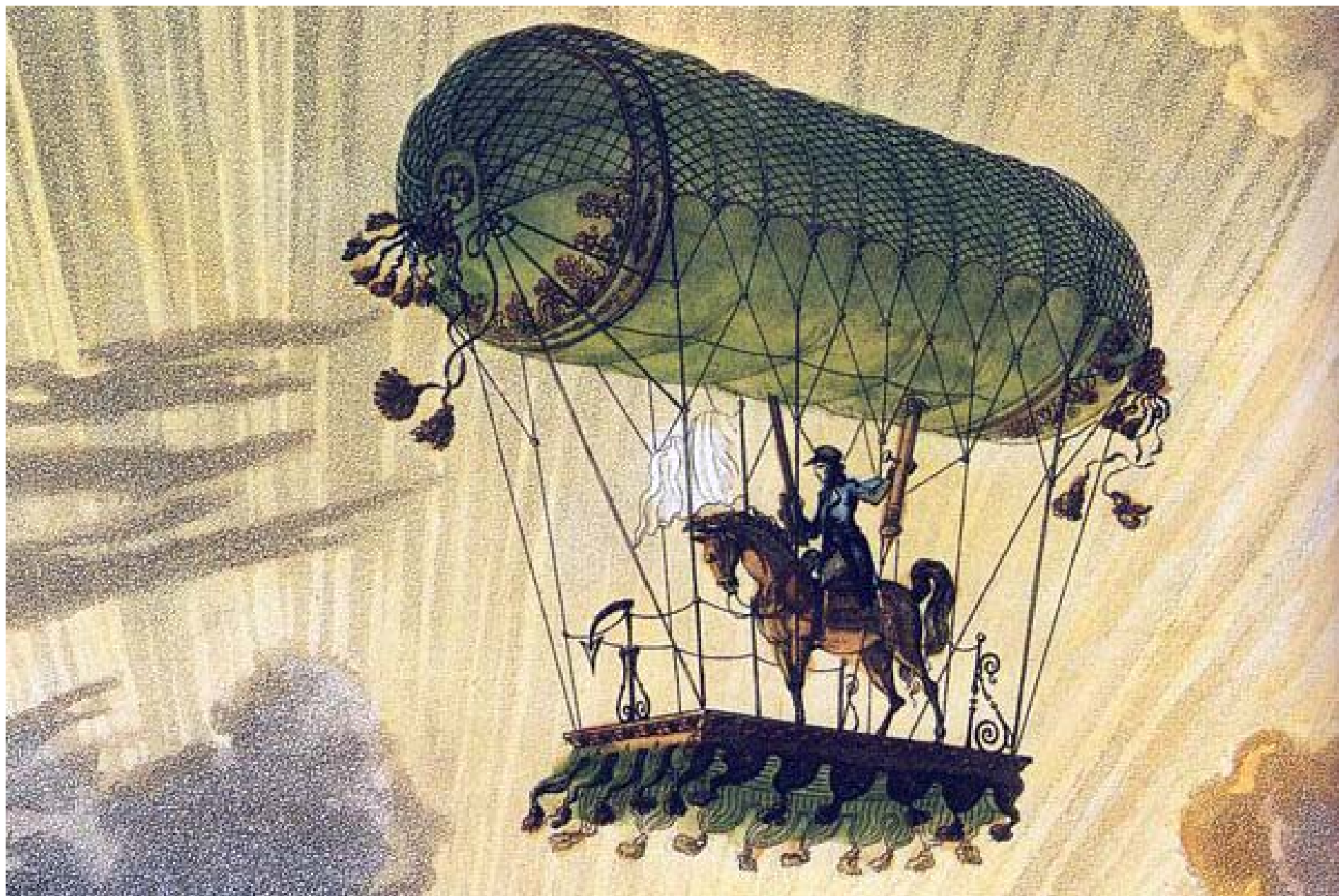
FROM THE PARADE, THIRTY-NINE, STREET, LONDON, ON TUESDAY, SEPTEMBER 17, 1800.

BY WILLIAM GARDNER.

THE AERONAUT'S INTERESTING DETAIL OF THIS TRULY ASTONISHING EXPERIMENT.

# Madame Poitevin e le ascensioni a cavallo





Pierre Testu-Brissy, le 16 octobre 1798. Son ballon était en fait une succession de 6 ballons juxtaposés.

# The first balloon flights

- **5 giugno.** Prime esperienze aerostatiche, effettuate ad Annonay dai fratelli Joseph ed Etienne de Montgolfier. L'aerostato è gonfiato con aria calda.
- **27 agosto.** Ascensione, a Parigi, del pallone "Le Globe" di Jacques Charles e dei fratelli Robert. L'aerostato è gonfiato con l'idrogeno.
- **19 settembre.** Esperienze d'Etienne de Montgolfier, a Parigi, alla presenza del re Luigi XVI. Un gallo, un'anatra e un montone, primi passeggeri aerei della storia, si trovano a bordo di un aerostato trattenuto: "Le Martial".
- **15 ottobre.** Pilâtre de Rozier si alza fino a 26 metri, a bordo di una mongolfiera trattenuta.
- **19 ottobre.** Pilâtre de Rozier riprova l'esperienza del 15 ottobre ed arriva, sempre con una mongolfiera trattenuta, fino a 105 metri.
- **15 novembre.** Prima ascensione italiana di Landriani a Monza.
- **21 novembre.** Pilâtre de Rozier e il marchese D'Arlandes diventano i primi viaggiatori aerei, effettuando un'ascensione in mongolfiera che sorvola Parigi.
- **1 dicembre.** I fratelli Charles e Nicolas Robert viaggiano dal "Jardin royal des Tuileries" a Parigi, per complessivi 36 chilometri.
- **11 dicembre.** Lamanon, Napion e Bonvoitin partono dalla piazza d'Armi di Torino e percorrono 13 miglia.

# Ascensioni a Torino

## 18 luglio 1841 - Circo Sales: Antonio Comaschi



L'aeronauta bolognese Antonio Comaschi, alle 19 parte in pallone dal circo Sales. Il circo Sales era situato nell'attuale corso Regina. Era un circo estivo e diurno, per cui non aveva telone, ed aveva oltre 2500 posti.

Antonio Comaschi aveva girato tutta l'Italia facendo vedere le sue prodezze con il pallone aerostatico. Come tutti i palloni di quel periodo era riempito con l'idrogeno.

Il coraggioso aeronauta salì con il suo pallone. Mezz'ora dopo atterrò nella vigna del conte Nomis di Pollone (antica villa del cardinale Roero) sulle colline di Sassi.

Una seconda ascensione verrà fatta lo stesso giorno, con partenza dal Valentino ed atterraggio nei pressi di Rivoli.

## 28 giugno del 1849-Madame Poitevin



Ascensione in pallone dell'aeronauta madame Poitevin. Ella compì, assieme al marito, una serie di ardimentose ascensioni.

Suo fu anche il record di lancio con il paracadute da ben 2000 metri, conquistato a Parma.

Il 28 giugno del 1849, madame Poitevin fece un'ascensione anche nella nostra città, davanti al castello del Valentino

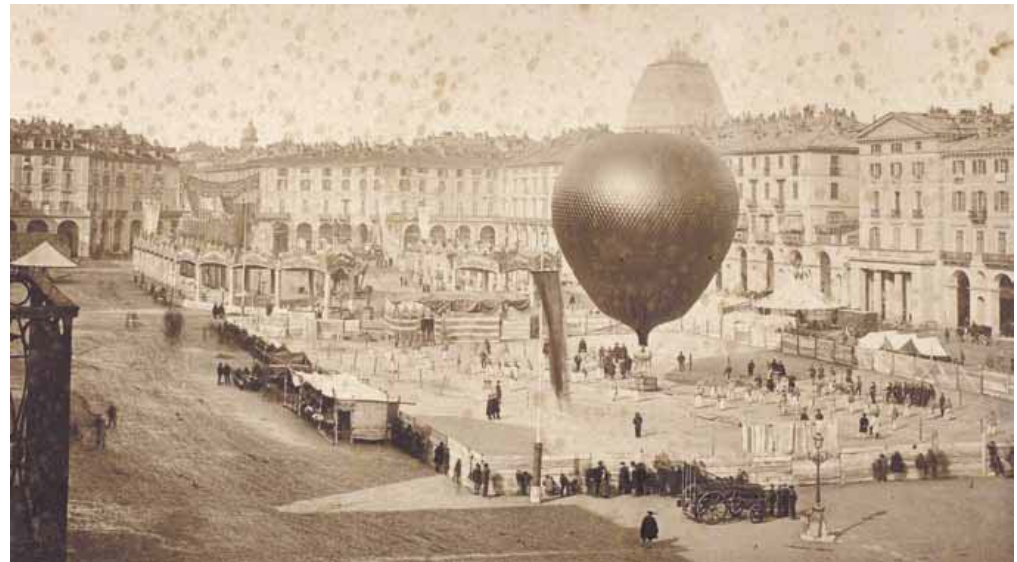


# Torino spicca il volo



Madame Blanchard, Célèbre Aéronaute, Volo su Torino, incisione in rame, 1812. Collezione privata

A Torino l'interesse e la voglia di volare hanno origini lontane. L'11 dicembre 1783, pochi mesi dopo le prime esperienze aerostatiche dei Fratelli Montgolfier, tre illustri membri dell'Accademia delle Scienze di Torino, Roberto De Lemanon, Carlo Antonio Galeani-Napione, Giuseppe Corte Bonvicino, lanciano dalla Piazza Susina di Torino, per la prima volta in Italia, un pallone aerostatico gonfiato con idrogeno. Negli anni successivi, sono molti i documenti - oggi conservati presso l'Accademia delle Scienze di Torino - relativi alla concessione di privilegi per la costruzione e il lancio di strani ordigni volanti.



Pallone di Parigi fatto partire da Piazza Vittorio in occasione del Carnevale e Fiera di Giandua, Torino, 1872. Albumina di Henri Le Lieure, ASCT

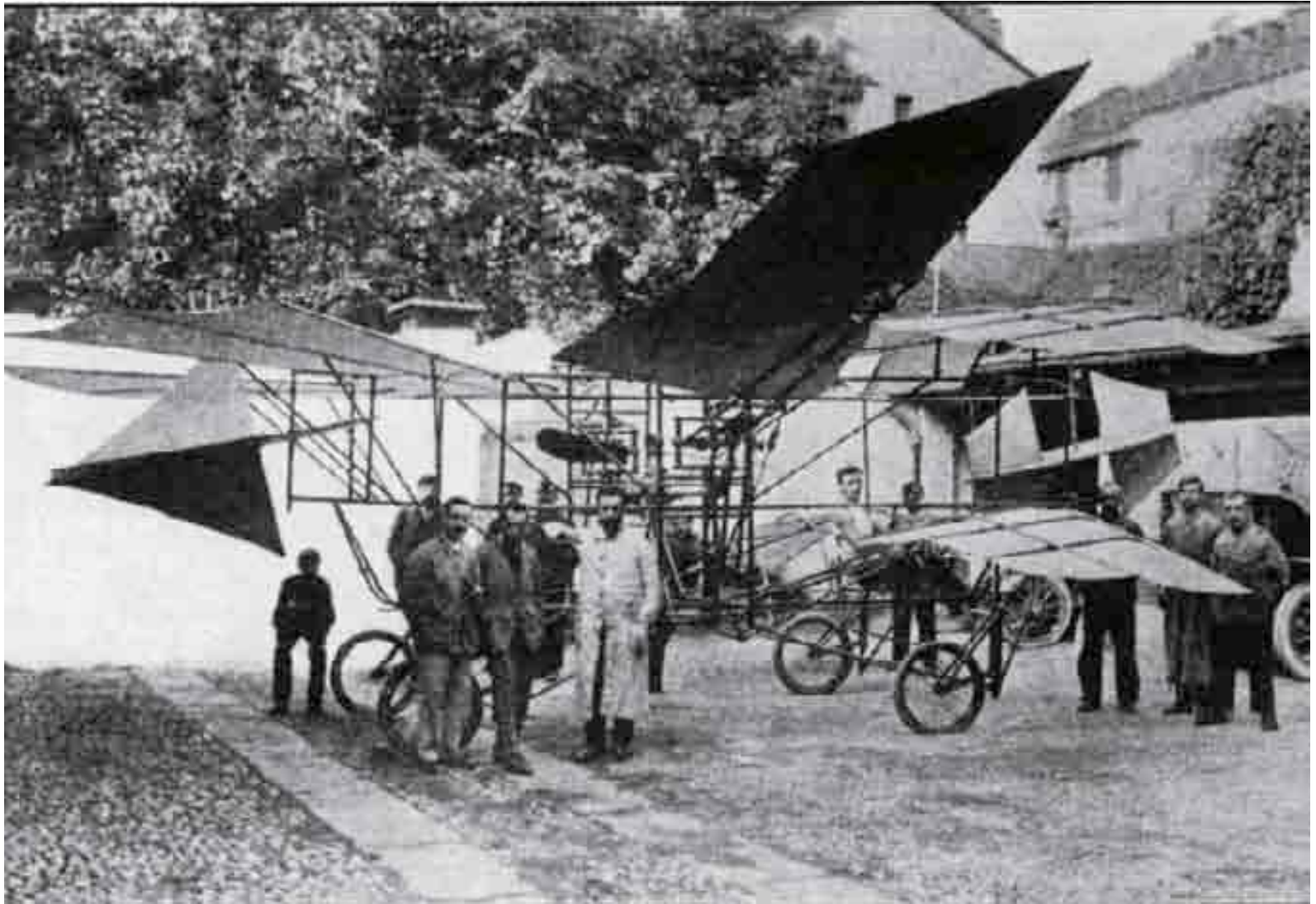
# The role of the Academy in culture and society



Throughout the 1800's the Academy consisted of and was directed predominantly by members of the subalpine nobility, often members of the government or in the higher ranks of public administration. There were highly prestigious foreign partners (among them Charles Darwin, Benjamin Franklin, Gaspard Monge and Carl Gauss) who contributed to the circulation of new ideas in science, philosophy and politics. The Academy of Science of Turin, Hall of Globes intellectual class that revolved around the Academy was extremely attentive, not only to themes of scientific research, but to the problems of labour and the economy; in particular, they were promoters of the "technology transfer" deriving from scientific studies.

The Academy played a very important role in the allocation of "Royal Letters Patent" that could be assigned to inventions of public utility, granting various privileges or rights (like today's patents) to the inventors.





## First Pilot Training Centre





## 11 dicembre 1783 - Torino, il primo volo

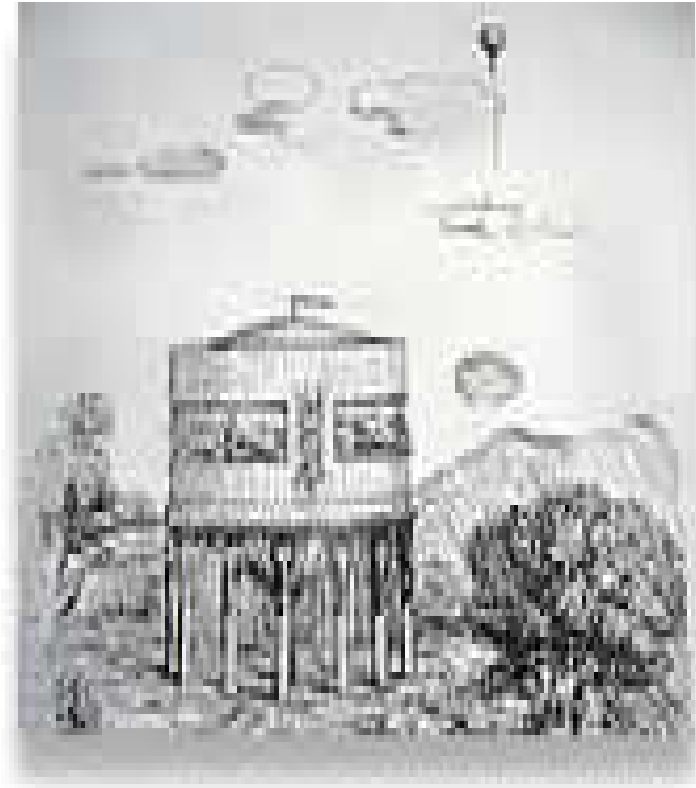
I Signori Cavalieri di Lamanon e Napion ed il dottor Bonvoitin hanno testè effettuato la prova di un piccolo pallone aerostatico che si è elevato in aria fra la grande soddisfazione di tutti i presenti". Questa è stata la seconda ascensione fatta in Italia (la prima fu fatta a Monza il 15 novembre). Era un piccolo cilindro con le estremità arrotondate alto 3 piedi (meno di un metro) e con il diametro di 2 (60 centimetri)

Partirono dalla piazza d'Armi di allora. La corda che tratteneva l'aerostato venne tagliata dalla principessa di Carignano, alla presenza del duca e della duchessa di Chablais. Scomparve alla vista della festante platea tra la nebbia alle 11,44. Il pallone vagò nei dintorni, fu seguito al galoppo da un viaggiatore sullo stradone di Rivoli e cadde alle 15 presso le stalle del Re, alla Giletta, a 13 miglia da Torino. Lo stesso giorno si lanciò un altro pallone più piccolo ma dopo pochi minuti ricadde al

- **1804 - Arsenale: le prove dei Balôn**
- Nel 1804, Napoleone aveva iniziato a utilizzare i palloni aerostatici per scopi militari.

Anche a Torino, nell'Arsenale di Porta Palazzo, si provarono vari modelli di palloni aerostatici per utilizzi bellici. Indubbiamente la cosa colpì profondamente la gente che iniziò a chiamare quel luogo "il posto dei Balôn". Ancor oggi il luogo dove c'era l'Arsenale viene chiamato "il Balôn". Ora la zona è occupata da un mercato multietnico.

- **26 aprile 1812 - Madame Blanchard: dal Valentino alla conquista del cielo**



## 2-3 settembre 1849 - Francesco Arban e la prima traversata delle Alpi



Seguendo l'esempio di altri aeronauti, anche Francesco Arban si interessò alle Alpi. Per superare i problemi dell'eccessivo sbalzo termico, Arban affrontò la traversata a settembre e navigò per tutta la notte attraverso le Alpi.

Partì da Marsiglia e dopo una notte di trasvolata, arrivò a pochi chilometri tra Torino e Moncalieri.

Passerà circa un secolo prima che un altro aeronauta tenti la traversata delle Alpi.

# I Palloni sonda

- Per queste ragioni l'11/10/1892 Gustave Hermite e Georges Besançon tentano e riescono nel primo rilascio di pallone-sonda. Si tratta di un pallone che trasporta un barografo, di costruzione molto semplice, basato sull'uso di una capsula aneroide la quale fa spostare uno pennino che lascia una traccia su un disco ricoperto di nero-fumo. Questo primo pallone-sonda salì a 1200 m di quota e percorse 75 km.
- Léon Teisserenc de Bort, meteorologo francese impiegato al Ufficio Centrale Meteorologico, fonda nel 1896 un suo Osservatorio di Meteorologia a Trappes. Nel quadro dei suoi studi dell'atmosfera, egli effettuò più di 200 rilasci di palloni-sonda che gli permisero di provare l'esistenza di uno strato (la stratosfera), situato al di sopra della troposfera e nel quale la temperatura risale con la quota al di là di un limite (la tropopausa) di cui ha messo in evidenza le variazioni di quota in funzione della stagione e della posizione geografica. Questi palloni-sonda trasportavano un dispositivo registratore (temperatura, pressione), il météographe, che conservava, sotto forma di tracciato, i valori misurati. Dopo lo scoppio, la gondola ridiscendeva sotto paracadute e attendeva pazientemente che un passante, un paesano o un taglialegna la ritrovasse e la rinviasse al mittente.



# Le Radiosonde

- **La prima radiosonda**

E' ancora in Francia che viene rilasciata la prima radiosonda. L' 8 marzo 1927 il fisico Pierre Idrac ed il meteorologo René Bureau, installando un trasmettitore a tubo elettronico in un pallone-sonda, provano altresì che è possibile ricevere i segnali emessi dalla stratosfera. Incoraggiato da questo successo, Robert Bureau lavora alla realizzazione di una radiosonda capace di ritrasmettere al suolo le informazioni di temperatura e di pressione in funzione della quota. Il lancio della prima radiosonda della storia avvenne il 17/01/1929 e raggiunse l'altitudine di 13000 metri.

## **Evoluzione delle radiosonde**

L'esempio di Robert Bureau fu seguito molto rapidamente, nel gennaio 1930 dal Sovietico Pavel Molchanov e nel maggio 1930 dal Tedesco Paul Duckert, poi nel dicembre 1931 dal Finlandese Vilho Väisälä, il fondatore della più importante fabbrica attuale di radiosonde. Nel 1936 negli Stati Uniti veniva organizzata una rete che permise di praticare misure coerenti e coordinate su vasta scala.

Le misure dei venti venivano effettuate dagli anni 40 con l'aiuto di radio-teodoliti che misuravano manualmente gli spostamenti della radiosonda utilizzando i principi che noi conosciamo in radio-goniometria.

## 1850 (circa) - Edmondo De Amicis: un'ascensione in pallone



Edmondo De Amicis racconta in *Ricordi d'infanzia e di scuola* che, a causa di una promessa fatta, suo malgrado, salì su un pallone aerostatico

Non era certo portato per l'ebbrezza del volo perchè scrive:

"M'avviai alla stazione di partenza con un buon umore di un condannato ai ferri ...

mi trovai di faccia all'enorme sfera di seta cinese che doveva portarmi dove non desideravo andare.

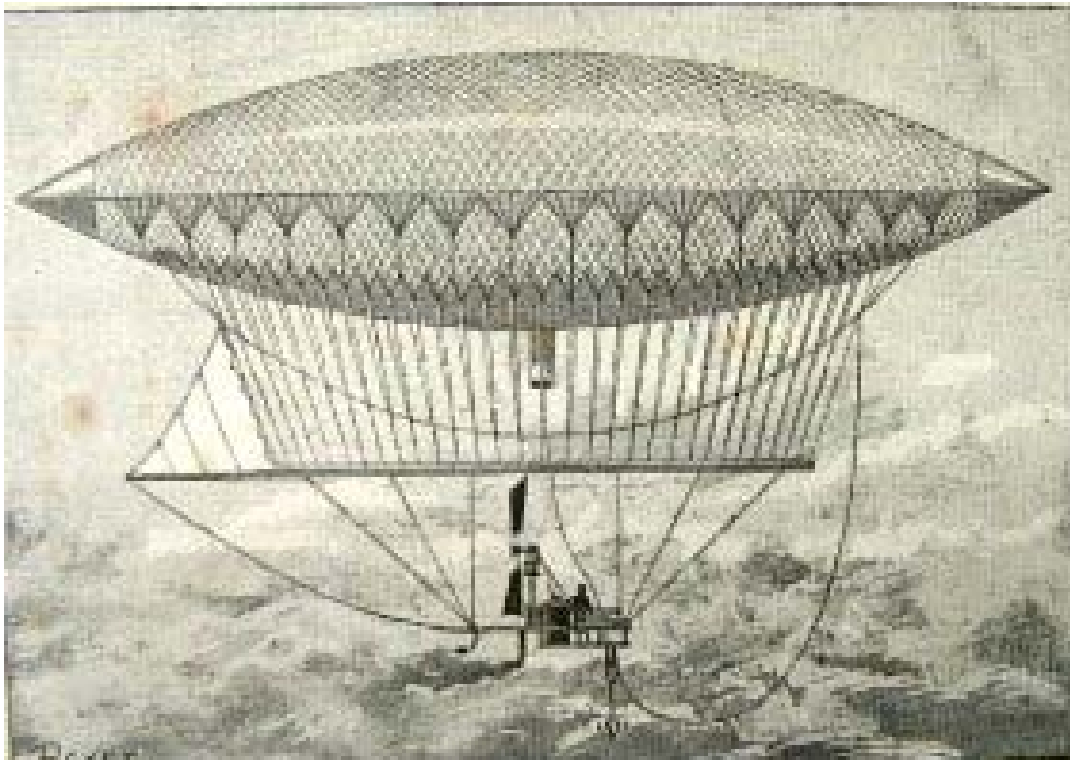
"Ti sei divertito?", mi domandarono i miei compagni.

"Un'altra volta faremo un'ascensione libera...". "Figuratevi!", risposi, "non ne ved

o l'ora". Ma soggiunsi in cuor mio: "Sì, all'Esposizione Internazionale di Carmagnola".



Il 25 settembre 1852 Henri Giffard effettuò il primo volo in pallone dirigibile, gonfiato con gas da illuminazione (f Veniva mosso da un motore a vapore da 150 kg. I rischi presentati dalla vicinanza della caldaia al pallone riempito di gas infiammabile (quando non è idrogeno) ma anche le variazioni della massa del carico sollevato (a causa della combustione del carbone e dell'evaporazione dell'acqua) limitano, a quest'epoca, lo sviluppo del dirigibile.





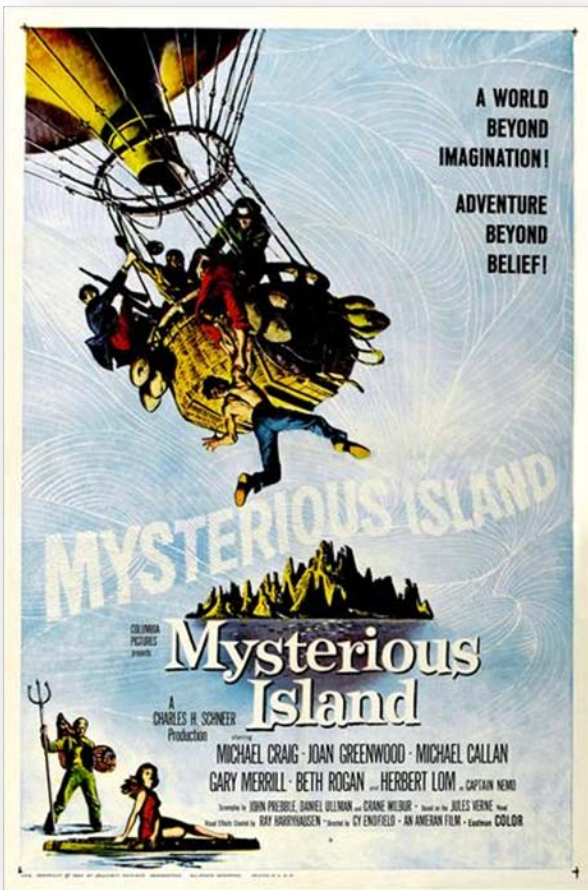
## 8 ottobre 1893 - Il dramma dell'aerostato Stella

Il celebre aeronauta Giuseppe Charbonnet compì con sua moglie il primo viaggio di nozze in pallone tentato in Europa. L'aerostato, partito da Torino, salì a 6500 metri, ma poi precipitò sulla punta della Bessanese. Charbonnet morì per assideramento, sua moglie ed altre due persone si salvarono dopo una avventurosa discesa dalla montagna.

*Ieri mattina nell'aula municipale a ciò destinata ebbe luogo la celebrazione del matrimonio del signor Charbonnet colla signorina Anna Demichelis, i quali, come abbiamo annunciato, avevano stabilito di fare il proprio viaggio di nozze nel pallone Stella di proprietà dello sposo. Fungeva da ufficiale dello stato civile l'assessore Biscaretti, il quale fu così il primo ad augurare agli sposi il buon viaggio. Fin dal tocco poi una vera moltitudine di persone si addensavano nei pressi dell'officina del gas di borgo San Secondo, luogo della partenza.*

*Le vie di Montevecchio, San Secondo, Sacchi e le altre adiacenti poco a poco si affollarono, sì che non è esagerazione il dire che la folla ammontava a molte migliaia di persone. Anche il recinto destinato a stazione di partenza era tutto quanto occupato di spettatori, fra cui molte signore e signorine. Alle 8 in parecchie vetture, giunse la coppia nuziale accompagnata da un codazzo di parenti ed amici. La sposa una leggiadra signorina di forse vent'anni, era in abito bianco di seta. Durante la scorsa notte la Stella (l'aerostato), fu guardata a vista da una guardia ... La stella è capace di 1700 metri cubi di gas, e può ospitare sei uomini oltre alla zavorra. ("Gazzetta Piemontese", 8 ottobre 1893)*

# Jules Verne 1828-1905



# Stratospheric balloons for scientific research



Biot et Gay Lussac



Balloon launch from Trapani Milo ASI Base.



# Biot e Gay-Lussac su una mongolfiera



**Gay-Lussac** e il fisico francese **Jean-Baptiste Biot** (1774 –1862) costruiscono una mongolfiera con cui si portano all'altezza di 6.4 chilometri per comprendere la composizione dell'aria atmosferica

- Nel 1804 i francesi Gay-Lussac e Jean-Baptiste Biot arrivarono, con la loro mongolfiera piena di idrogeno, fino a una altezza di 7000 metri, portando anch'essi campioni d'aria rarefatta. Quindi i primi veri e propri esperimenti si fecero con mongolfiere e uomini a bordo. Fu solamente dopo il tragico incidente del 1785, che portò alla morte gli scienziati Joseph Croce-Spinelli e Theodore Sivel, che si iniziarono a lanciare nell'atmosfera palloni senza equipaggio.



# The North Pole Expedition 1896-1897



[S. A. Andrée](#) and [Knut Frænkel](#) with the crashed balloon on the [pack ice](#), photographed by the third expedition member, [Nils Strindberg](#). The exposed film for this photograph and others from the failed 1897 expedition was recovered in 1930

## S. A. Andrée's Arctic balloon expedition of 1897



**S. A. Andrée's**  
1854–97).

The Swedish Academy of Science approved Andrée's expense calculation of 130,800 Kronor in all, corresponding in today's money to just under a million U.S. dollars, of which the single largest sum, 36,000 kronor, was for the balloon itself. With this endorsement there was a rush to support his project, headed by King Oscar II, who personally contributed 30,000 kronor, and Alfred Nobel, the dynamite magnate and founder of the Nobel Prize.

The most famous balloon builder, [Henri Lachambre](#) in Paris, world capital of ballooning, provided a three-layer [silk](#) balloon, 20.5 meters in diameter, from his workshop.

The balloon, originally called *Le Pôle Nord* was to be renamed *Örnen* (Swedish *The Eagle*)

The project was to fly from [Svalbard](#) across the [Arctic Sea](#) to the [Bering Strait](#), to fetch up in Alaska, Canada, or Russia, and passing near or even right over the North Pole on the way.





After an unsuccessfull attempt in 1896, a new crew was composed, from Vilhelm Swedenborg Nils Strindberg, Knut Fränkel, S. A. Andrée

For his new attempt to launch the balloon, Andrée had many eager volunteers to choose from. He picked an experienced Arctic meteorological researcher, Nils Gustaf Ekholm (1848-1923), formerly his boss during an 1882-83 geophysical expedition to Spitsbergen, and Nils Strindberg (1872-97), a brilliant student who was doing original research in physics and chemistry. The main scientific purpose of the expedition was to map the area by means of aerial photography, and Strindberg was a devoted amateur photographer



*Photo of The Eagle from a steamer*

The balloon had two means of communication with the outside world, buoys and homing pigeons.

The buoys, steel cylinders encased in cork, were intended to be dropped from the balloon into the water or onto the ice, to be carried to civilization by the currents. Only two buoy messages have ever been found. One was dispatched by Andrée on July 11, a few hours after takeoff, and reads ("Our journey goes well so far. We sail at an altitude of about 250 m, at first N 10° east, but later N 45° east. [...] Weather delightful. Spirits high.")<sup>[</sup>

The second had been dropped an hour later and gave the height as 600 meters.

The newspaper *Aftonbladet* had supplied the pigeons, bred in northern Norway with the optimistic hope that they would manage to return there, and their message cylinders contained pre-printed instructions in Norwegian asking the finder to pass the messages on to the newspaper's address in Stockholm.

Andrée released at least four pigeons, but only one was ever retrieved, by a Norwegian steamer where the pigeon had alighted and been promptly shot

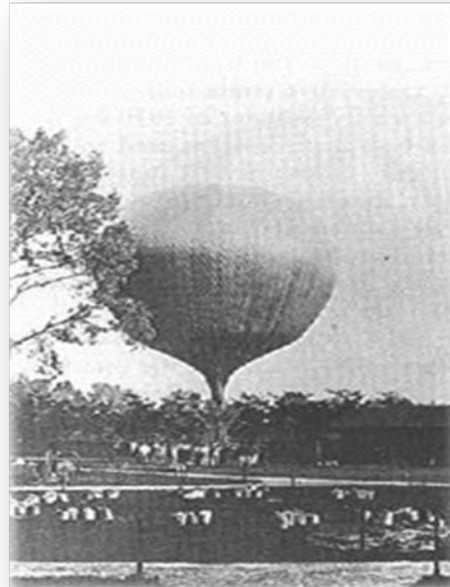
After the crash on the ice pack, the explorers stayed more than three months, from July to October, looking for rescue, but they all died probably killed by arctic bears.



# Cosmic Rays Discovery

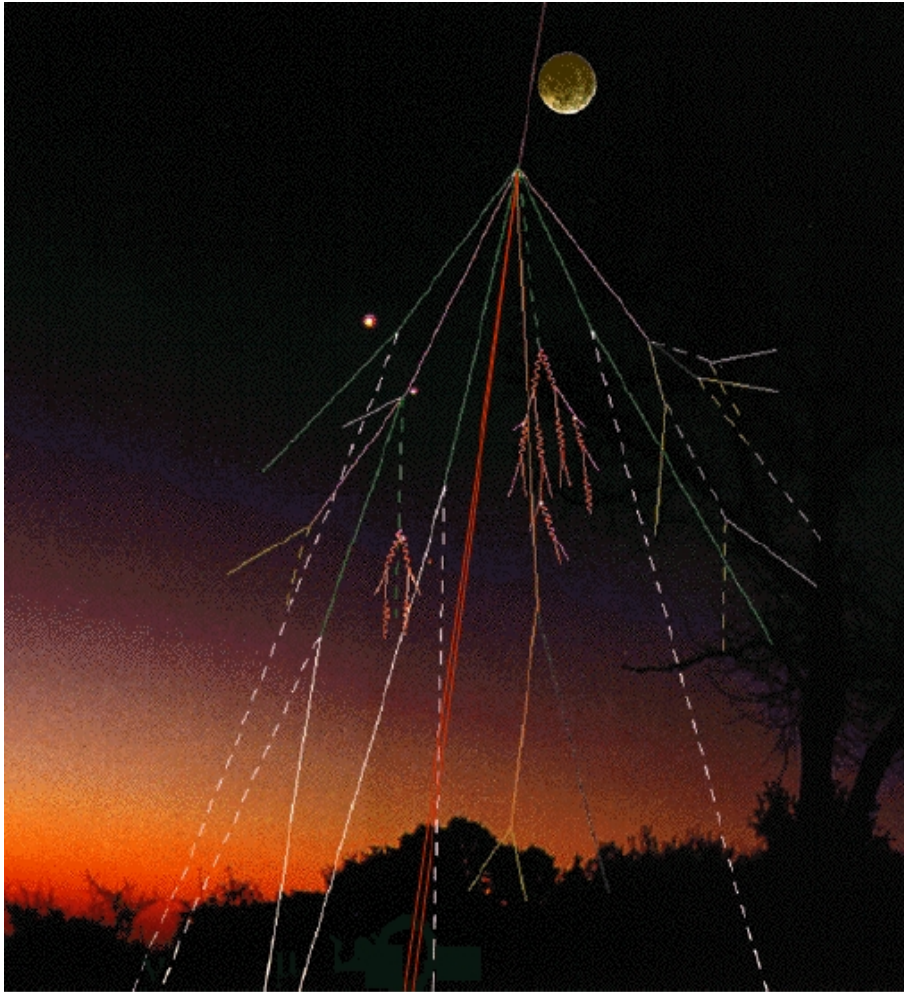
In 1912, Victor Hess (1883–1964) charged on a areostatic balloon an instrument suitable to measure the charged particles « elettroscopio a foglie » . Il 7 Agosto 1912 reached 5350 metres on board of the mongolfiere “Böhmen” (Boemia), during a six hrs trip from Aussig, in western Boemia , obtaining a clear evidence that the charged particle intensity, due to an unknown ionizing radiation , grow with altitude. I.e. this was not of terrestrial origin but was «from outside» , from the Cosmos, the «radiazione cosmica.»

*1912 Victor Hess on balloon  
Cosmic Rays discovery*



Victor Hess (1883–1964)

# The Cosmic Rays



I raggi cosmici primari (GCR - Galactic Cosmic Rays) provengono dallo spazio, emessi durante l'esplosione di supernovae e sono costituiti da protoni (circa 90%,) nuclei di elio (circa 9%) e nuclei più pesanti (circa 1%).

Quando interagiscono con l'atmosfera terrestre, producono reazioni nucleari con gli atomi di Ossigeno e Idrogeno e danno origine ad una cascata di altre particelle.



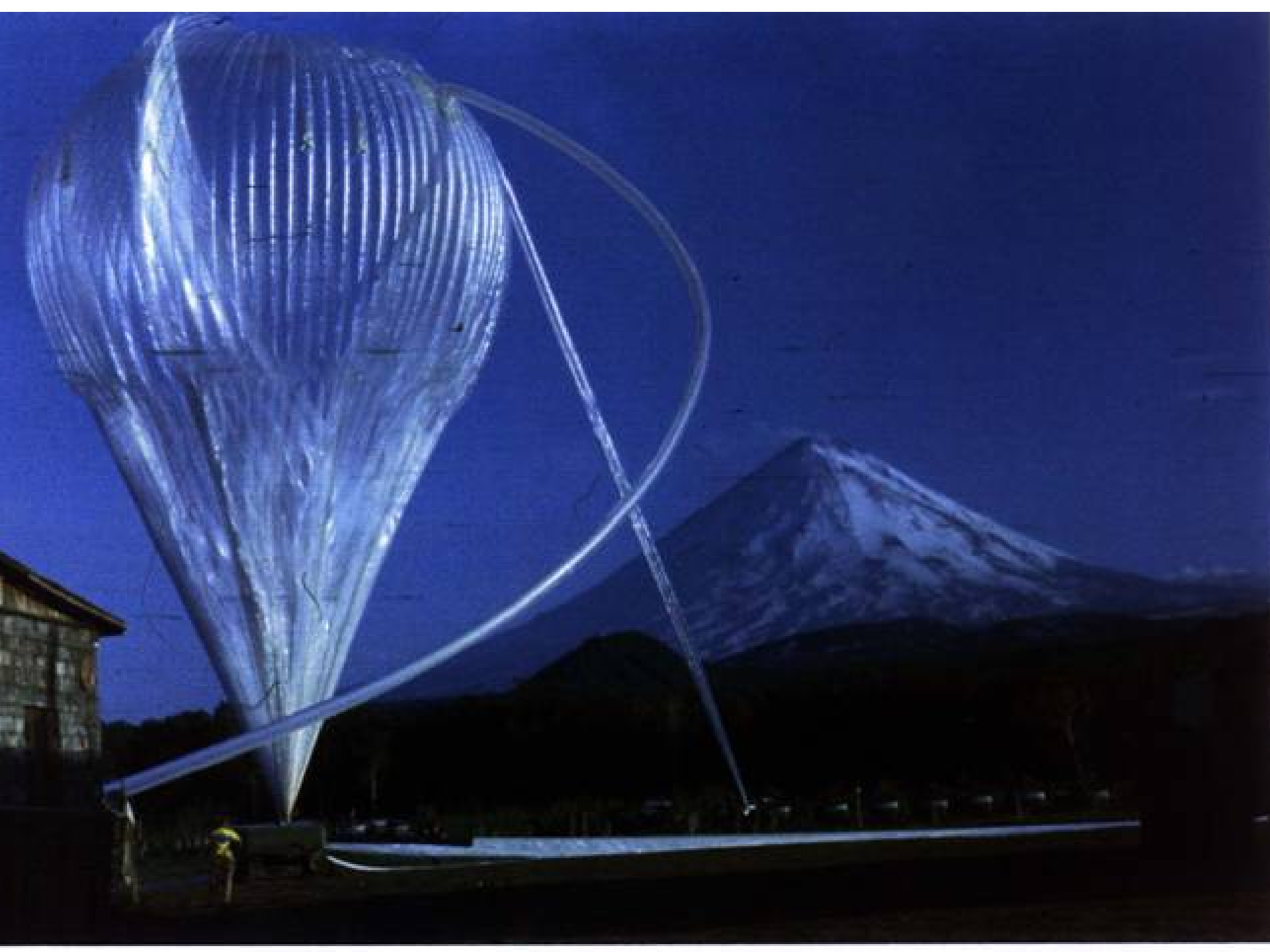
# L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN



The INFN origin is strictly related to the great Italian tradition of Physics Schools of Roma and Firenze which reached excellent results between the two World Wars in the fields of Nuclear Physics. The Rome School *leader* was Enrico Fermi, with Edoardo Amaldi, Ettore Majorana, Bruno Pontecorvo, Emilio Segré. In Florence were Bruno Rossi, Giuseppe Occhialini, Gilberto Bernardini, Giulio Racah.

- Before the construction of first particle accelerators, the research on High Energy Physics and Particle Physics was based on Cosmic Radiation, mainly in high altitude laboratories on Alps, where research groups from Roma, Padova e Milano worked in these years..
- Balloon launching campaigns were employed to reach greater altitudes. On stratospheric balloons were placed special detectors, constituted by photographic nuclear emulsion stacks. INFN carried out these experiments in Sardegna and in Val Padana, constituting wide collaborations between Italian and foreign scientists
- INFN was founded on 8 August 1951 by Consiglio Nazionale delle Ricerche, joining the group of Torino, Padova and Roma with a Milano group. Gilberto Bernardini was the first INFN Director







**The ASI (Italian Space Agency)  
base at Trapani (Milo), working  
until 2010**



# Stratospheric Balloons Today

- **I PALLONI STRATOSFERICI:** Avendo la possibilità di volare fino ad una quota di 40 chilometri e più, i palloni sono innanzitutto un buon osservatorio per lo studio dell'Universo. Lo ha dimostrato, tra le tante, la missione italo-americana BOOMERANG (Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation ANd Geophysics) che nel 2000 ha ottenuto un ampio riconoscimento dalla comunità scientifica internazionale per avere effettuato una "fotografia" dei primi istanti dell'Universo durante un volo su pallone sul continente antartico ed è stata lanciata per la seconda volta il 6 gennaio 2002.
- I palloni vengono utilizzati, grazie al costo limitato rispetto ad altri tipi di "veicoli", anche per testare o calibrare nuova strumentazione prevista a bordo di piattaforme satellitari o sonde interplanetarie. È il caso, per esempio, di un esperimento che simula nell'atmosfera terrestre la discesa della sonda HASI in viaggio su Cassini e dedicata allo studio dell'atmosfera di Titano. L'Agenzia Spaziale Italiana ha una lunga tradizione di lanci di palloni stratosferici dalla Base "L. Broglio" di Trapani-Milo. Da questa Base, a partire dal 1975, sono stati effettuati numerosissimi lanci con a bordo esperimenti dedicati a un ampio spettro di discipline. Inoltre, nell'ambito di collaborazioni internazionali, l'ASI partecipa ai lanci effettuati in Antartide. La durata dei voli varia da poche ore (voli locali), con recupero degli esperimenti in mare o in Sicilia; fino a 22-23 ore (voli transmediterranei), con recupero degli esperimenti in Spagna. Questi voli sono possibili grazie alle favorevoli condizioni meteorologiche che si stabilizzano durante il periodo estivo, con i venti in quota che soffiano dal settore orientale e trasportano il pallone verso occidente permettendo il recupero gli esperimenti sul territorio spagnolo. Sono in corso accordi con la NASA per l'effettuazione di voli transatlantici con recupero in territorio USA.

The balloon flight are launched in early morning or in late afternoon, because very calm conditions on ground are required

( no wind, no turbulence)

The launch of a big balloon is a very complicated task , carried out from specialized technicians «the balloonists)

The balloon reach 40 km of altitude and fly for about 24 hours on the stratospheric wind streams at 120 km/h





A collaboration with the Italian Space Agency (ASI) started with the campaigns named BIRBA (2000) and BIRBA 1 (2001) (Biological Radiation on BALloon), co-sponsored by CNR and ASI.

About 10-15 different biological experiments from different Italian laboratories.

Logistic support for preparation of experiments was given at the IBIM/CNR in Palermo.

Their launch on a stratospheric balloon was operated from the ASI center in Trapani-Milo. The launch base in Milo has an ideal geographic location in order to obtain trans-Mediterranean routes (from Sicily to Andalusia, Spain) and stratospheric balloons represent an alternative and/or a significant match to Satellites or International Space Stations.

Our rationale was to complement laboratory studies on the effects of ionising radiations (UV-B), with field studies where embryos were directly exposed to UV-B light, as the payload reaches the stratosphere (over 40.000 meters above the Earth), Dedicated experiments were installed to evaluate the various components of secondary cosmic ray radiation and their effects on the human body; also the effect of radiation on photosynthesis were studied, by using algae and spinach.

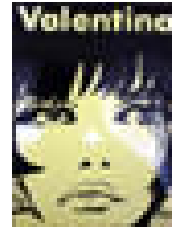
Article

**Stratospheric balloon BIRBA 2 mission: effects of cosmic radiations on gene expression of human cells**

**ABSTRACT** In space living organisms, including cells, are affected by two new environmental conditions: microgravity and cosmic radiations. In order to evaluate the effects of cosmic radiation on the gene expression we exposed human cell lines to high quote cosmic radiation during stratospheric balloon trans-mediterranean flights (BIRBA2, mission 2002). To this purpose HUVEC (endotelial human cells) and purified human T lymphocytes, were used. After a 22 h flight the cells lines were examined by the cDNA microarrays method, proved to be very sensible and accurate. A panel of genes candidate to be defined modulated by cosmic radiation has been isolated.

# Jimmy neutron

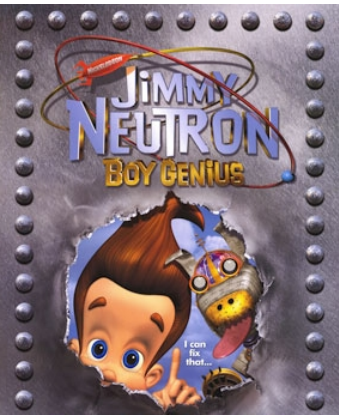
In an old italian comics Philip Rembrandt, alias Jimmy **Neutron**, is a detective with special abilities due to an **accidental exposure to neutrons**. His girlfriend **Valentina** Rosselli, is the most known character created by **Guido Crepax** one of the greatest masters of the italian comic strip genre .



1965



In a recent movie **Jimmy Neutron** is a boy genius and way ahead of his friends, but when it comes to being cool, he's a little behind. All until one day when his parents, and parents all over Earth are kidnapped by aliens, it's up to him to lead all the children of the world to rescue their parents.



2001

A. Zanini – zanini@to.infn.it –  
35th COSPAR SCIENTIFIC  
ASSEMBLY PARIS, FRANCE, 18 -  
25 JULY 2004

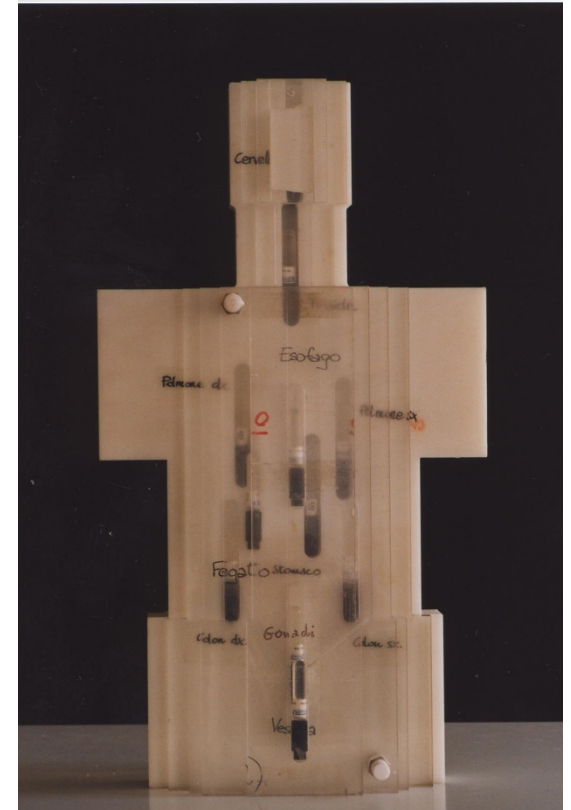
# Jimmy Phantom

The anthropomorphic phantom Jimmy has been designed and realized by INFN Sez. Torino, in collaboration with JRC Varese.

It consists of a phantom in polyethylene and plexiglas (tissue equivalent material), with inserted human bone in correspondence of column; composition follows the ICRP indications [1] .

Cavities are placed in correspondence of critical organs and are suitable to allocate passive dosimeters such as bubble detectors, TLDs, makrofolids.

**This system allows to evaluate the neutron dose in depth**



[1] ICRP -*Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*, Pub. n.60, Oxford Pergamon (1991)

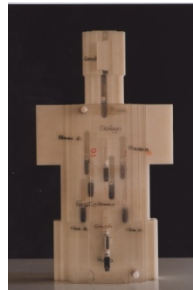


# Jimmy Phantom

---

## Advantages

- Cheap and easy-to-hand phantom
- Possibility to obtain an evaluation of the neutron dose in critical organs
- The holes can be used to contain different detectors (TLDs, bubble dosimeters, polycarbonate foils)
- It can be used for biological samples irradiations.



## Applications

- Exposure under linear accelerators
- Calibration of personal dosimeters (JRC Second Standard Laboratory for calibration of personal dosimeters; Ispra, VA)
- Dosimetric measurements of cosmic ray neutron: intercontinental flights; high mountains Lab.; balloon flights.

# Jimmy Phantom

## Main physical characteristics:

- Total weight: 37.1 kg
- 6 plexiglas slabs (21.6 kg)  
**8% H, 32% C, 60% O**
- 1 big polyethylene slab (14.2 kg)  
**14.4% H, 85.6% C**
- 1 human bone insert (1.2 kg)  
**0.2% H, 41.4% O, 18.5% P, 39.9%Ca**

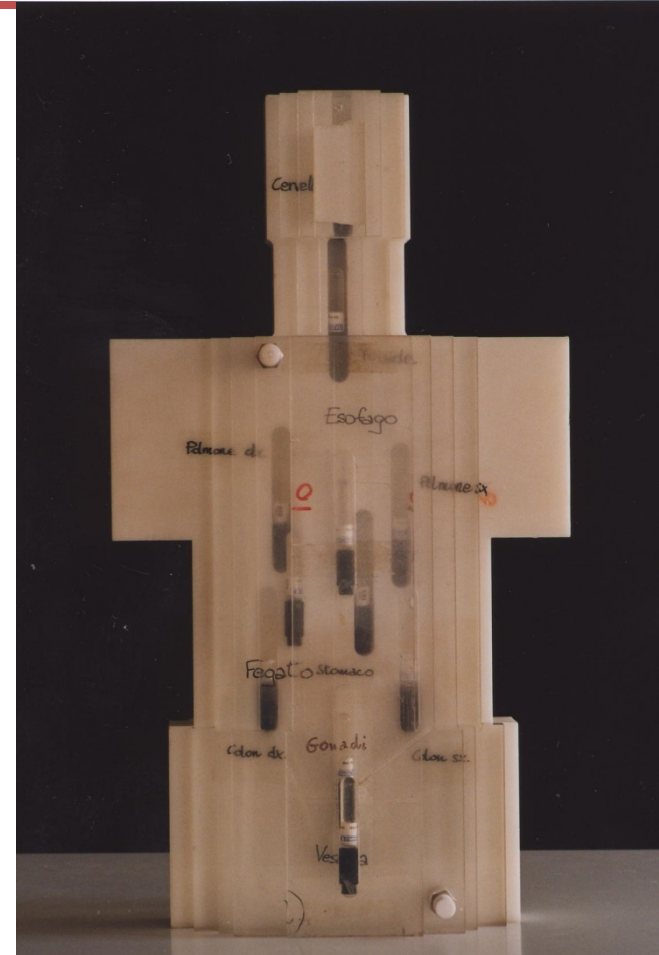
to simulate the spinal column

- Physical dimensions:

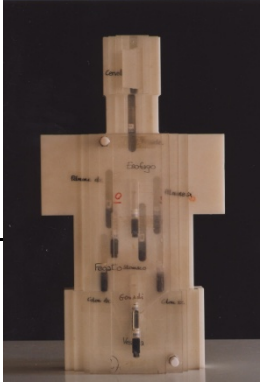
head: 13.5x15x19 cm<sup>3</sup>

neck: 11x10x13.5 cm<sup>3</sup>

trunk: height 59 cm, max width 36 cm, thickness 20 cm



# Jimmy Phantom



	H <sub>2</sub> O	Polyethylene	PMMA	TE-liquid	Jimmy	ICRU tissue
<b>H</b>	<b>11.2</b>	<b>14.4</b>	<b>8</b>	<b>10.2</b>	<b>10.2</b>	<b>10.1</b>
<b>C</b>		<b>85.6</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>67.9</b>	<b>11.1</b>
<b>O</b>	<b>88.8</b>		<b>32</b>	<b>3.6</b>	<b>18.7</b>	<b>76.2</b>
<b>N</b>				<b>74.2</b>		<b>2.6</b>
<b>Bone (H, O, P, Ca)</b>					<b>3.2</b>	
<b>ρ (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1000</b>	<b>920</b>	<b>1190</b>	<b>1070</b>	<b>1056</b>	<b>1000</b>

Some commonly used tissue substitutes (mass percentage) and comparison with the reference tissue (ICRU sphere)



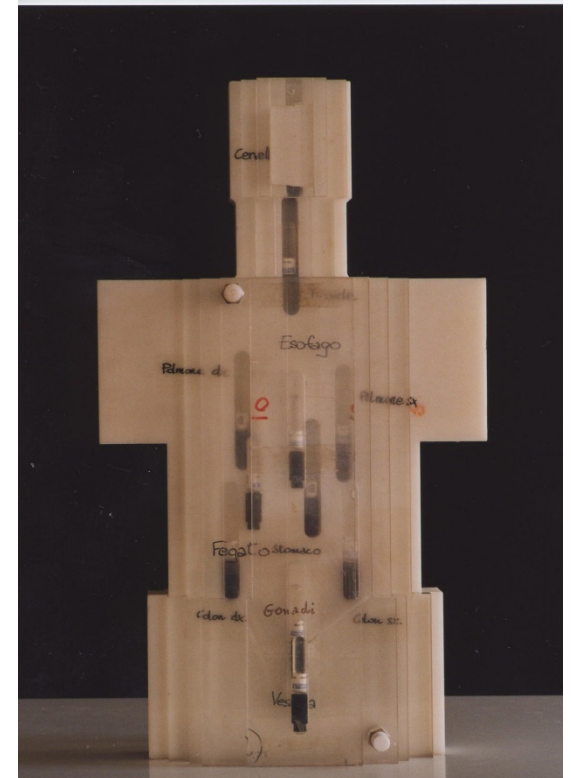
# Jimmy Phantom

The anthropomorphic phantom Jimmy has been designed and realized by INFN Sez. Torino, in collaboration with JRC Varese.

It consists of a phantom in polyethylene and plexiglas (tissue equivalent material), with inserted human bone in correspondence of column; composition follows the ICRP indications [1] .

Cavities are placed in correspondence of critical organs and are suitable to allocate passive dosimeters such as bubble detectors, TLDs, makrofolids.

**This system allows to evaluate the neutron dose in depth**



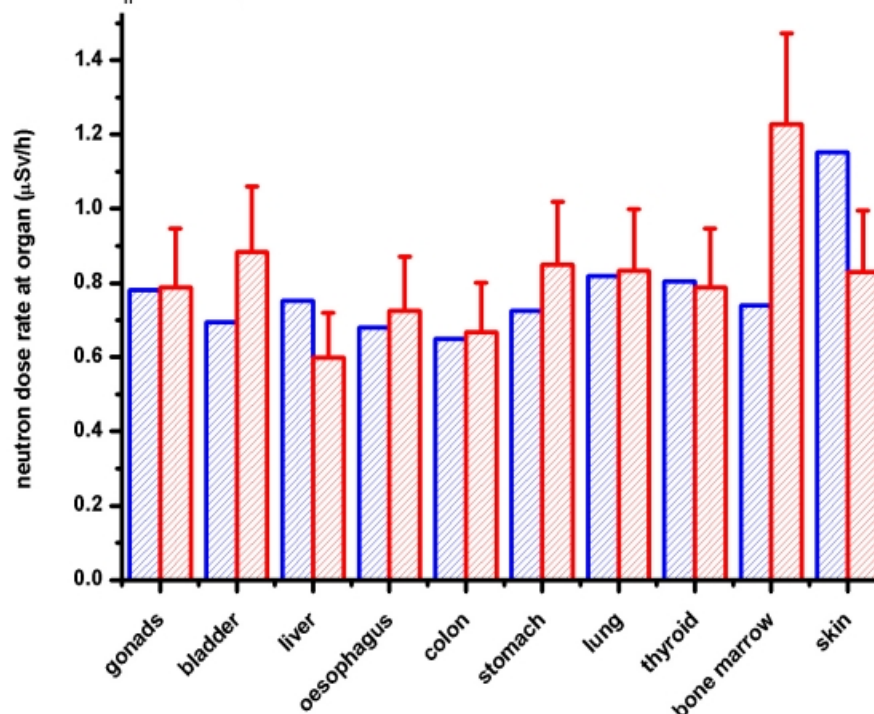
[1] ICRP -*Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*, Pub. n.60, Oxford Pergamon (1991)



# Dose at organs

## Tokyo – Rome path

▨ neutron H rate (as NCRP 38) measured with BD100 bubble dec. ( $100 \text{ keV} < E_n < 20 \text{ MeV}$ )  
▨ neutron  $H_T$  rate calculated from BDS spectrum and ICRP74 conversion coefficients ( $100 \text{ keV} < E_n < 20 \text{ MeV}$ )



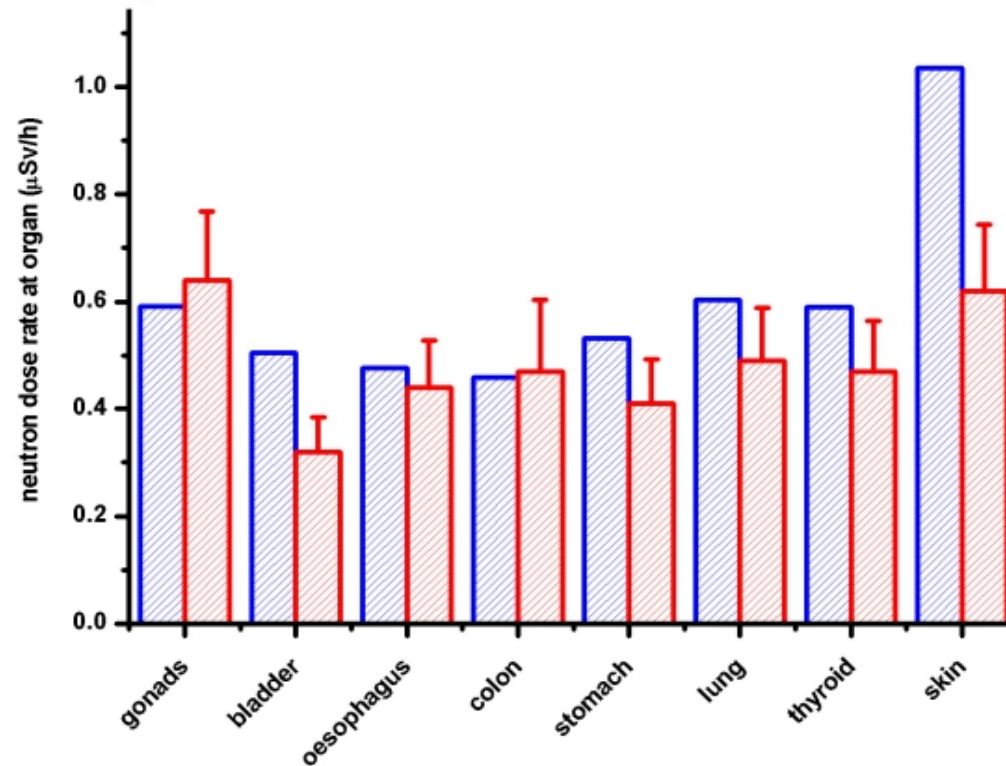
comparison between experimental **BD100R H rates** at organ position and  $H_T$  rates calculated with **ICRP74** the transport of the spectrum (BDS) **ICRP74** conversion coefficients (Denton simulation)

# Dose at organs

## Balloon flight



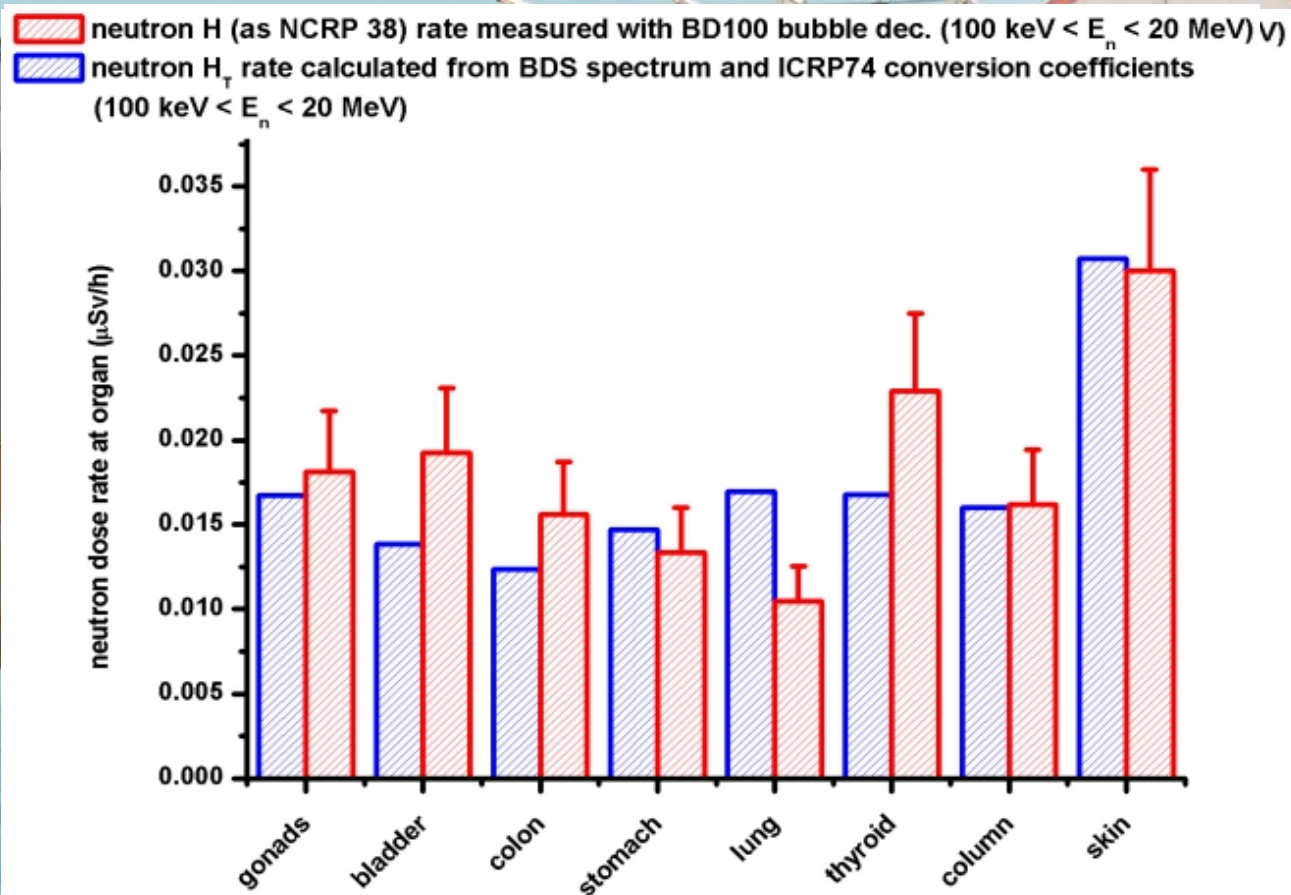
■ neutron H (as NCRP 38) rate measured with BD100 bubble dec. ( $100 \text{ keV} < E_n < 20 \text{ MeV}$ )  
■ neutron  $H_T$  rate calculated from BDS spectrum and ICRP74 conversion coefficients ( $100 \text{ keV} < E_n < 20 \text{ MeV}$ )



comparison between experimental **BD100R H rates** at organ position and  $H_T$  rates calculated with MCNP4B as a transport method with ICRP74 spectr coeff (the  $\Phi$  phantom) simulation

# Dose at organs

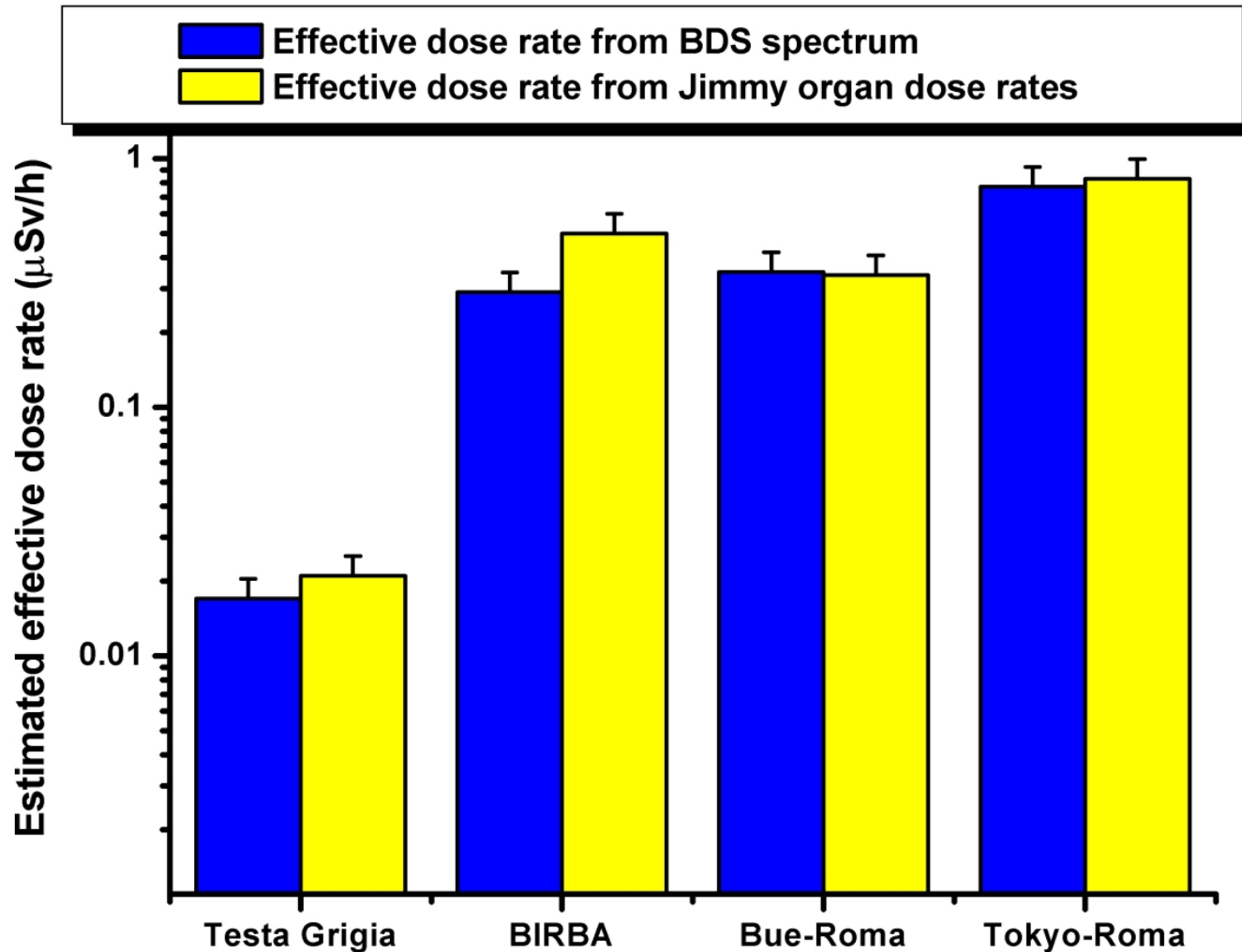
Testa Grigia research station (3480 m)



comparison between experimental BD100R H rates at organ position and  $H_T$  rates obtained folding the measured spectrum with ICRP74 conv. coeff. ( $D_T/\Phi$  and  $w_r$ ) in the phantom simulation

# Estimated neutron effective doses

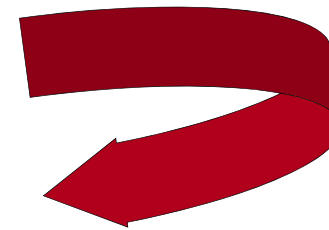
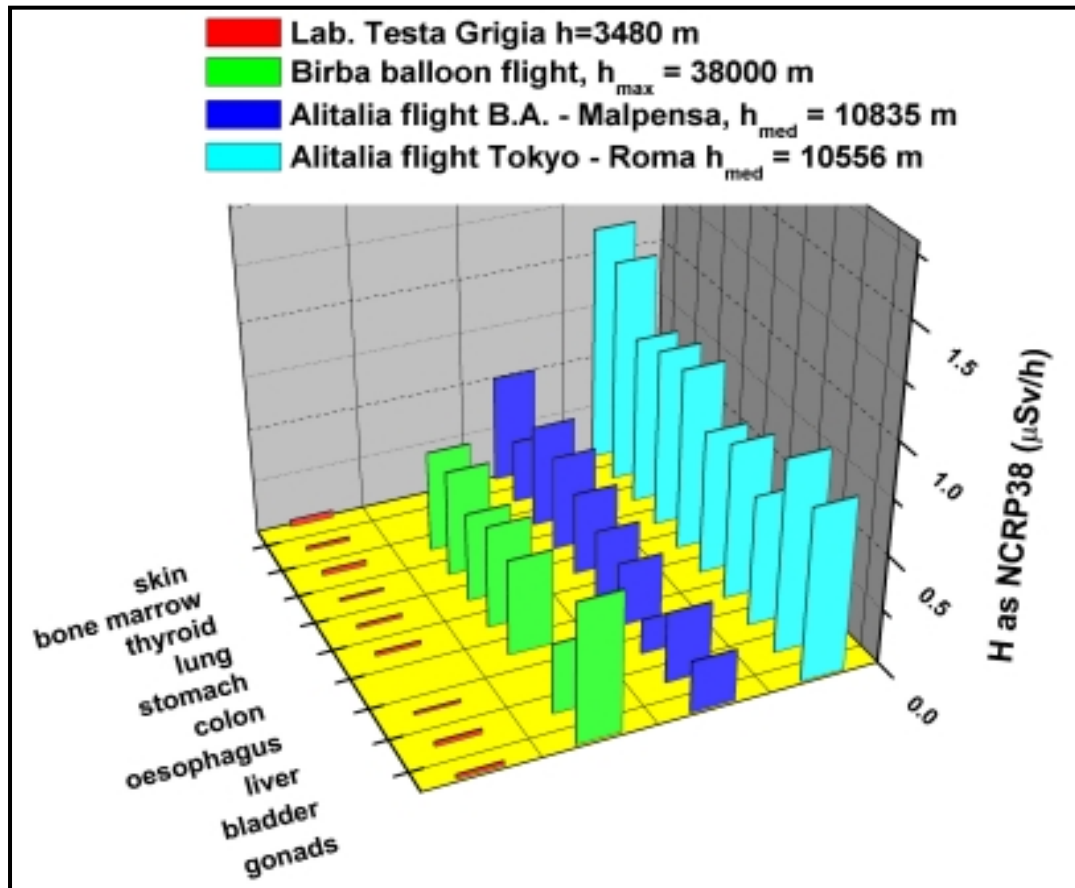
neutron energy (100 keV – 20 MeV)





# Comparison at different altitudes

## Measured organ dose rates

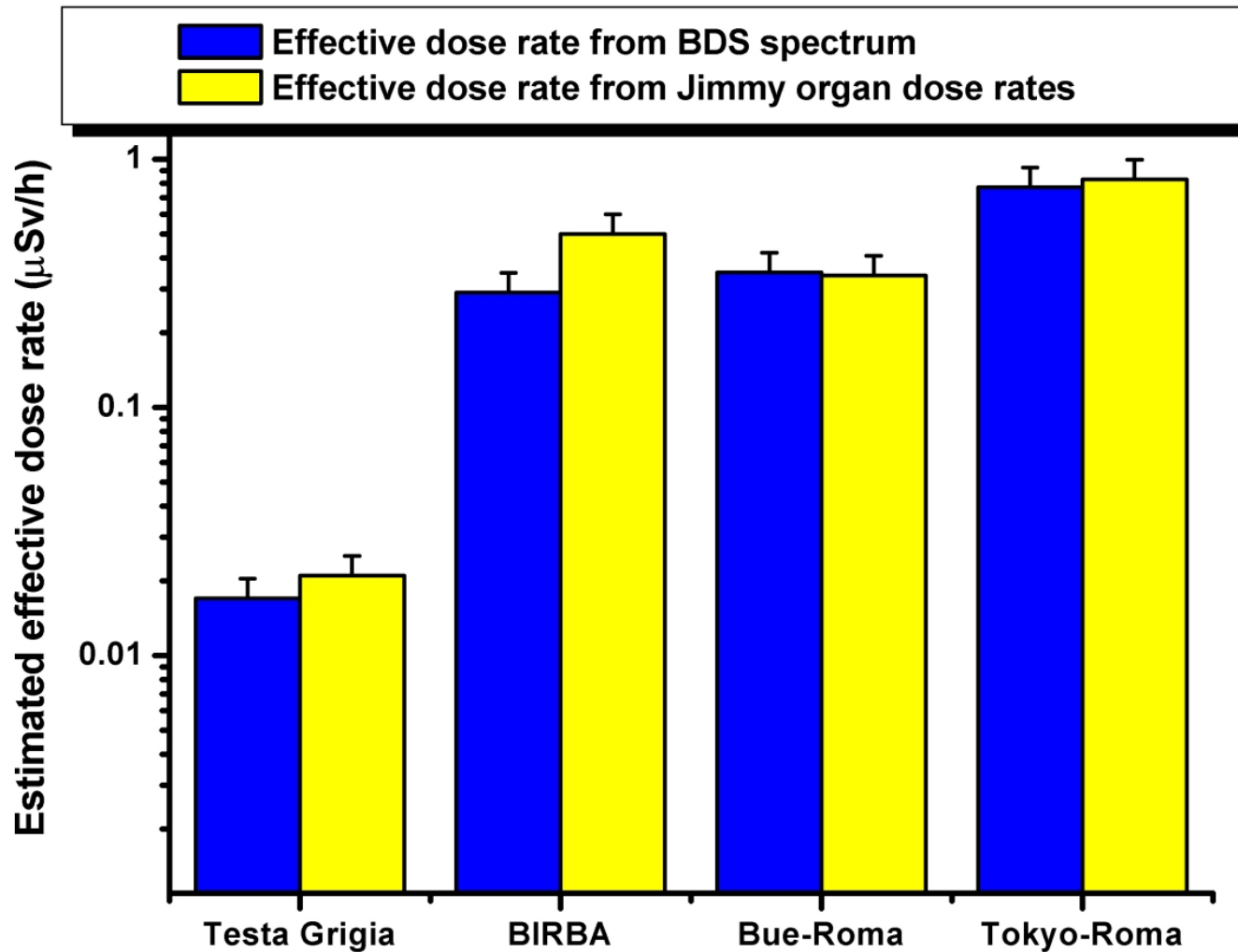


## Approximated effective dose rates

altitude (m)	$E_{\text{Jimmy}} (\mu\text{Sv/h})$ (100 keV < $E_n$ < 20 MeV)
3480 (Testa Grigia)	$0.021 \pm 0.004$
29400 m (mean alt. BIRBA)	$0.50 \pm 0.11$
10835 (B. A. - Malpensa)	$0.36 \pm 0.07$
10556 (Tokyo -Roma)	$0.83 \pm 0.16$

# Estimated neutron effective doses

neutron energy (100 keV – 20 MeV)





*Only a small fraction of a balloon's volume is filled with helium on the ground. The helium expands as the balloon rises, so at float altitude the balloon is fully inflated and nearly spherical.*



### **How much helium is used?**

The team will insert about 180,000 cubic feet / 5,097 cubic metres of helium at launch.

As the balloon rises and the air pressure decreases, the helium will expand until the entire volume is filled.



*The ANtarctic Impulsive Transient Antenna (ANITA) preparing for its successful August 2005 flight. ANITA will search for pulses of radio emission from neutrinos penetrating the Antarctic ice.*

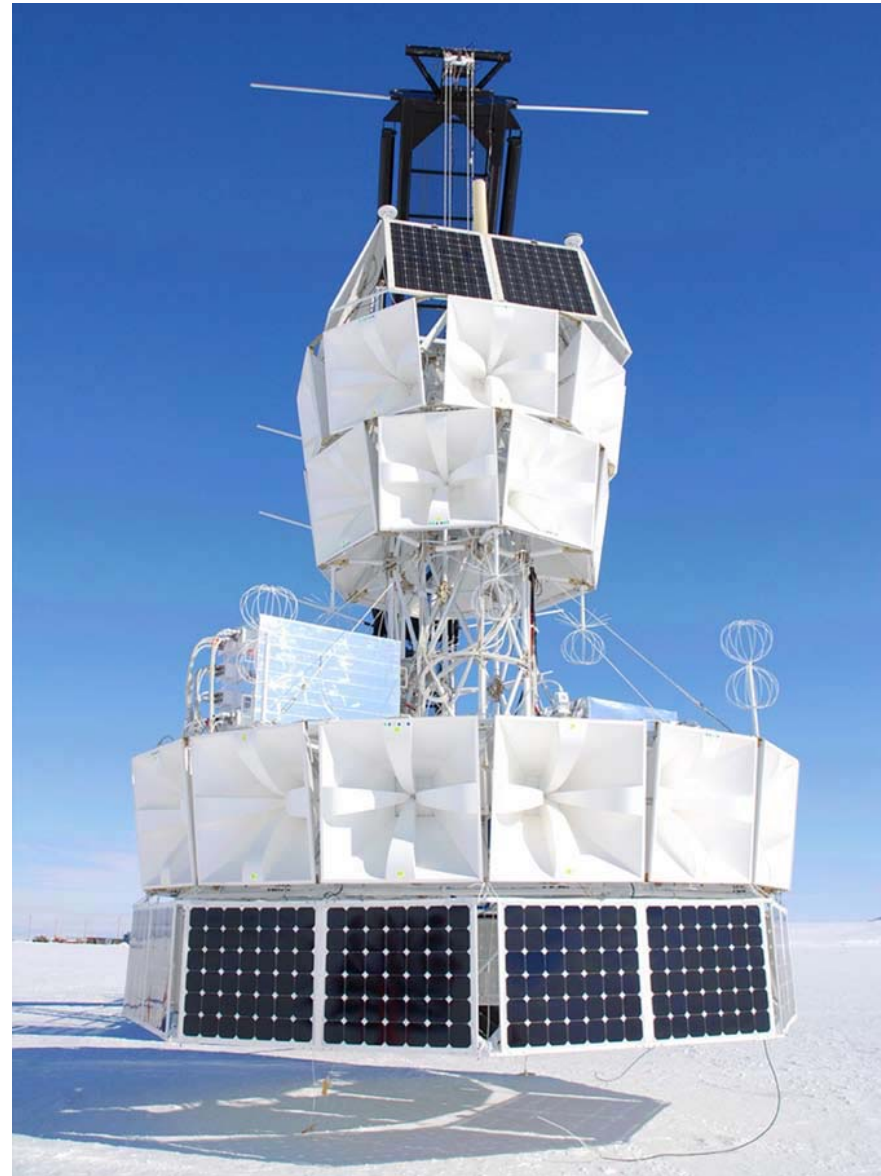




Foto Vittorio Tulli (2012)

21 Apr 2008

- L'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'agenzia norvegese Andøya Rocket Range (ARR) hanno firmato oggi un accordo per lo sviluppo e la gestione di un sito di lancio per missioni stratosferiche polari presso le isole Svalbard. Il sito, chiamato Nobile/Amundsen Stratospheric Balloon Center, è situato oltre il Circolo Polare Artico, a circa 80 gradi di latitudine. L'accordo ha una durata di cinque anni.







Norway

PETERZEN

**Nobile/Amundsen  
Stratospheric Balloon Center - Svalbard**



# N/A-SBC

Nobile / Amundsen - Stratospheric Balloon Center, Svalbard



# OLIMPO The study of early universe from stratospheric balloons

## CMB mm astronomy

ASI/Dipartimento di Fisica dell'Università Roma "La Sapienza"  
2014- P.I Silvia Masi



OLIMPO è una missione a lunga durata su pallone stratosferico dedicata a misure di effetto

Sunyaev-Zeldovich (SZ) in ammassi di galassie. La navicella imbarca un telescopio di grandi dimensioni (lo specchio primario ha un diametro di 2.6 metri) e uno strumento che utilizza un innovativo spettrometro differenziale a trasformata di Fourier. La configurazione differenziale e la possibilità, lavorando da pallone, di coprire la parte positiva dell'effetto SZ (fino a 500 GHz), rendono OLIMPO uno strumento unico,..

L'alta risoluzione angolare, ottenuta grazie al grande telescopio, permetterà di aprire una nuova dimensione nello studio delle anisotropie alle scale corrispondenti alla massa degli ammassi di galassie.nell'Universo.

Per il raggiungimento degli obiettivi scientifici, è necessario un volo stratosferico circumpolare a lunga durata che è previsto a giugno 2014 dalle Isole Svalbard.

# North Pole , Svalbard Islands

## Nobile/Amundsen Stratospheric Balloon Center

Lighter-than-atmosphere (LTA) systems provide significant advantages for terrestrial and planetary exploration due to their potential for extended mission duration, long traverse, and extensive surface coverage capabilities.

Robotic airships, in particular, are ideal platforms for airborne planetary exploration.

Airships have modest power requirements, and combine the extended airborne capability of balloons with the maneuverability of airplanes or helicopters.





This ability of balloons to provide a "quick response" scientific platform -compared to space experiments or even small satellites- it's unique to them and will play a key role to maintain it's use in the astronomical scientific community.

### **How much helium is used?**

The team will insert about 180,000 cubic feet / 5,097 cubic metres of helium at launch.

As the balloon rises and the air pressure decreases, the helium will expand until the entire volume is filled.





## Far-Infrared Spectroscopy of the Troposphere (FIRST) NASA

Shown in the background is **the high-flying** balloon used to carry the FIRST instrument into the lower stratosphere. The FIRST instrument is shown in the foreground



FIRST is an infrared sensor, to the edge of Earth's atmosphere on a stratospheric scientific balloon.

Launched from Fort Sumner, N.M., this instrument's inaugural flight illustrated NASA's newest possibilities for remote sensing, allowing scientists to better study the energy emitted from Earth into space, and ultimately helping to understand our changing climate.

On June 7, 2005, the FIRST sensor was launched on a huge, high altitude 11 million-cubic-foot, helium-filled, pilotless balloon. From nearly 20 miles high, the balloon flight demonstrated the new sensor's ability to see invisible light, or radiation emitted by the Earth's atmosphere that scientists haven't been able to thoroughly measure before -- "far-infrared" radiation.

## Svalbard Islands

### SoRa stratospheric balloon launch

1 July 2009



A stratospheric balloon flight experiment campaign is in progress, in collaboration with the Italian Space Agency (ASI), to simulate the Huygens probe descent on Titan.

CISAS started to develop the activities on balloon flights experiments to verify sensors for planetary atmosphere entry probes effective performance in conditions similar to those of the actual mission descent.

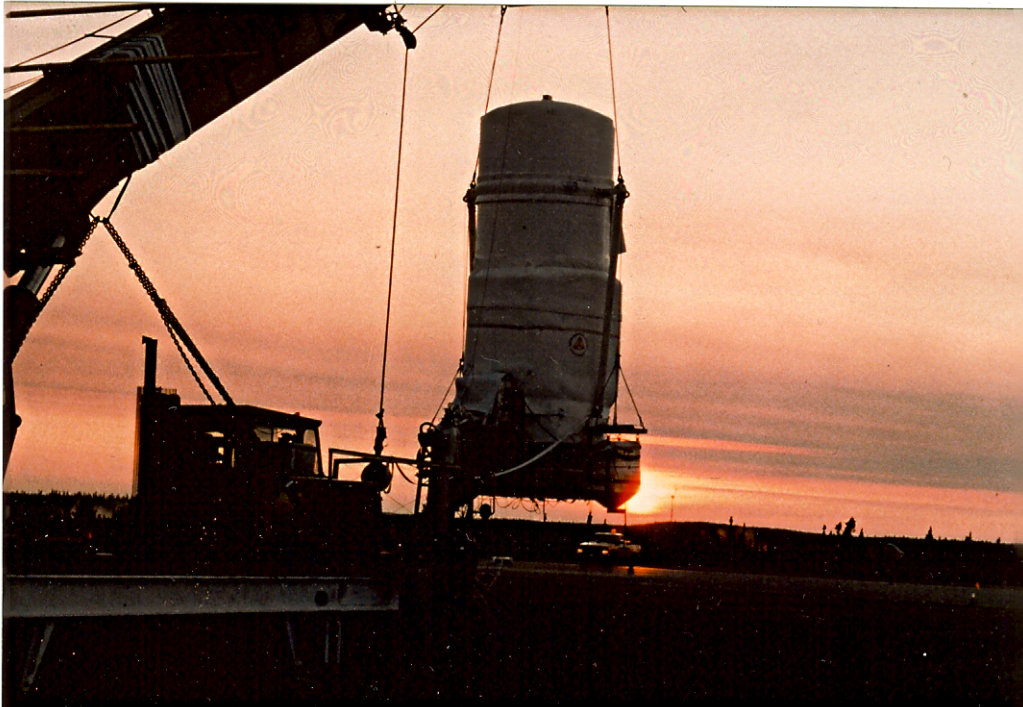
Earth's atmosphere reproduces satisfactorily the atmosphere structure of Titan and Mars. A mock up of the Huygens probe carrying onboard HASI instrument and other Huygens instrumentation is launched with a stratospheric balloon and lifted up to an altitude higher than 32 kilometres. After balloon separation, the probe starts to descend dragged by the parachute till the impact on ground. The measurements carried out during all the ascending and descending phases are transmitted in real time to ground by telemetry to check the system functionality and send telecommands.

At the same time data are recorded and stored on board for post-flight processing.

After landing the gondola and payload are recovered.

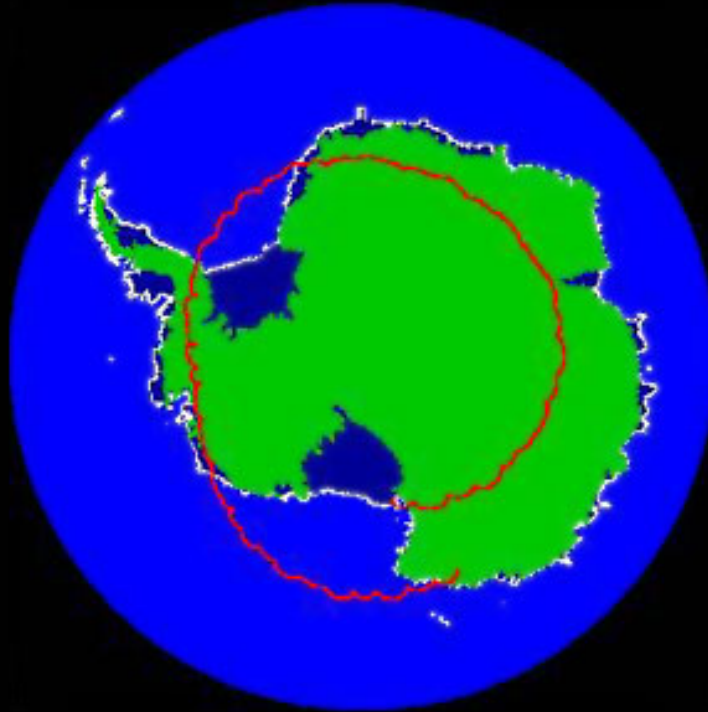
Antimatter and Dark Matter: lessons from ballooning  
Piergiorgio Picozza  
INFN and University of Rome Tor Vergata

*1ST WORKSHOP on  
SCIENCE AND TECHNOLOGY  
Through LONG DURATION BALLOONS  
JUNE 3rd and 4th, 2008  
ROME, ITALY*



# South Pole Path

2 weeks recoverable trip





*The ANtarctic Impulsive Transient Antenna (ANITA) preparing for its successful August 2005 flight. ANITA will search for pulses of radio emission from neutrinos penetrating the Antarctic ice.*



## Mac Murdo Antarctic base

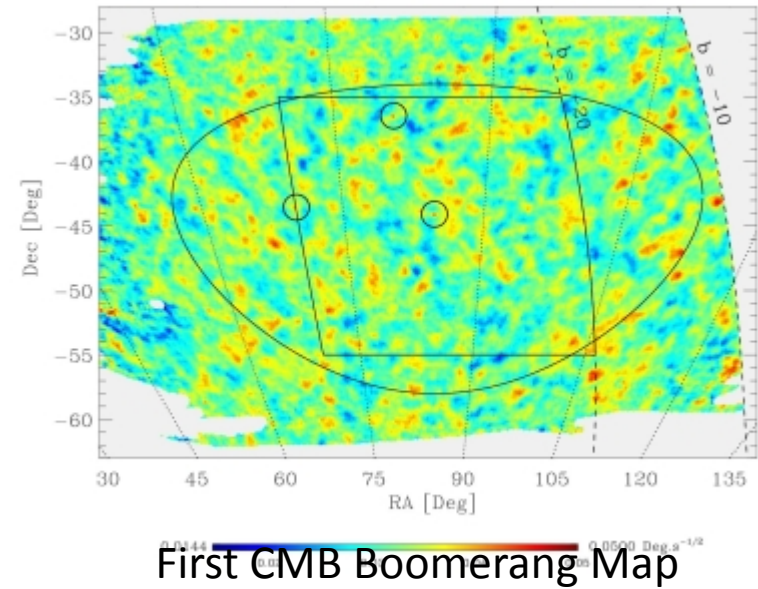








- **BOOMERANG** has flown around Antarctica in two separate flights (the first in 1998, the second in 2003) to map the Cosmic Microwave Background (CMB). The first flight measured the CMB temperature anisotropies; the second measured both temperature and polarization anisotropies.
- The CMB maps made by Boomerang tell us about the conditions in the very early universe, when it was only a few hundred thousand years old. Using these data, we test and constrain models of cosmology, measuring such fundamental properties as the overall density (which describes the geometry of the universe, ie curvature of spacetime), and density in various components (normal matter, dark matter, and dark energy).



### ***2003 Boomerang flight:***

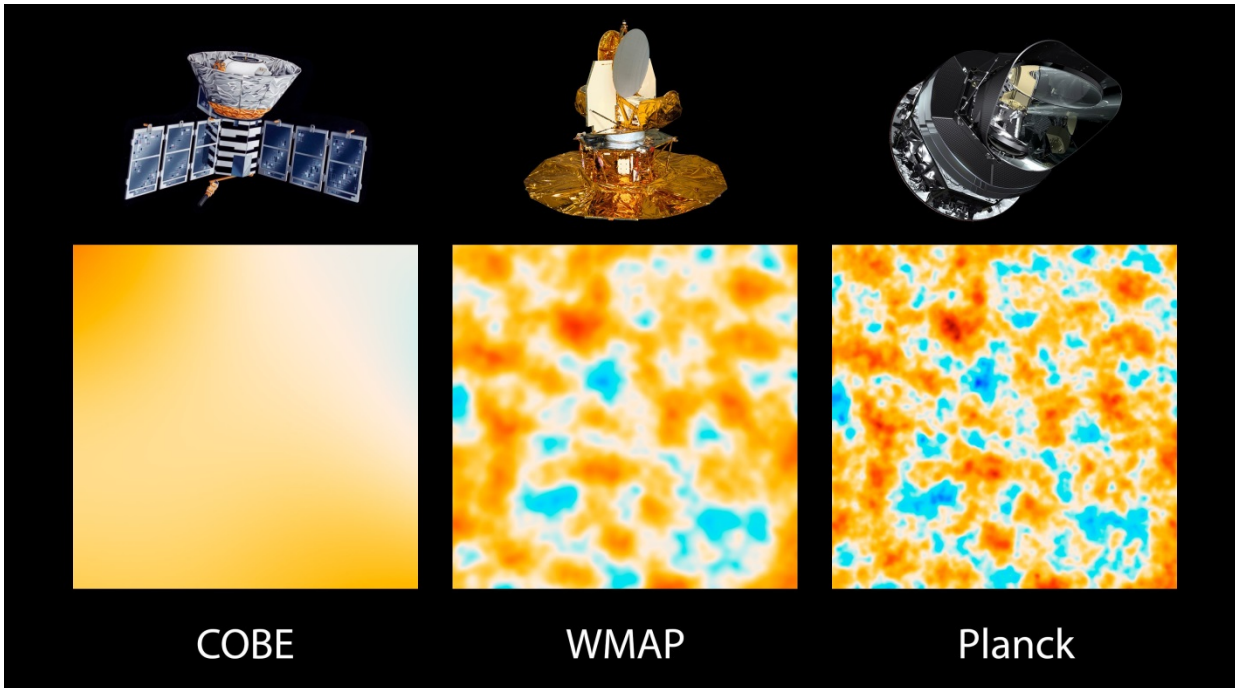
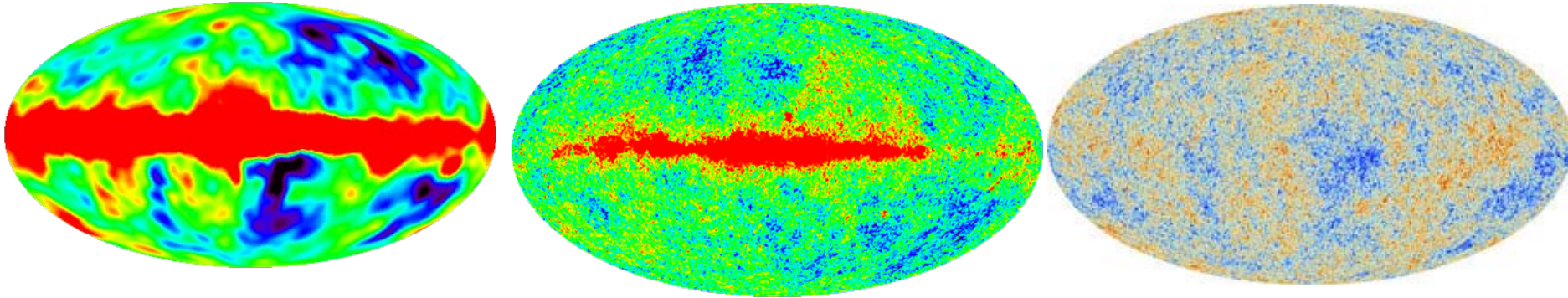
In this flight we measured both temperature and polarization anisotropies of the CMB, using a bolometric polarimeter.

### ***1998 Boomerang flight:***

This flight measured the CMB temperature anisotropies with high signal to noise, determining that the geometry of the universe is "flat" (just like you learned in high-school).

[NASA/JPL-Caltech/ESA](#)

Comparison of the three readings of the universe's cosmic microwave background radiation.



# Premi Nobel per la Fisica 2006



John Mather NASA



George Smoot Università di Berkeley

