The long journey of Bruno Pontecorvo from Pisa to Russia



The long journey of Bruno Pontecorvo from Pisa to Russia

or

Bruno Pontecorvo: his life, his science. And History around him



Bruno Pontecorvo: his life, his science. And History around him

I want to thank some Friends and Collegues for having provided some ideas and many documents used in these slides.

Gloria Spandre, Elena Volterrani, Sergio Giudici, Vincenzo Cavasinni, Paolo Rossi, Giovanni Signorelli, Rino Castaldi.

A special thank to Gil Pontecorvo.

Marco M. Massai

Bruno Pontecorvo: his life, his science. And History around him



Bruno Pontecorvo: his life, his science. And History around him

Bruno Pontecorvo, a leading physicists of the twentieth century, was born in 1913 in Marina di Pisa. In 1952 he became a Soviet citizen by the name of Bruno Maksimovic.

The memory of a complex life, the description of his many contributions to physics, are some of the objectives of this seminar.

But even those who try to see beyond a dense history, those who put themselves on the ethics problems of the scientist, who seeks answers to their curiosity, will find some suggestions and some food for thought following the works and the thought of Bruno Pontecorvo.



An eventful life...

The topcis of this seminar follow the development of Bruno Pontecorvo's life..

- His birth and early life in Pisa
- His studies, from Pisa to Rome
- The graduate and the work in via Panisperna
- From Rome to Paris, from Fermi to Joliot
- In Paris, new ideas; and new ideologies
- His escape from France
- On oil fields, Tulsa, Oklahoma
- In Canada, Chalk River
- The return in Europe, at Harwell, UK.
- The desappearence, the oblivion.
- Conclusions



Бруно Понтекоры



An eventful life...

Pisa - Roma - Parigi - Tulsa - Montreal - Harwell - Dubna



Pontecorvo and Physics

The topics of physics that Pontecorvo tackled are numerous: nuclear physics, fundamental physics, astrophysics, detectors physics. His most significant contributions were in the following:



At least three (today, **may be four...**) of these contributions were honored with the Nobel Prize but obtained by other scientists who have followed the path indicated by him and often traced..

So, why he has never won the Nobel Prize?



Spectroscopy Artificial radioactivity Nuclear isomer **Neutron logging Particle detectors** Heavy water nuclear reactor **Cosmic Rays** Solar neutrinos **Neutrinos detection Chlorine-argon method Universality of weak Interactions** Strangeness **Neutrino oscillations**

His birth and life in Pisa

Bruno Pontecorvo was born in **Marina di Pisa** on August 22, 1913 in the family of Massimo, one of the leading textile manufacturers in Italy. The family, native to Lazio, had immigrated to Pisa from the Rome Jewish community. Pellegrino's grandfather, had bought from the family Nissim some textile workshops.

Quickly it develops its activities until being recognized 'Knight of work'.

Bruno will have 3 sisters, Giuliana, Laura and Anna, and 4 brothers, Guido, Paolo, Giovanni, Gillo. A really beautiful family



PHOTO BRUNO MARINARI 200



They live in a large three-storey house just off **Piazza dei Miracoli**. His education is set at a liberal atmosphere, like his father, always willing to negotiate with the workers, though pressed by fascism to take on a role of informing.

It still remains in the memory of Bruno, little more than a child, the contrast between **Massimo Pontecorvo** and the fascist **Bufffarini Guidi**, who claimed the name of the 'troublemakers'.



His birth and life in Pisa

The young Bruno is attracted by sport and is passionate about the **courts**, in particular. He studied **French** at home. Family life is intertwined with that of the families of cousins, **Colorni**, **Sereni**, with whom spend their summers in **Forte dei Marmi**, close to Viareggio

In the Twenties, the High School Gymnasium in Pisa is attended by a **dozen cousins, all jews.** All will be withdrawn from the lists of the school, in '38, after the racial laws.





The older brother, **Guido**, who has known Fermi in Pisa, will become a great geneticist in England who chose as his second home because the racial laws, in **1938**; his work is pioneering in the field of **genetics**, so much so that rise to almost Nobel. Why he did not won? Perhaps, because his name was Pontecorvo ...

The younger brother **Gillo**, into family called 'the wild', it will become a great director (*The Battle of Algiers, Queimada, Kapo* ...).

He became communist and intersect the life of Bruno in the years of exile in France, chosen as the only alternative to repression and discrimination under fascism in Italy.







1934 - 1936, ROMA

In via Panisperna Fermi is studying the nucleus; "*Hic sunt leones*". Just as in the old maps it was indicated uncharted territories, so Fermi, in his lessons, showed on the board the nucleus of the atom, '*terra incognita*' of physics. But not for long.





In 1929, Bruno, signs up for Engineering in Pisa, after maturity taken only **16 years** old, pushed up by a role can be introduced to the family.

But in 1931, after only two years of attendance, his curiosity, the desire for a more adventurous and less predictable push him to demand the assignment in Physics, in Rome, where it was forming the core of researchers more prepared, in this firld, in Italy. Fermi and Rasetti were already internationally renowned physicists.

Pontecorvo, only **20 years** old, graduated in November 1933, with a thesis on atomic physics, in Physics and Mathematics. For nearly a year, will work away from the group of nuclear physicists who, under the guidance of Fermi, are beginning to study the properties of the nucleus, the new frontier of research, after the discovery of the neutron by **Chadwick in 1932**.

In fact, under the strong and effective Orso Mario Corbino, Director of the **Royal Institute of Physics**, the main efforts were directed to studiy Nuclear Physics, which would bring the level of the Italian research up to the major international laboratories, such as the **Institut du Radium**, in Paris or the **Cavendish Laboratory** in Cambridge..





At the beginning of **1934 Fermi** begins a systematic study: bombarding with neutrons most of the elements of the periodic table, starting with hydrogen.

Nothing happens: the detectors remain silent, or rather, emit the background noise that must be well measured in order to distinguish the true signal. Nothing happens even for the subsequent elements that are lithium, beryllium, boron, etc.







Fermi choose to use **neutrons** instead of alpha particles, as did the French. It should be a very good, new idea, but will it properly work?

This procedure requires three ingredients: - **projectiles** (Fermi chooses for the first time the neutrons);

- target (atoms of various substances);

- detectors, which must be built ad hoc).

But when they put the plate of **fluorine**, it arrives the early indications that there, in the center of the atom, something has **changed**.

The signal is given by the **Geiger counter** with its ticking signals the passage of a charged particle is either an alpha particle that has detached from the new nucleus, turned into nitrogen, or is the electron of beta decay, indicating that a neutron in the nucleus of fluorine has become a proton with the emission of an electron; and **something else** ...

NNO V - VOL II - N. 7-

SAL OTTORRE INA. XI

LA RICERCA SCIENTIFICA

PESSO TECNICO NELL'ECONOMIA

di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da neutron

Nel coras di esperienze sulla radiostività provocata nell'argenio da bomba no di neutroni si sono nonte anomalie nella inevnità della attivazione: uno s di alcuni centimetri di parafina interposto fra la sorzente e Vargento in imimiuje l'attivizzione la aumenta. In seguito abbiamo poluto constatare chi

attivazione

epuito a questa constatazione abbiamo cercato di ricom nario, le circostanze in cui si presenta questo fenomen no ad ora sono i seguenti: l'enomeni si neutroni e hon al raggi 7: un effetto approssimativamente della stessa intensità di si ha coll'acqua. Kiteniamo molto probabile che esso di

acqua. Antenare ossigenate prive di vità, almeno nello stesso ordine no osservato nel caso dell'argen no son i neutroni. Abbiano pprezzabile di innon si ha un aumento apprezzabile di intensità, mentre il o danno luogo ad effetti enormemente maggiori di quelli ch oresenza dell'acqua. pochi casi sembra valga la regola che siano sensibili solo bombardamento danno luogo a sostanze radioattive isotope

caso dell'alluminio, il quale si attiva nell'acqua e minuti che corrisponde a quello del Al25 estra attività, prodotta in condizioni normali, è così debole che quasi

rame lascia a grande distanza lo zinco.

arto neutrone-protone cresca al calare della alcuni urti i neutroni vengano a mi soluzione di neutr di questa soluzione in ogn dalle condizioni geometriche neutrone da parte de idrogeno o di altri nuclei i punto di vista possa avere

ffetti osservati da Lea (2). corso indagini su tutto questo

Fisico della R. Università ma, 22 ottobre 1934-XII.

(1) T. BIRROK + C. H. WESTCOTT - - Nature - 134 286 (2) D. E. LEA : - Nature - 155, 34, 1884.

Saturday, October 20, 1934.

Fermi had a stroke of genius that leads to the formulation of the hypothesis on the 'slowing down' of neutrons. When very energetic neutrons collide against hydrogen nuclei, that have practically their own mass, for the simple laws of conservation of momentum and energy, they lose a large part of their energy in multiple scattering.

This effect does not not happen in the collisions with heavier nuclei, such as iron, against which the neutron almost bounces, changing its momentum but yielding very little energy to the nucleus.



ERGENO DITALIS MINISTERO DELLE CORPORAZIONI UFFICIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE ALLESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE CALESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE ALLESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE ALLESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE ALLESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERICO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERICO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE ALLESTATO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE INTERIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERIO MINISTERIO PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERIO MINISTERIO PROPRIETA INTELLETTUALE MINISTERIO MINISTERIO PROPRIETA INTELLETTUALE INTELLETTUALE INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE INTELLETTUALE INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE IN INTELLETTUALE INTELLETTUALE INTELLETT	EEGNO DITALIA TEGNO DELLE CORPORAZIONI TERO DELLE CORPORAZIONI TERO DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE TO DEL		the states	
REGNO DITALIA MINISTERO DELLE CORPORAZIONI UFFICIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE Attestato di Privativa Industria Nel Registro degli attesti di privilo industriale di queto Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato, col documenti vienti data rege, all'Ufficio è stata regolarmente ta donando depositato. Colorare, Porteorro Bruno, Regertà Buillo per ottenere una privato distatti prin documento del geno de distatti prino di cato per acoressoere il rendimento dei procedimenti per la pro- rione di radicattività artificiali mediante il bombardamento com neutroni. Il presente attestato nan garantisce che il trovato abbia i caratteri vienti data data legge p privative sia valida di differe, e vince ritusciato senze come preliminare dei mento e dati di esco Remo, ti _2FEP 1935 Jam XIII	REGNO D'ITALIA TERO DELLE CORPORAZIONI TERO DELLE CORPORAZIONI TERO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE to di Privativa Industriale No.3.2.4.4.5.8 attestati du privativa industriale di questo Ufficio è stata regolarmente insc cei docamenti venti dulti lerge, al 'Ufficio è stata regolarmente insc cei docamenti venti dulti lerge, al 'Ufficio è stata regolarmente insc cei docamenti venti dulti lerge, al 'Ufficio è stata regolarmente insc en di de nete di ostobre 1094 alte ore 12, Persa Barico, a Rasetti Pranco, Bagetà Ballo i, Intrabacchi dulti o Ceente in informationi del procedimenti per la produ- tività artificiali mediante il bombardamento con ann gerantinee che il trovato abbia i cerratteri visuti datta lerge perte efficar, e viene rilazciato senza came preliminare dei merito e della m 2 FEP. 1935 Ann XIII Trapegere, TESULY	1 · · · · · · · · · · ·	0	
MINISTERO DELLE CORPORAZIONI UFFICIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE Attestato di Privativa Industria <u>Nel Registro degli attenti di privative industriale di questo Ufficio è stata regolarmente</u> ta domanda dropsitati, coi documenti vosti dalla tegge, di "Ufficio attesso ad giorro Vantiesi del meta di ottobre 1034 atte ore dei meta di ottobre 1034 atte ore stone di radioattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantisce che il trovato abbla i caratteri visiati dalla legge i privatto sia valula di officare, e vine rituscialo sonze come preliminare dei metho e dati di esso Rema, il	TERO DELLE CORPORAZIONI FICIO DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE TO DI Privativa Industriale 202324453 attestati di privativa industriale di questo Ufficio statos regolarmente luce col documenti volti dulla legge, all'Ufficio statos Para dal Solardo, para dal Solardo, para dal Solardo, para del Solardo, sona remantinee che il trovato abbie i caratteri voluti dalla legge perch efficare, e viene rilasciato senza cuone preliminare del merito e della merito 2 FED 1035 Anno XIII All Directori del Solardo, Terpuegare, TERDENS		REGNO D'ITAI	LIA CAMINI WIN
Attestato di Privativa Industria Messaro degli attenti di privativa industriata Messaro Messaro degli attenti di privativa industriata di quetto Ulficio è stata regolormente la donnada depositati, coi documenti viciti datti tegge, all'Ufficio e stata regolormente la donnada depositati, coi documenti viciti datti tegge, all'Ufficio e stata regolormente la del ance di stata di Ufficio e stata regolormente del ance di stata del Distore 1034 alle ore del ance di stata Edocardo, Pagesti Di Pranto, Beggrà Buillo per ottenere una private infinitativa pir d'infinita della legge i scione di radioattivittà artificiali mediante i la bombardamente com neutroni. Il presente attestato non geruntisce che il trovato abbia i coratteri visiti dalla legge e privatue sia valida del officare, e viene ritasciato senza canate prelimiaare del merito e della di ceso Rane, Il	TICIO DELLA PROPRIETA INTELLETTUALE to di Privativa Industriale No324453 attestati di privativa industriale di questo Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente luce coi docamenti valta dati e tege, ali Ufficio è stata regolarmente and estata regolarmente dati o tobore coi privato docamente di tasta dati a trafficio ali mediante il bombardamento con coi anna gerantitace che il trovato abbia i corratteri valuti datia legge perch efficace, e viene rilasciato senza came preliminare del merito e data me 2 FED: 1935 Anna XIII	MINISTE	RO DELLE CO	RPORAZIONI
Attestato di Privativa Industria Nel Registro degli attenti di privative industriale di operatore degli attenti di privative industriale di operatore di di di tegge, all'Ufficio e stato regolormente te donando depositate, col documenti viviti dati tegge, all'Ufficio e stato regolormente te donando depositate, col documenti viviti dati tegge, all'Ufficio e stato regolormente de marta di attenti di tene di ottobre 1034 atte cor de mereta Branico, de mereta Dranico, de derese di ottobre 1034 atte cor de marta Dranico (a Roma Regoli Dranico), de grato di attenti di Branico, de derese una privella di difficio di l'operatore cettoro con reutroni. In presente attenticio non garantisee che il trovato debia i coratteri volati dalla legge p privattore sia valida di attenti scato sono come preliminare del merito e della di esso Roma, ti	to di Privativa Industriale M324453 attestat di privative industriale di questo Ufficio è stata regolarmente inac col docamenti volati dalla tege, all'Ufficio stesso 1 de mee di Ottobre 1034 alle ore 12, Fornt Enrito, Amadii Sdaarda, D'Agostino Gocar, Portecorro Bruno, Bagerto Ballo Bagerto Ballo Scopere Il rendimento dei procedimenti per la produ- titività artificiali mediante il bombardamento con 1 tenes che il trovato addéa i cerratteri volati dalla legge perch efflace, e viene rilazciato senza came preliminare del merito e della n 2 FEP: 1935 Ann XIII	UFFICIO	DELLA PROPRIETÀ IN	TELLETTUALE
NE324458 Net Registro degli atestati di printiro industriale di questo Ulficio è siala regolarmente ta domanda depositata, cei documenti vosti dalla legge, di 'UTICIO. stesso dal giora Ventigei di mere d'ottobre 1934 ente ore : dal di mere di tradicatti princo recutroni. In presente attestato non garantizee che il trovato abbie 1 constiteti valuti dalla legge e di di esso rem d'2 FEE 1935 famo XIII al presere.	2 FEP. 1935 Aun XIII Alteret di privativa industriale di questo Ufficio è stata regolarmente lonce col documenti voluti datis tegge, al 'Ufficio stesso	Attestato	di Privativ	a Industriale
Nel Registro degli atteinti il pirvative industriale di questo Ulficio è siala regolamente la damanda drositata, cei docamenti volui dalla tegge, all'UTICIO attesso del nece di ottobre 1934 alle ore i del nece di ottobre 1936 alle ottobre 1936 alle ore i del nece di ottobre 1936 alle di finare, e vine rilaziola sena come preliminare del mento e del di esso Rema, il	atestati di privativa industriale di questo Ufficio è stata regolarmente inac cal dacanati valuti delle tegge, all'Ufficio stesso 1 dell'estato, 1 Paral Estato, 1 Paral Estato, 1 Parale Dirico, 1 Parale Dirico,		16294	EO
Nel Registro degli altestati di prirativa industriale di questo Ufficio è sista regolarmente la donanda depositata, coi documenti voluti dalla legge, all'Ufficio estesso and giorne Ventiget del meet di Ottobre 1054 alte or i de meet di Diblogo (1054 alte or i printationale Educatio), printati Educatio, protecto TP Diblogo Segrè Ballio pre ottenere una priosita industriale pri l'avala deglia ce ittolo: 	attestat di privative industriale di questo Ufficio è stato regolarmente inac cel documenti voltati datta tegge, all'Ufficio stesso 1 del mec el ottobre 1034 atte ore 12, Forni Enritoo, Amadol Schardo, D'Agostino Gocar, Pontecorvo Bruno, { a Roma Segri Ballo', Segri B			100
<pre>res regars segs discuts a prante musare u queve, of UFICIO. stesso ind sonade deposition, ei document would data (segs, eff UFICIO. stesso nd giorno ventissi del mere di ottobre 1034 atte or i de Preti Britioo, D'Agostino Oncer, Pontecorro Bruno, Rasetti D'annoo, Begrè Buillo per ottenere una privuïre infaible pir " d'avoid deugante et itelos: Metodo per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro rione di radiatività artificiali mediante il bombardamento con neutroni.</pre>	intentional approximation distance in a province industry of the field of the province of the field of the province of the	N. D. J. M. Hall H.	i di minatina laduatelale di mud	a Ufficia è stata regolarmente inc
is domanda expositat, coi documenti venti dali rigge, un controlo biesso nel giorno venti sei documenti venti dali rigge, un controlo biesso per di forno venti sei do mere di colobore 1034 mile or i per di controlo di c	ce accentent vent delle tegge en vil tote seemed 1 del mese el ottobre 1034 alle or 12, Forni Enrico, Mandii Scardo, D'Agostino Oscar, Ponteourov Bruno, Segrè Bailio Segrè Baili	Net Registro degli attestat.	a privativa industriale ai quest	o ojjalo e sala regularmente insc
nd ginne Venlies. del met di Ottobre 1994 alle ar - de 1994 alle ar - ferni Kurico, 1994 alle ar - Presti Exercio, 1994 alle ar - Presti Exercio, 1994 alle ar - Presti Exercio, 1994 alle ar - protestare una priosita distino con tido: Metodo per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro- rione di radicatività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantisce che il trovato abbia i caratteri volati della legge p privatte sin valida ed effecto, e vicas ribasciato sono cume preliminare del metto e dell di caso Rema, il -2 FED 1935 hano XIII ar Diregiore.	det mee di OVOOTO [094die ore 12, Perrit Erritoo, Jacobino Bosardo, Plagostino Bosardo, Plagostino Bosardo, Passerti Pranco, { a Roma Regrit Ballio, Regrit Ba	la domanda depositata, col doc.	umenti votuti dalla legge, all 101	
de realit Marvio, D'Agostino Oboer, Portecorro Bruno, Resetti Pranco, Begrè Ballo Begrè Ballo Berdon d'Agosti d'Allo Betodo per accrescere il rendimento dei procedimenti per la pro- rione di radicattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantice che il trovato abbia i caratteri volati dalla legge p privativa sia valida el officare, e vicae ribuscio senzo esame priminare del mento e dell di esso Remo, li -2 FEP 1935 dano XIII reprime.	Imaidi Mearde, D'Agostino Oscar, Pontecorro Bruno, a Roma Rasetil Pranco, Segri Ballo Ne Mithine pir d'investo acquero se disolo: cessere il rendimento dei procedimenti per la produ- tività artificiali mediante il bombardamento con engerantise che il trovato abbie i caratteri viati della legge perci efficar, e viene diasciato senze ename preliminare dei mento e della n 2 FEP. 1935 Anno XIII ri pregare.	nel giorno ventisei	del mese di Ottobi	1924 alle ore 12,
P'Agostino Goear, Ponteorro Bruno, (a Roma Resetti Pranco, Begrè Buillo per ottenere una privatire industriante d'un desguair de lindo: Metodo per accressoere il rendimento dei procedimenti per la pro- sione di radioattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. H presente atteistato non garantisce che il trovato abbia i caratteri vialati dalla legge i privattre sin valida ed differer, e viene ribasciato sona cume preliminare del merito e del di ceso Rema, il -2 FEE 1935 hann XIII In pregiere,	P'Agostino Oscar, Pontecorvo Bruno, Rasetti Franco, Segri Bailio , "Tribucchi Giuli Ceenre undathene pri invento seguento el Huelo: resseare il rendimento dei procedimenti per la produ- ttività artificiali mediante il bombardamento con ann genantisce che il trovato abbia i contieri voluti della legge perch efficare, e viene rilasciato senze esame preliminare del merito e della n 2 FEE 1935 Anno XIII Ar Diregere, Arbanda del Arbanda della del	da An	naldi Edoardo,	
Pontecorro Bruno, (a Roma Reserti Franco, Begrà Ballo per ottenere una privella infaltific pir d'irivato d'exignite det infoi: Metado per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro rione di radiattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantisce che il trovato abbia i caratteri volati dalla legge p privative sia valida de diffezer, e viese rilasciato senze esume priminare del mento e dell di esso Rema, il -2 FEP 1935 hano XIII ar Diregiare.	Pontecorro Bruno, (a Roma Raseti Franco, Segret Ballio Segret Ballio No Maddider pite diverse to table: resource il rendimento dei procedimenti per la produ- tività artificiali mediante il bombardamento con i non gerantace che il trovato abbie i ceretteri volati della legge perci officace, e viene filaziato senza cuome preliminare dei merito e dello n 2 FEP: 1935 Anno XIII Ar pregere Missione		Agostino Oscar,	(
Habert France, Begr Balllo per ottenere una privalite infaithint pir il fredio designato del titolo: Metada per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro zione di radicattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantice che il trovato abbia i caratteri volati della legge p privatto sia valida di officare, e viene rilaziado senzo eseme preliminare dei merito e dell di esso Rema, il2 FEP. 1935 hano XIII presene.	Maberi Franco, Begri Ballio 10 Cesare No Indiatibile 201 Vicencio designito cel Itsolo: cesocere il rendimento dei procedimenti per la produ tività artificiali mediante il bombardamento con nam garantice che il irovato abbia i caratteri volati dalla legge peri efficare, e viene rilaziato senza came preliminare del merito e dallo n 2 FER 1935 Ann XIII In Diregere	Pe	ontecorvo Bruno,	a Roma
per ettenere una privatire la distibilità per ettenere una privatire distibilità della del	An Mathibus phi 4 Studio Congenito est tablo: resource il rendimento dei procedimenti per la produ- tività artificiali mediante il bombardamento con son garantisce che il tronato abbia i caratteri voluit datia legge perci efficare, e viene rilazziato senza esame preliminare dei merito e deile n 2 FEP: 1935 Anno XIII Ar pregere Widenty	Re	asetti Franco,	
per elemere una privativo industrinte per il trovisto designato cel fitolo: Metodo per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro rione di radioattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attetuto non garantisce che il trovato abbia i caratteri volati dalla legge p privative sio valida ed efficare, e viene rilasciato senze came preliminare dei merito e dall di esso Rema, il	ve industriste per il trovato designato cel libilo: respoere il rendimento dei procedimenti per la produ- tività artificiali mediante il bombardamento con n non garantise che il trovato abbis i caratteri voluti della legge peri efficare, e viene rilasciato senza came preliminare del merito e della n 2 FEP. 1935 Anno XIII Ar Diregere Articiare del Marciare del Marciare del Marcia della de	e . Ti	rabacchi Giulio Cesare	
Metado per acorescere il rendimento dei procedimenti per la pro rione di radicattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garontice che il trovato abbia i caratteri volati dalla tegge p privativa sia valida ed effecer, e viene rilaciato senze came preliminare dei merito e dall di esso Rema, ti -2 FED 1935 hano XIII regere,	rescere il rendimento dei procedimenti per la produ tività artificiali mediante il bombardamento con non garantise che il ironato abbie i caratteri voluti dalla legge peri dificare, e viene rilasciato seura canne preliminare del merito e della n 2 FEP. 1935 Anno XIII In Diregere Maria Surg	per ottenere una privativa indu	striale per il trovato designato ci	ol titolo:
rione di radioattività artificiali mediante il bombardamento con neutroni. Il presente attestato non garantisce che il trovato abbia i caratteri volati della legge p privatte sia valida ed effecte, e viene rilasciato senze esume preliminare del merito e dell di esso Rema, ti -2 FED 1935 hano XIII in pirejere,	tività artificiali mediante il bombardamento con o ann garantisce che il trovato abbia i caratteri valuti datta tegge perch efficare, e viene rilaziato senza esame preliminare del merito e della m 2 FEP. 1935 datto XIII 	Metodo per accresce:	re il rendimento dei p	rocedimenti per la produ-
Reutroni. Il presente attestato nan garantisce che il trovato abbia i coratteri voluti dalla legge p privativa sia valida ed efficare, e viene ribasciato senzo esame preliminare del merito e dell et esso Rema, il -2 FEP 1935 Jano XIII regiere,	o non garantinee che il trovato abbia i caratteri votati datta lezze perci efficace, e viene rilasciato senza esame pretiminare dei merito e deita n 2 FEP: 1935 Anno XIII History	zione di radioattivi	tà artificiali mediant	e il bombardamento con
Il presente altestato non garantisce che il trovato abbia i constiteri voluti dalla legge p privativa sia valida ed efficace, e viene rilasciato senzo esame preliminare del merito e dell di esso Roma, ti -2 FED 1935 hano XIII - prireguere,	o non gerantisce che il trovato abbia i caratteri voluti della legge perci efficace, e viene ritasciato senza esame preliminare del merito e della n 2 FED 1935 Anno XIII H Diregiore	neutroni.		
Il presente attestato non gorantisce che il trovato abbia i constieri volati dalla tegge p privativa sia valida ed efficare, e viene rilasciato senzo esume preliminare del merito e dall di esso	o non garantisee che il trovalo abbia i caratteri votati dalla legge perch efficase, e viene rilasciato senza evane pretiminare del merito e ditta n 2 FEP: 1935 Auto XIII Att prespere Produkty			
Il presente attestato non garantisce che il trovato abbia i caratteri volati dalla legge p privativa sia valida ed efficace, e viene ritasciato senza esame preliminare del merito e dell di esso Roma, il <u>-2 FER 1935 Ann XIII</u> prirejere,	o non garantisce che il trovalo abbia i caratteri voluti dalla legge perch efficace, e viene rilasciato senza ename preliminare del merito e della n 2 FEP: 1935 Anno XIII Att piregare H.J.U.S.			
Il presente altestato non garantice che il trovato abbia i cantiferi valati dalla tegge p privativa sia valida ed effence, e viene ritasciato senzo esame preliminare del merito e dall di esso Roma, il <u>-2 FED 1935 kano XIII</u> ritegnee,	o nan garantisee che il trovato abbia i caratteri votati datta tegge perci efficace, e viene ritarciato senza esame preliminare del merito e della n 2 FED 1935 Anno XIII Al Diregtore			
It presente attestato non garantisce che il trovalo abba i constiteti volati dalla legge p privativa sia valida ed effecace, e viene ritasciato senza esame preliminare del merito e dell di esso	nom gerontuse ene il trovato abota i contrieri vosati dalla legge però efficare, e viene rilasciato senza ename preliminare del merito e della n 2 FED: 1935 Anno XIII History Productoria dalla della			
privativa sia valida ed efficace, e viene rilasciato senza esame preliminare del merito e dell di esso Roma, il <u>-2 FER 1935 Ann XIII</u> in pirejure,	efficace, e viene efficació senze esame preliminare del merito e della n 2 FEP: 1935 dano XIII Ar piregare H. J.	Il presente attestato non g	arantisce che il trovato abbia .	t caratteri voluti dalla legge perch
di esso Reme, il -2 FEP. 1935 Anno XIII II Direttore	2 FEP. 1935 Anno XIII Thomas Policy	privativa sia valida ed efficaci	e, e viene rilasciato senza esam	e preliminare del merito e della n
Roma, II -2 FEB. 1935 Anno XIII IT Directore	2 FER. 1935 Anno XIII It Direttore,	di esso		
Roma, II TEB. 1935 Anno XIII It Direttore	C FEB 1935 Anno XIII It Directore	-0-	D (00-	
Pr '	Posisez	Roma, li	1935 Anno XIII	It Direttere
() side				Paises

These astonishing results are soon confirmed by Joliot in Paris after only one week.

Few days after, the Group has patented the discovery.

This patent will have a long and troubled history...

RIVATIVA ITALIANA 2445



The role of young Bruno in this discovery is not marginal. He has contributed to the discovery of the **anomalous unespected behavior** of **neutrons** interacting with the **silver** and has followed from the beginning the ingenious explanation given by Fermi.

He schow total control on most modern techniques of particle detection, which now are becoming familiar to him, and great interest in this field.

It establishes strong ties with **Edoardo Amaldi** and **Emilio Segre**. Also with a young theoretical physicist, **Gian Carlo Wick**, with which it shares also leisure. In tour very young scientist, begin to emerge the first doubts on the relationship between scientists and the rest of society; and the political class.

> The interaction of the neutron with the nucleus can lead to beta decay with the emission of an antineutrino

Bruno quickly reaches a certain autonomy in the work; in 1935, arrives to publish own work on neutron. His future in Fermi's group is safe. But he is not satisfied...

 $+...(v_{e})$

The push to try new experience is strong and will take a scholarship to go to work with **Joliot-Curie** and his wife **Ireène**, in **Paris**, who have one of the most modern laboratories. It 's a place where the ideas on physics born and grow..



1936 - 1940, PARIS

With a scholarship from the **Ministry of Education**, Bruno went to Paris to work in the laboratory of Joliot-Curie, where, two years earlier, had been discovered artificial radioactivity. In the climate of the "Front Populaire" and of the war in Spain, he became interested in politics.

Bruno arrived in **Paris** in the spring of **1936**. Not even **23 years**, but a great experience in nuclear physics.

In France he find a climate much more liberal than in Rome, where the group of Fermi policy was 'naturally' absent.

Irene and Frederic Joliot-Curie, by contrast, are both left and in those months had won the election by bringing the Government **Leon Blum**.

In the government Blum, Irene will undersecretary of research and education, **first woman**, along with two colleagues, to play a role of government.



Library of Congn



Those were years of great changes in the history of Europe. **Hitler** gets underway in Germany, in Spain the army led by **Francisco Franco** has been '*Alzado*' against the legitimate and democratically elected government, initiating allla **Civil War**. England lingers.

Only **USSR** supported the loyalists;

They formed the International Brigades. Bruno feels the birth of a new consciousness, the need to participate.

In Paris are refugees, many **Italian intellectuals** forced by the fascist regime. Among them, **Emilio Sereni**, Bruno's cousin. And **Luigi Longo**, director of PCI.

In the Laboratory of Joliot-Curie, Bruno can learn and use new techniques of particle acceleration and new detectors; he has the opportunity to explore **new physics**.

He will give a significant contribution in the study a new phenomenon, **nuclear isomerism**, (i.e. the difference in the energy between nuclei with the same **Z** and **A**) that can give informations on the nucleus structure. and its energetic levels. Indeed, Quantum Mechanics, now universally accepted and well established, provides for this new state of matter formed by protons and neutrons.



Nuclear isomerism a new phenomenon that describes the atomic nucleus: there are several possible configurations for the nucleus, which differ in the **binding energy**. The transitions are marked by the emission of a single electron and energetic gamma ray.



Even the private life of Bruno is at a crucial turning point.

He meet a beautiful swedish girl student in Paris, **Marianne**, with whom he establishes a close relationship.

It will lead rapidly to marriage and the birth of their first child. Gil, will be called, as the younger brother, Gillo, which was very close to Bruno.

Gillo also in these years left Italy and reached southern France to escape the restrictions and discrimination of racial laws in the fall of **'38**.

He also has a French girlfriend, Henriette, and frequented the circles of the left.

But soon, even for the Left it is near to the end of time of freedom: the threat of Hitler is about to become terror.



The escape from France

The beautiful French period ends soon.

With the **Wehrmacht** on the outskirts of Paris, to the north, Bruno with friends **Salvador Luria**, future Nobel Prize winner for medicine, and **Sergio De Benedetti**, fleeing on a **bicycle**. They will have to reach by Toulouse where long lives with his **sister Giuliana** husband in **Duccio Tabet** and where they expect Marianne and Gil.

From Toulouse, arranged the complex issue of visas, will have to reach Lisbon, passing through the neutral Spain, and embark for the United States.





The escape from France





For months, Bruno is in touch with old friends to find accommodation in the **United States**, needed to have an entry visa.

Segre and **Ferm**i who are now in America for years, are busy: they found a contract or a grant to Westinghouse and **Well Surveys** Inc ...

The latter is an oil exploration company that make very advanced research to fine point systems more efficient to find oil fields. The war, though still not reached the United States, has fueled oil consumption that is one of the fundamental strategic resources.



On oil fields, in Tulsa, Oklahoma



1940 - 1943, USA

In 1940, the arrival of german army in Paris, flees on the family and embarks in Lisbon with the aim to reach United States. Bruno will work in oil company in Oklahoma, Well Surveys Inc., with a great success in renewing techiques in oil exploration.

On oil fields, in Tulsa, Oklahoma

The arrival in the United States is a relief after the difficult crossing Atlantic ocean. The ship *Quanza* is a only 6,000-ton ship.

The heat and humidity are stifling.

In New York they can disembark only Pontecorvo family because Tabet don't have a visa, not having a job. They will wait on board for weeks ...



In **Tulsa**, **Oklahoma**, Bruno finds very satisfactory conditions, for both the work and the family. The new work is interesting, stimulating, although very different from pure research. Also, his deep knowledge in nuclear physics acquired in via Panisperna and in Paris, few years before, enables him to propose an original method to search for oil fields.

This method that will be patented, but on behalf of the Company, not his, because shows interest.

Marianne and **Gi**l also fit well in the simple surroundings of the town's middle-west. where there are hundreds of engineers and scientists working in the oil industry.

On oil fields, in Tulsa, Oklahoma

The **neutron logging** is based on the properties that materials at **low Z** thave to slow the neutrons emitted by a source, reach deep into exploration wells.

The signals in the detectors are therefore more intense, than when the material around the probe have **high Z**.

It 'an invention that replaces the already known techniques of electric logging and proton logging. Pontecorvo reaches then some notoriety. He make forty technical communications in the threeyear stay in Tulsa.

This can be considered 'the first industrial application of the discovery made in via Panisperna, now six years earlier.





1943-1949. CANADA

In 1943, old ftench friends, physicist in Paris, now involved in the Anglo-Canadian atomic program, call him to reach Montreal, and the new Research Center at Chalk River.

In these years, Bruno Pontecorvo maintains close contacts with old friends. With **Emilio Segre**, in Berkeley and **Enrico Fermi**, in Chcago.

He will receive some proposals for academic positions at Cornell, Ann Harbor, Michigan. Remains in contact also with **Gian Carlo Wick**, in Italy, and with French colleagues, now in Britain or in Canada; in fact, here begins the race tobuilt the bomb.

Van Halban, Auger, Placek are now active in the Tube Alloy Project, very close to Manhattan Project. In France, remains only Frederic Joliot-Curie who entered the French Resistance. Here, as communist, will reach the highest levels. But not before he had secured all the heavy water prepared when was studying a system to produce plutonium.

At the end of '42 Bruno was contacted by **Auger** who propose him to reach the Anglo-French group of scientists working on the design and construction of the **nuclear reactor NSX**, in Chalk River. It 'a good opportunity to return to the basic research. He accepts, moving, in Montreal in the **spring of '43**.



Pontecorvo began to work on the **heavy water reactor** that is used to produce plutonium, an element **with Z = 94**, which does not exist in nature and is produced when bombarding uranium 238 with neutrons, in turn produced by the fission of **uranium 235**.

But the remaining problems are many: the **calculation of the nuclear cross sections**, **detection** of the decay products, research of supplying fissile fuel.

In the years spent in Canada, Pontecorvo traces the path that led him to give innovative contributions in the **physics** of elementary particles.

Here he had some basic ideas that will develop for years and will lead others researchers to discoveries awarded with Nobel Prize.



At the end of **1944** he was sent to Chicago to discuss problems regarding nuclear reactors with **Ferm**i who has put into operation the so-called **atomic pile** at the end of 1942 In these years the family grows with the arrival of the children Tito, in1944 and Antonio, in 1945.

Among the problems of reactor design, Pontecorvo can perform with colleagues **Geoffery Hanna** and **David Kirkwood** accurate measurements of **cosmic rays** from which it draws the conviction that electrons observed coming from the muon decay in flight and that both of these particles have **the same nature**, but only one big difference, **the mass**; It is the intuition of the **universality of weak interactions**.

Bruno also raises the issue of revealing the unknown particle postulated by Pauli in 1930, the **neutrino**, which is produced in nuclear reactors in great quantities: aims to exploit the reaction ${}^{37}CI + v ---> {}^{37}Ar + e$

It 'a brilliant idea that only after many years will be filmed and acted upon by **Ray Davis** and why will the Nobel in 2002.

Now in Europe the war has been over for weeks. But in the Pacific continues, bloody. In **Los Alamos**, **NM**, several thousand engineers, military, physicists, mathematicians have been working for three years to the production of the first atomic bombs. Bruno was not called to participate in that project because **communist**. But Fermi along with other Italian scientists, Segre and Bruno Rossi, are involved in the big effort. Fermi is one of the project leaders.

Others are: Bethe, Von Neumann, Oppenheimer...





In July 1945, the news of the test of the first **atomic bomb** at **Alamogordo**, like most physicists, welcomes the success that also feels her as a great scientific discovery belongs to all those who worked there.

But, unlike his colleagues who are skeptical about the use of **new weapon on civil objectives**, Pontecorvo is convinced that Americans will use it against Japan, for political reasons, as noted by **Philip R.Wallace**, at that time theoretical physicist in Montreal.

On 6 and 9 August, in Hiroshima and Nagasaki, it was clear that Bruno was right.

At the end of the war in the Pacific, Bruno received several offers to take a position in any American Universities

But he prefers to stay in the orbit of English scientists, thinking perhaps that it is easier to go back in Europe.





In 1946, he make his first of many trips, too adventurous, in Europe.

Airports in southern England, are destroyed. It will land on the border with Scotland and will travel to London from where they will go in France.

Not only: in 1947 makes an extended across Europe; Finally in 1949, it will be the final one.

Bruno had also an opportunity to return to Italy.

quanto vorresti di paga.

Affettuosi saluti

pensi.

In those years in Western world arises a **new problem**: the flight of crucial information, technical and scientific, to the Soviet Union. It begins a period of secret investigations, accusations, suspicions.

FBI discovers a network of spies around an employee of the Soviet Embassy in Montreal, **Igor Gouzenko**, who confesses that many scientists are providing information on the Chalk River reactor.



The British physicist **Alan Nunn May** was arrested. He confesses to having spent the embassy of the USSR hundreds of documents on the activity of the reactor.

Also Pontecorvo is suspected as foreign and communist. But absolutely nothing was found on him, in front of many suspicions advanced.

Bruno comes out then cleared and could continue his research. But how deep an impact on these suspicions certainties of Bruno, is not known.





1949 – 1950, United Kingdom

In 1949, moved to England, Bruno started to work on the most important research center in Europe, where many aspects of the new Atomic Energy were under investigation.

OMA, 13 maggio 1949

ENTRO DI STUDIO PER LA FISICA NUCLEARE

Caro Bruno,

oggi ero a oclatione con Todesco ; at voiew juriare letto sus appravioni au Frances evo. con . A un certo punto ha irrato funri un grande foglio ani quale, in boli "ordine, erano portiti i nomi di utti i professori di rutolo d'Italia, con le date li nasatta e quelle del famato di nel quale sarebbero annati in parsame.

Due cone mi hanno fatto impressione: La prime, soppress con in con dell'ocche, ha data ha halla quiei o andrò in penicisse : 1976 El confesce che mi è sembruta estremante reacta e pe acco state un peco depresso. La seconte, giù importante, do èl suno provida Landaz (' insegnamento il Prof. Do Bardo. Arveno quindi una estifa disponible a Essa.

The states of the point is a point of the state of the st

The Canadian period ends in the **spring** of **1949**, when he agrees to move to **England**, in the new center for atomic research built at **Harwell**, near Oxford.

Bruno gave up many proposals received from prestigious universities, showing the high level of his reputation reached during the long american years.

Perhaps, he was convinced by the hope to approach old friends, the many relatives; many of his brothers, in fact, live long in England.

Bruno then takes home in the village of **Abington**, near Harwell.



Harwell was the center of the progress in nuclear physics, due also to the construction of the first reactors in Europe; It can also devote to particle physics and to the development of new tools. Bruno takes part in Conferences of Nuclear Physics, such as Edinburgh, Basel, Como, where in September 1949, he met **Fermi**.

It also received a proposal from Gilberto Bernardini for a professorship in Pisa, but he drops.

At the conference in **Basel** in **September 1949** it presents a job "**Recent developments of proportional counters**", an area of research that he never left.

In the conference of **Como (Italy)**, Bruno meets old italian friends, went to visit **Turin** and the base of the Testa Grigia (**Gray Head**, Monte Rosa) where was been installed a **cosmic ray** experiment.

In the Congress in Edinburgh, November 1949, Pontecorvo brought a job on the decay of 'meson μ ', a problem studied for years that convinced him that electron and muon are very similar, in fact, the only difference is the mass while the other features are identical.

It 'the first intuition of **universality of weak interaction**.



Unfortunately, new tensions arise around the secrecy of nuclear technology that Soviet spies violate often iin that period.

At the beginning of **1950** broke the '**Fuchs affair**', a German theoretical physicist, has long taken refuge in England and working on nuclear center at Harwell.

Klaus Fuchs was discovered, accused of spying for the USSR, tried and convicted quickly.

Even Pontecorvo, who knows him well, fell under investigation, but, **again**, with no results..



Meanwhile, in France, under US pressure, the government removed **Joliot-Curie** as director of the **CEA**, Centre pour l'Energie Atomique, for ideological reasons.

Perhaps, these are decisive blows: Bruno sees rising new threats around him and, may be, he start thinking about his move in the **USSR**, despite accepting the chair that was prposta from Liverpool University on the recommendation of **John Cockcroft**.

The turmoil arose in Europe with the first **Congress of Partisans of Peace**, in **1949** in Paris, reflecting the will to **repudiate nuclear weapons**, and the signing of the **Manifesto of Stockholm** by many intellectuals at the beginning of 1950, restated this climate.

The war is ending, but it is the beginning of the **Cold War**. The outbreak of the **Korean War** is its signal.



CONGRÈS MONDIAL DES PARTISANS DE LA PAIX

SALLE PLEYEL 20·21·22 ET 23 AVRIL 1949 PARIS



Approaching the 1950 summer, Bruno is preparing the holiday in Italy with family; It awaits the beach in **Ladispoli** brother **Gillo** and his wife Henriette.

On **July 25**, after writing at the University of Liverpool which will service a **little 'delay**, Bruno begins a long journey across Europe, by car, which will take him to France, Switzerland, Austria and, finally, Italy.

They spend happy days, similary the old good times holidays in Forte dei Marmi, in the twenties, as a child. Now the children are his three children and the children of cousins; among them **Emilio Sereni**, has become a leader of **PCI**, the **Italian Communist Party**, which is much in line with the policy of the USSR.

But they are also moments of intense emotion, because now the fatal **decision is made** and the time to fly to Stockholm and then try to get into the USSR, approaches.





EMILIO SERENI Membro della Direzione del P. C. I. - Deputato alla Costituente

The car with which they arrived in Italy from England is delivered to a garage in Rome, with the ipromise to withdraw it after a while.

But that time will never come.

His choice Bruno has already made. Boarding the flight to Stockholm with family, and after a brief stop, leave for Helsinki, where two dark cars are waiting for them.

No one imagines that nice Italian professor, sporting, sociable and very prepared disappear for five long years; reappearing in a world profoundly changed, he will not be the same. He will be **Bruno Maximovic**, citizen of the Soviet Union.

The disappearance, escape, oblivion

Bruno Pontecorvo disappears together his family, and from September 1950 nobody knew anything about him

Officially.

In fact, it seems that the *services* are aware of what really happened, but nobody wants to give publicity to an event that can undermine entire systems.

In England, for example, the government was attacked for having endangered the security of the country.

They do not know what secrets, and if, Bruno Pontecorvo can be brought back.

And if, how and what, it was passed in previous years.

The disappearance, escape, oblivion



1950 - ..., RUSSIA

During a holiday in Italy in the summer of 1950, Bruno embarked with his family on a plane to Stockholm. From this moment nobody will have news about Pontecorvo untill**1955, march**, when holding a press conference in **Moscow**, at the headquarters of the **Academy of Sciences**.

Conclusions

For years, many researchers in History of Science, historians, journalists, but also adventurers or mythomaniacs are searching for something they call 'the truth'.

- Which reasons have pushed Bruno Pontecorvo to leave the comfortable freedom in the West to disappear beyond the Iron Curtain?
- Who helped him, in those hot days of August, 1950? And, above all
- Has he brought in USSR any secret informations on nuclear weapons?

In other words,

has been Bruno Pontecorvo a spy?

... but it's hard job to find answers when people write **nonsense like this** ...

"With Cosmic Rays he destroys airplanes.

This should be the devilish invention made in Russia by **Bruno Pontecorvo**"



Con i raggi cosmici distrugge gli aerei

Sarebbe la diabolica invenzione realizzata in Russia da Bruno Pontecorvo

Conclusions

The time passed since Bruno Pontecorvo died, certainly, makes more and more difficult to find answers.

But one thing is widely clear: nothing has been ever found on him, no one could prove anything of the many suspicions raised, often artificially, against him.

Bruno was an original person, difficult to place in the stereotypes often used in describing scientists. He followed ideals rare to find in its environment, and has made consistent, unconventional choices.

Above all, I think that Bruno has been a great scientist, sensitive, and always looking up, with new, original visions, searching for the solutions to the many new problems that physics, his passion, continuosly has been placed. Also, he was attentive to the problems of the weakest, problems that all the people have before their eyes, but only a few are able to see.

But, not even Bruno could see and understand all the questions that the History put on his path.







Бруно Понтекоры

What is better, to have made the right choice or to have been an honest man ...

Bruno Maxímovích Pontecorvo