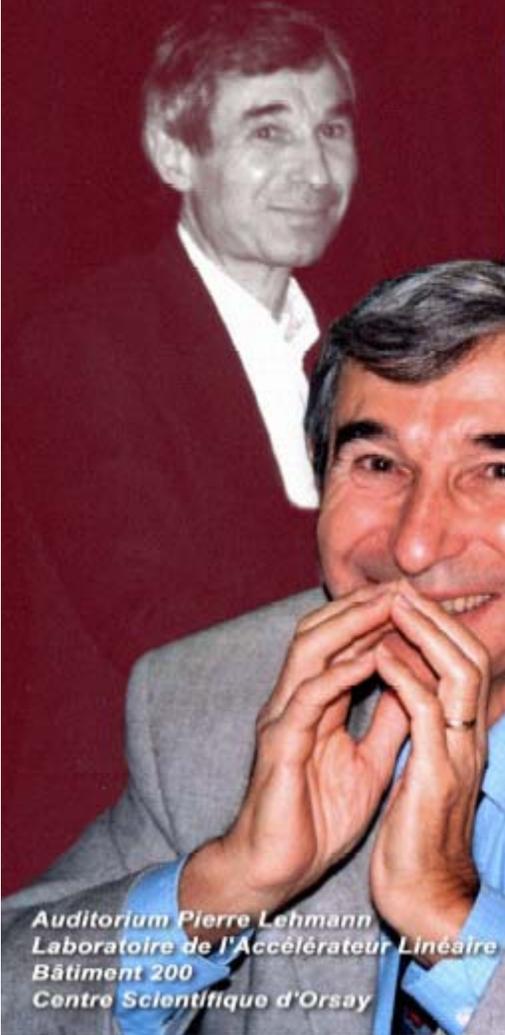


**Colloque**

**à l'occasion de l'anniversaire  
de Jacques Haïssinski**

**Ce Colloque aura lieu  
le vendredi 17 février 2006 à partir de 14h**

**à l'Auditorium Pierre Lehmann à Orsay.  
Vous êtes tous invités au cocktail qui suivra.**



Auditorium Pierre Lehmann  
Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire  
Bâtiment 200  
Centre Scientifique d'Orsay

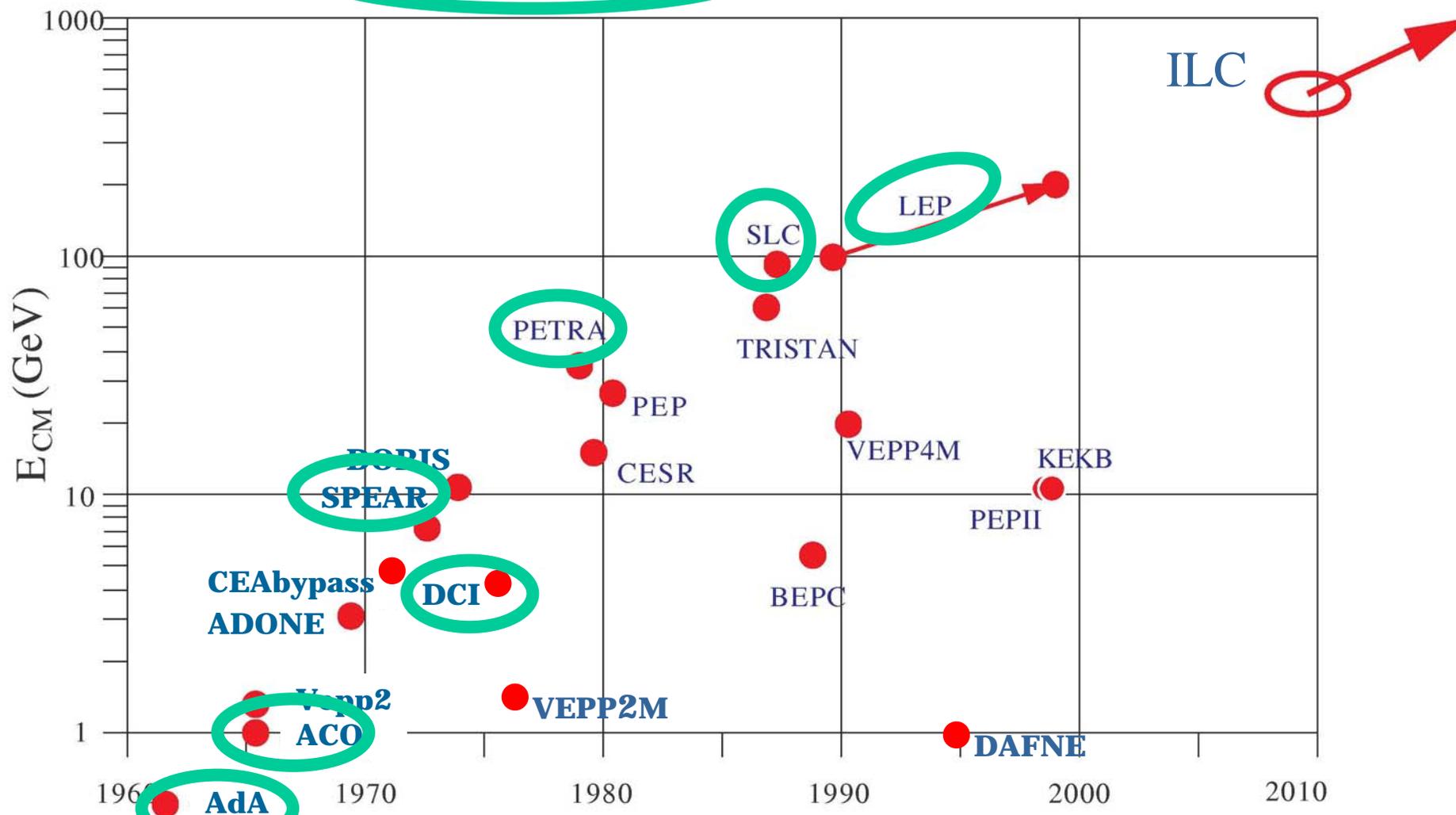
**L'équation d'Haïssinski  
et autres contributions  
aux collisionneurs e+e-**

*LAL-Orsay, le 17 février 2006*

**Jean-Eudes Augustin**

# Les Collisionneurs $e^+e^-$

Contributions de J.Haïssinski



Adapté de Kaoru Yokoya

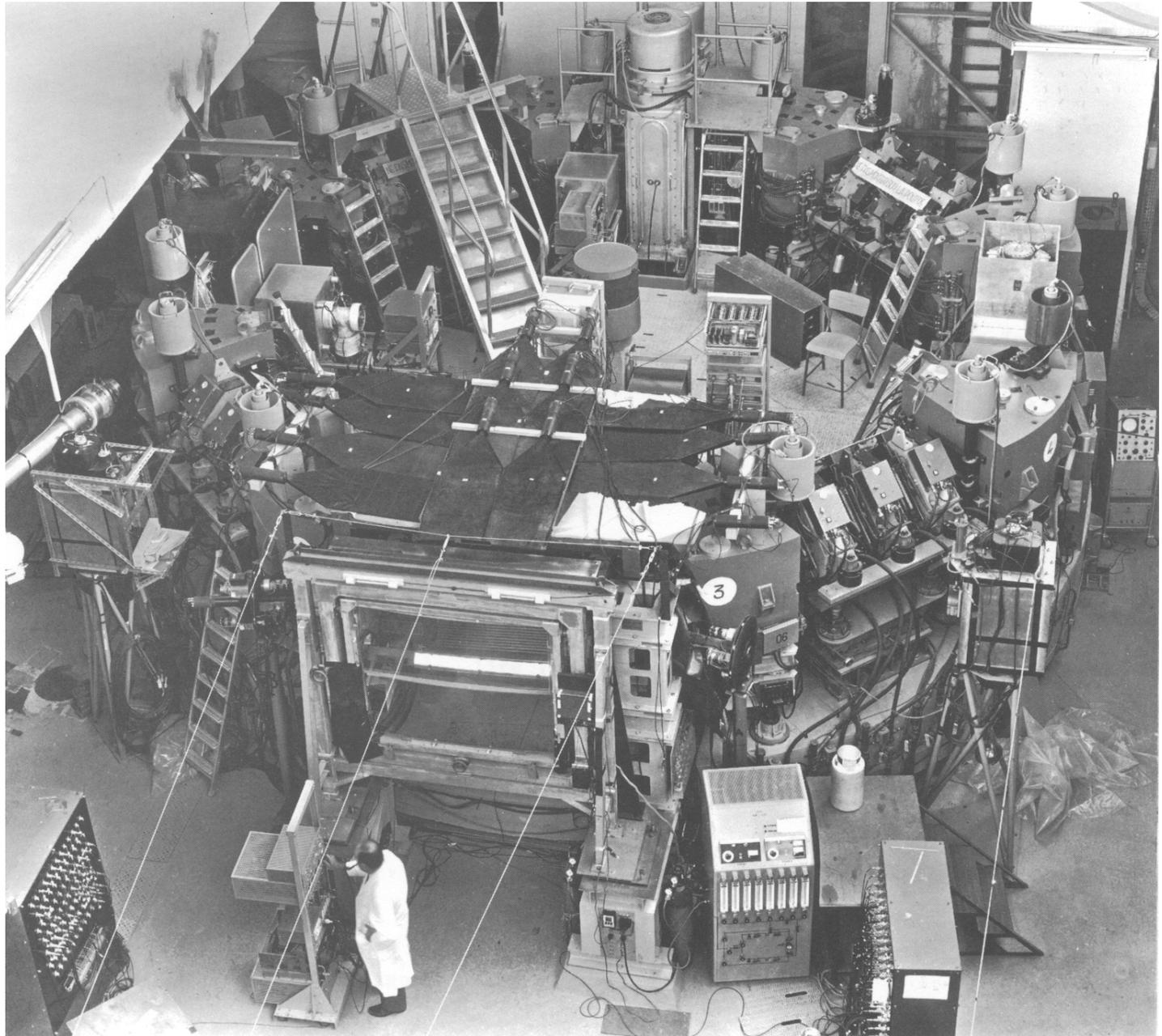


# Table des collisionneurs e-e- et e+e- en 1966

Lieu	Energie de chacun des faisceaux (MeV)	Rayon physique $R = \frac{L}{2\pi}$ (mètres)	Luminosité obtenue ou escomptée $\text{cm}^{-2} \text{h}^{-1}$	Type de focalication	Nombre de sections réservées à l'expérimentation.	Longueur des sections réservées à l'expérimentation (mètres)	Source de e <sup>+</sup>	Durée prévue pour l'injection	Etat d'avancement
Stanford	500	1,30	$\bar{L} = 3 \cdot 10^{31}$ pendant 25'	faible	1	0,60		~ 1'	40 mA x 40 mA amélioration de la section expérimentale.
AdA Frascati Orsay	250	0,64	$\sim 5 \cdot 10^{28}$	faible	1	0,18	Synchrotron de Frascati. Linac d'Orsay	des heures	en réserve
VEP1 Novosibirsk	130	0,43	$3,6 \cdot 10^{30}$	faible	1	0	Synchrotron	Quelques minutes	Etude des instabilités. Diffusion élastique à petits angles.
VEPP2 Novosibirsk	100 à 700	1,60	obtenue : quelques $10^{29}$ espérée : $10^{31}$ quelques $10^{31}$	faible	1	0,60	Synchrotron	?	Amélioration du faisceau de e <sup>+</sup>
ACO Orsay	~ 30 à ~ 500	3,41	Quelques $10^{32}$	forte, fonctions séparées $0/2, B \ Q_F \ Q_D \ Q_F \ B \ 0/2$	1 (peut-être 2)	1,80	Linac	$< \frac{1}{2}$ heure	Etude de l'injection.
Adone Frascati	350 à 1500	16,2	$7 \cdot 10^{32}$	forte, fonctions séparées $0/2 \ Q_F \ Q_D \ B \ Q_D \ Q_F \ 0/2$	4	2,50	Linac Varian	$< \frac{1}{2}$ heure	Démarrage : Automne 1966
SLAC Stanford	3000	32	$10^{34}$	forte, fonctions séparées $0/2 \ Q_F \ O' \ B O' \ Q_D \ 0/2$	2	4,75	Monstre	0,5 s	Tests finaux 1971
CEA Cambridge	3000	27	$3,6 \cdot 10^{33}$	Forte, gradients alternés $Q, B, +AG, -AG, +AG, -AG, B, Q$	2	5,4	Linac + synchrotron	1 minute	Projet 5 ans à construire à partir d'une éventuelle obtention des crédits.

# ACO, l'Anneau de Collisions $e^+e^-$ de $2 \times 520$ MeV d'ORSAY

R.A. Beck  
R. Belbéoch  
M. Bergher  
H. Bruck  
X. Buffet  
J. Buon,  
G. Gendreau,  
P. Cresteau  
J. Haïssinski  
A. Jelic  
R. Jolivot  
P. Laborde  
J. Le Duff  
M-P Level  
G. Leleux  
P.C. Marin  
B. Milman  
D. Poteaux  
F. Rumpf  
E. Sommer  
H. Zyngier  
J.E.A.



25 Octobre 1965 Présentés Belbock, Labadie, Marie, Milonay, Zyngier, Haassinski  
Formule de la salle 110 2/45

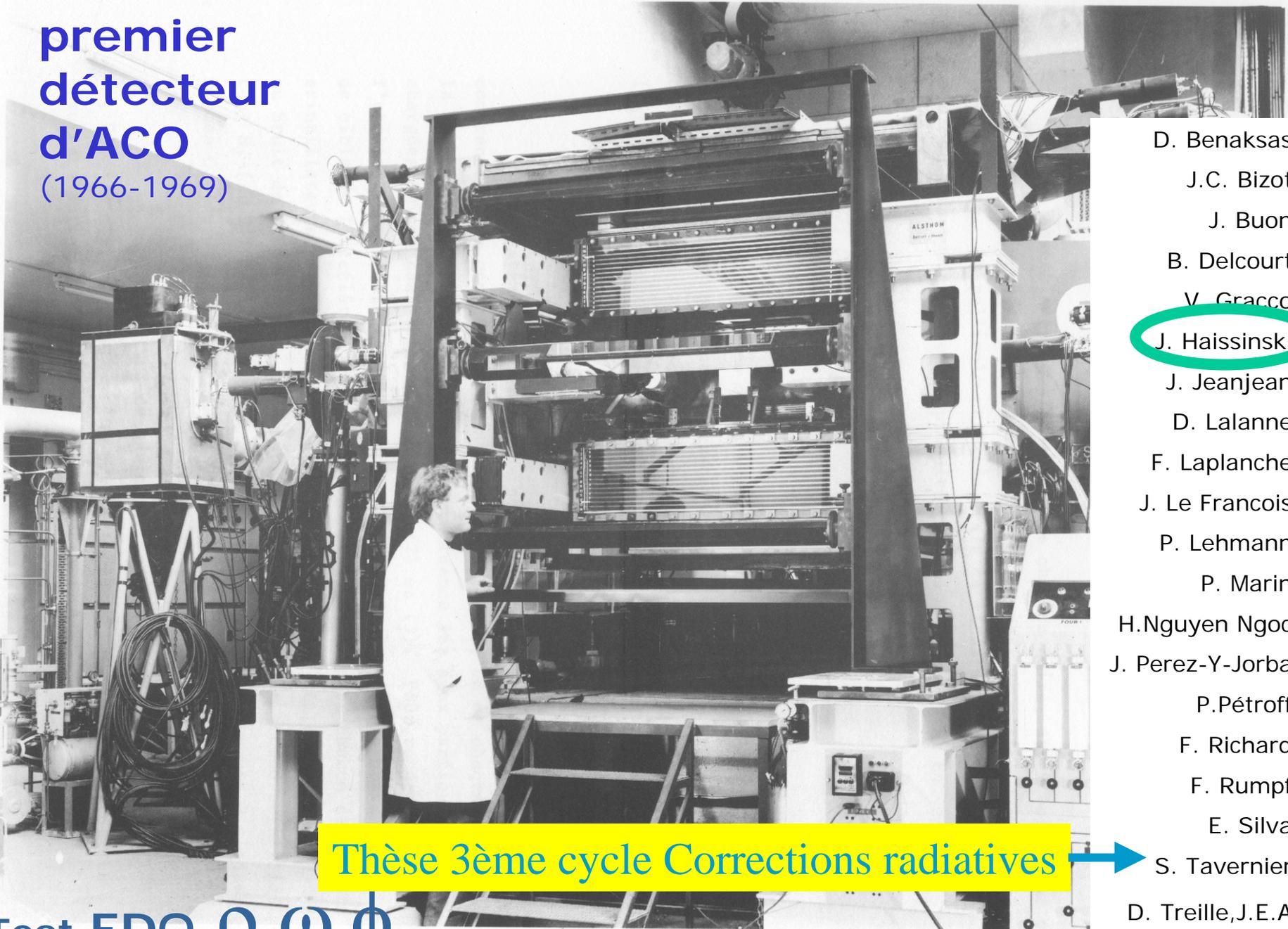
Déclenchements parasites du chain de synchronisation lorsque le cath 470  
(signal de déclenchement du canon) est branché.

L<sup>30</sup> Nous avons stocké un premier faisceau d'au moins  
300 électrons ! et nous les avons vus

## Première injection dans ACO

( Extrait du cahier de manip)

premier  
détecteur  
d'ACO  
(1966-1969)



D. Benaksas,  
J.C. Bizot,  
J. Buon,  
B. Delcourt,  
V. Gracco,  
J. Haissinski,  
J. Jeanjean,  
D. Lalanne,  
F. Laplanche,  
J. Le Francois,  
P. Lehmann,  
P. Marin,  
H.Nguyen Ngoc,  
J. Perez-Y-Jorba,  
P.Pétroff,  
F. Richard,  
F. Rumpf,  
E. Silva,  
S. Tavernier,  
D. Treille, J.E.A.

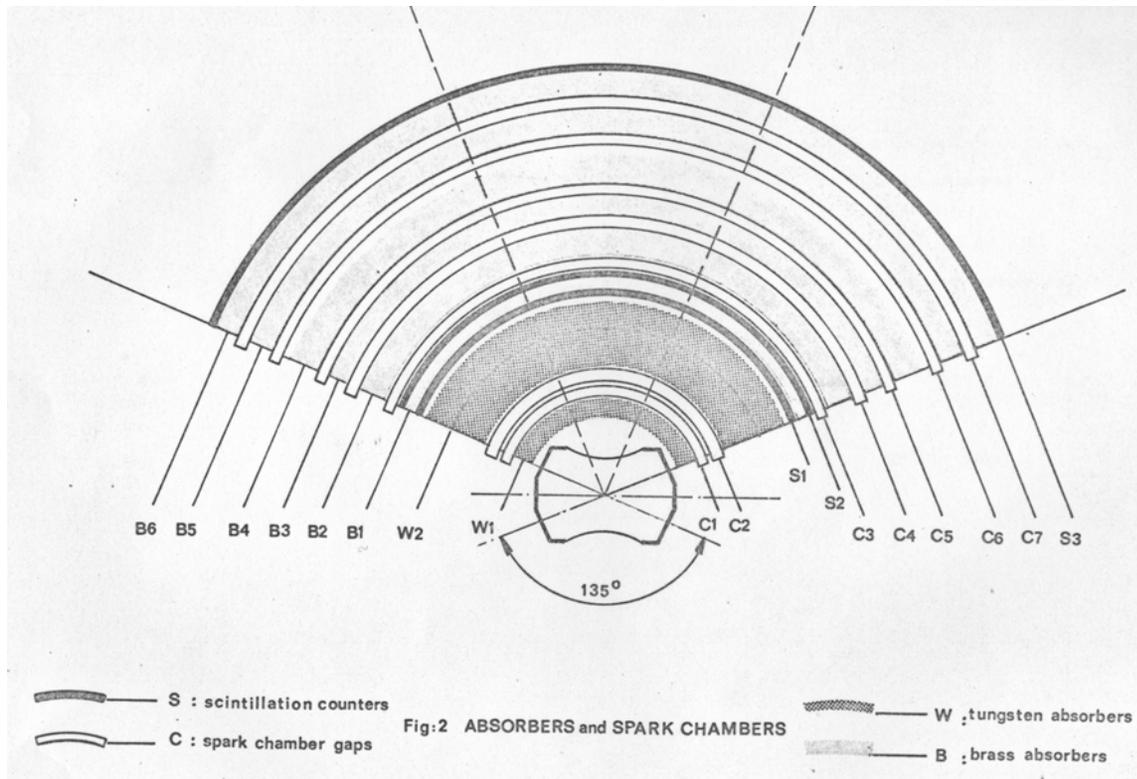
Thèse 3ème cycle Corrections radiatives



Test  $EDQ, \rho, \omega, \phi$

$$\phi \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

## Polarisation du vide



B. Jean-Marie,  
J. Haïssinski  
E. Fulda  
A. Courau,  
B. Dudelzak,  
G. Grosdidier,  
J.L. Masnou,  
R. Riskalla,  
F. Rumpf,  
E. Silva, J-E.A

# Détecteur Magnétique d'ACO DMA

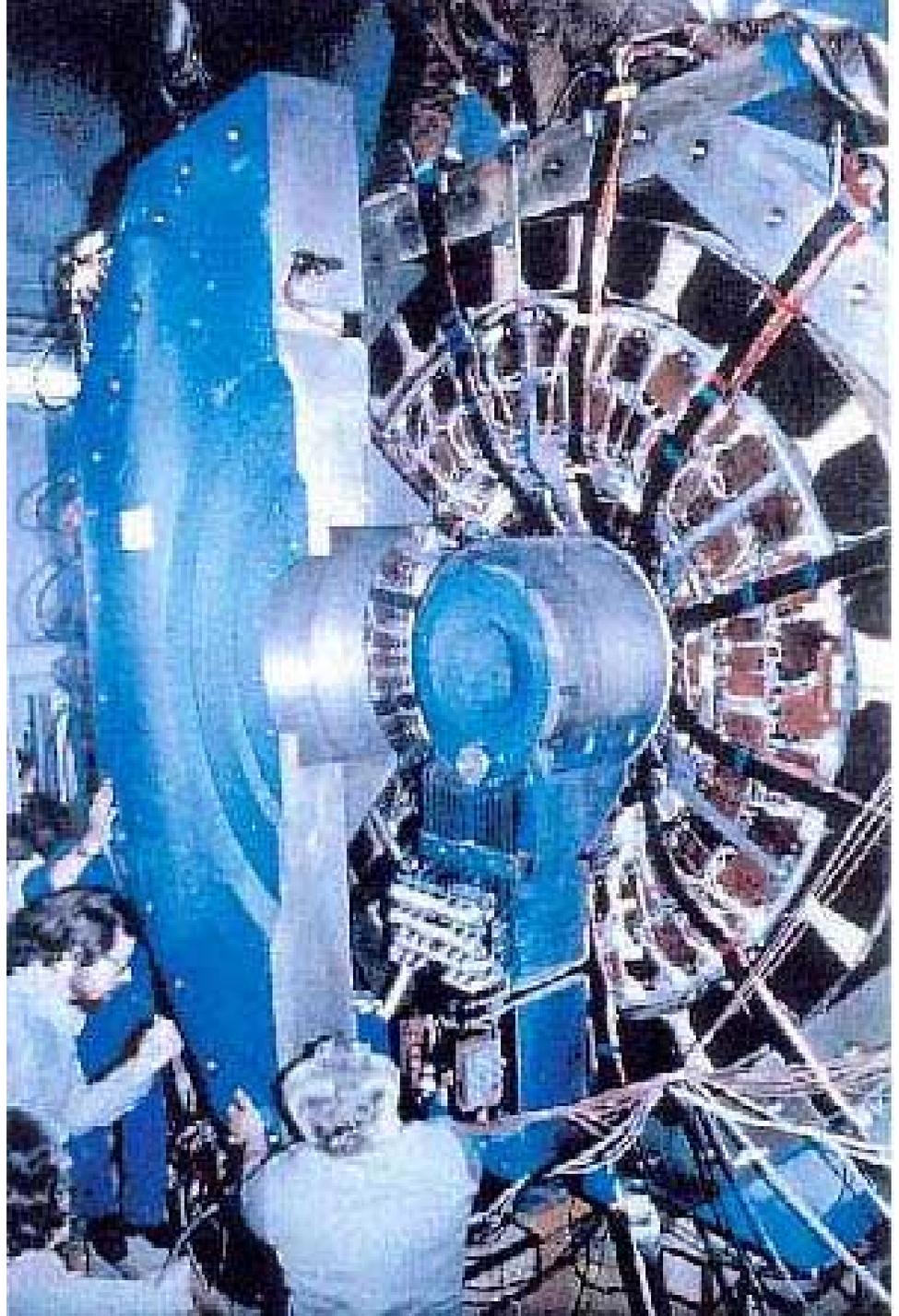
(1972)

Premier DM au monde,  
avant Mark1 à SPEAR  
Chambres de Charpak

**Facteur de forme du pion**

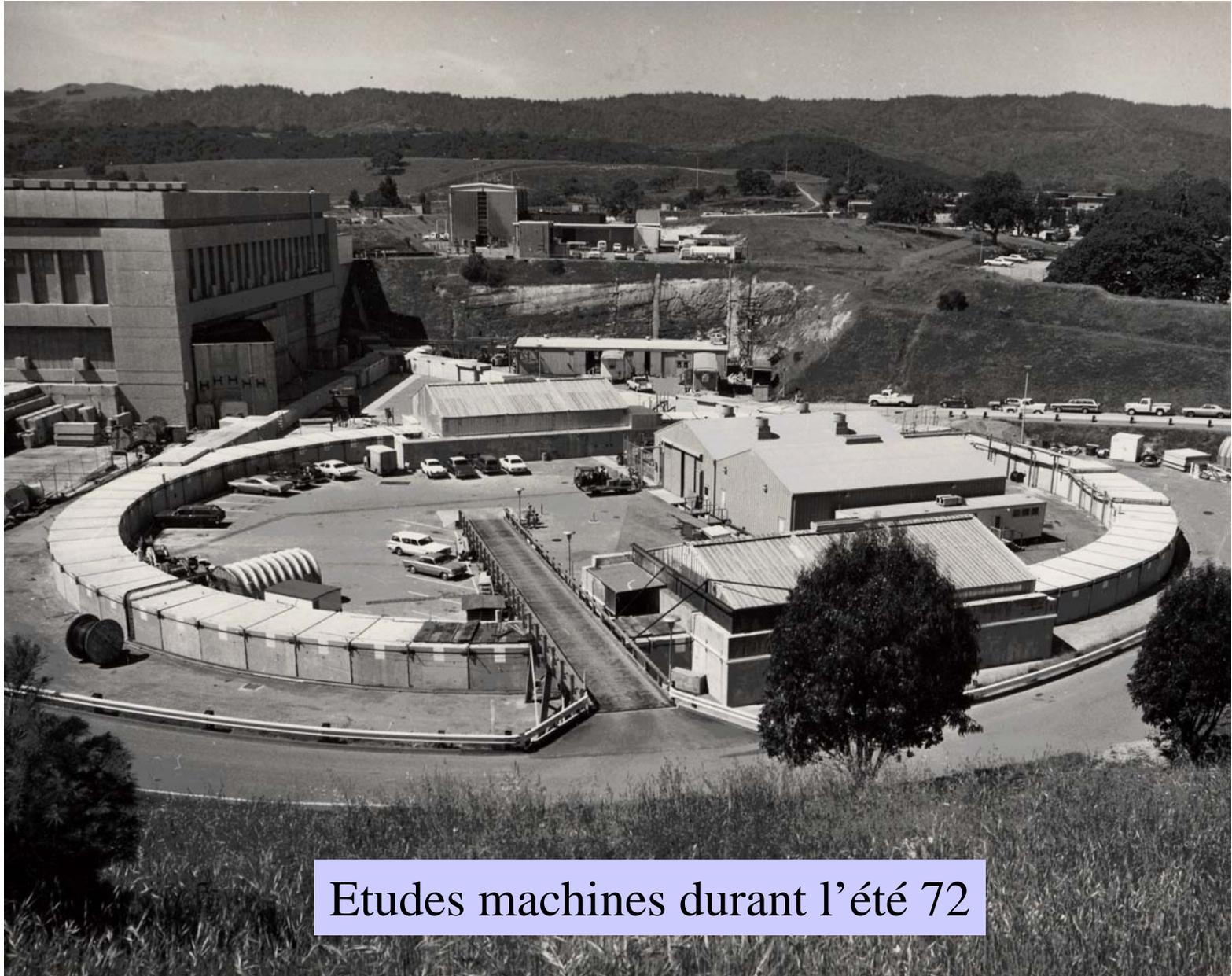
Multihadrons

A. Quenzer, M. Ribes,  
F. Rumpf, J.L. Bertrand,  
J.C. Bizot, R.L. Chase,  
A. Cordier, B. Delcourt,  
P. Eschstruth, F. Fulda,  
G. Grosdidier, J. Haissinski,  
J. Jeanjean, M. Jeanjean,  
R.J. Madaras, J.L. Masnou,  
J. Perez-Y-Jorba



# SPEAR

## Stanford Positron Electron Annihilation Ring



Etudes machines durant l'été 72

DCI



Physique  $\gamma\gamma$

**DM1** J.L. Bertrand, D. Bisello, J.C. Bizot, J. Buon, A. Cordier, B. Delcourt, I. Derado, L. Fayard, P. Eschstruth, J. Haïssinski, J. Jeanjean, M. Jeanjean, F. Mane, J.C. Parvan, M. Ribes, F. Rumpf  
+ **Clermont-Ferrand** (B. Michel, A. Falvard, J. Jousset, G.B. Montarou, J.C. Montret)

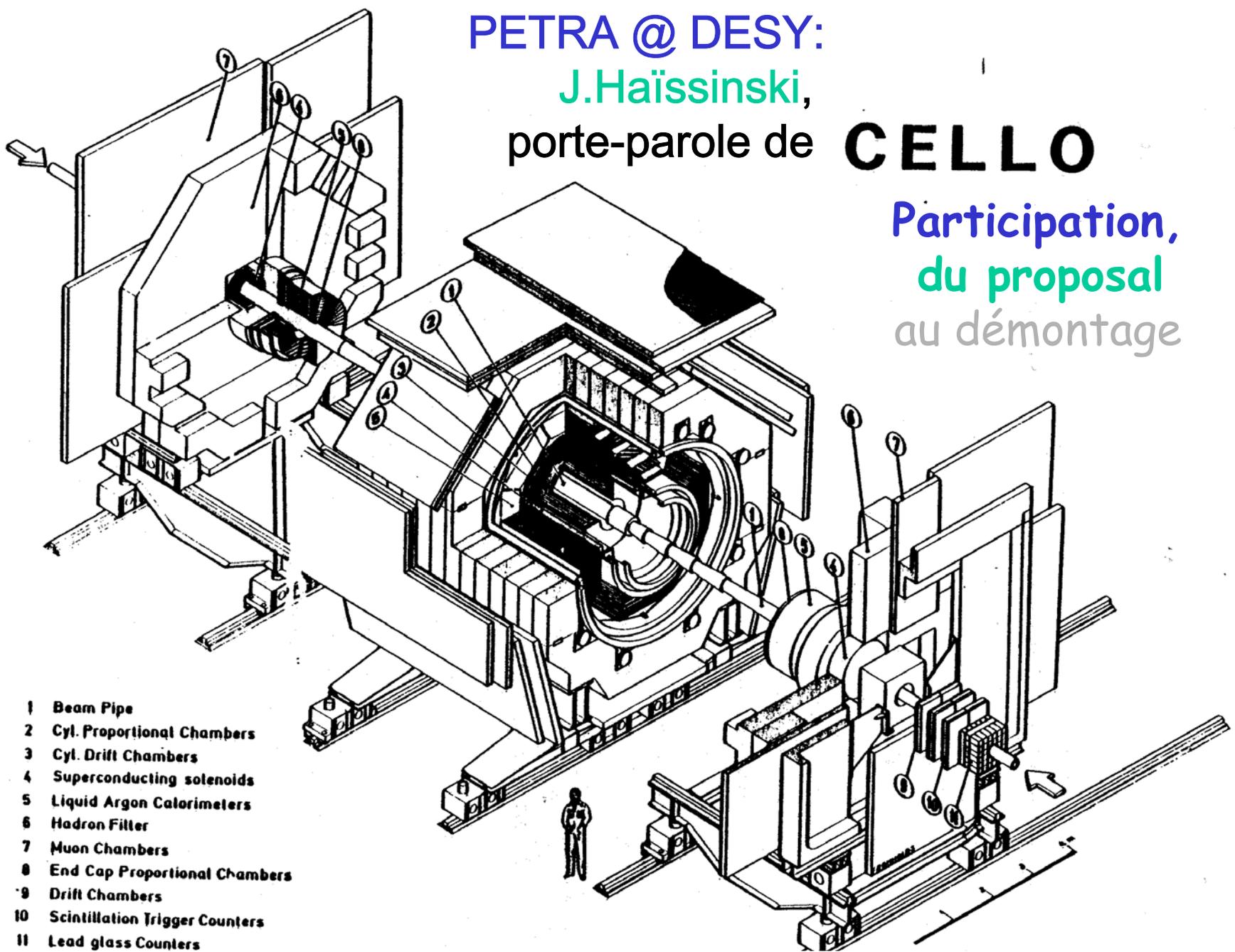
PETRA @ DESY:

J. Haïssinski,

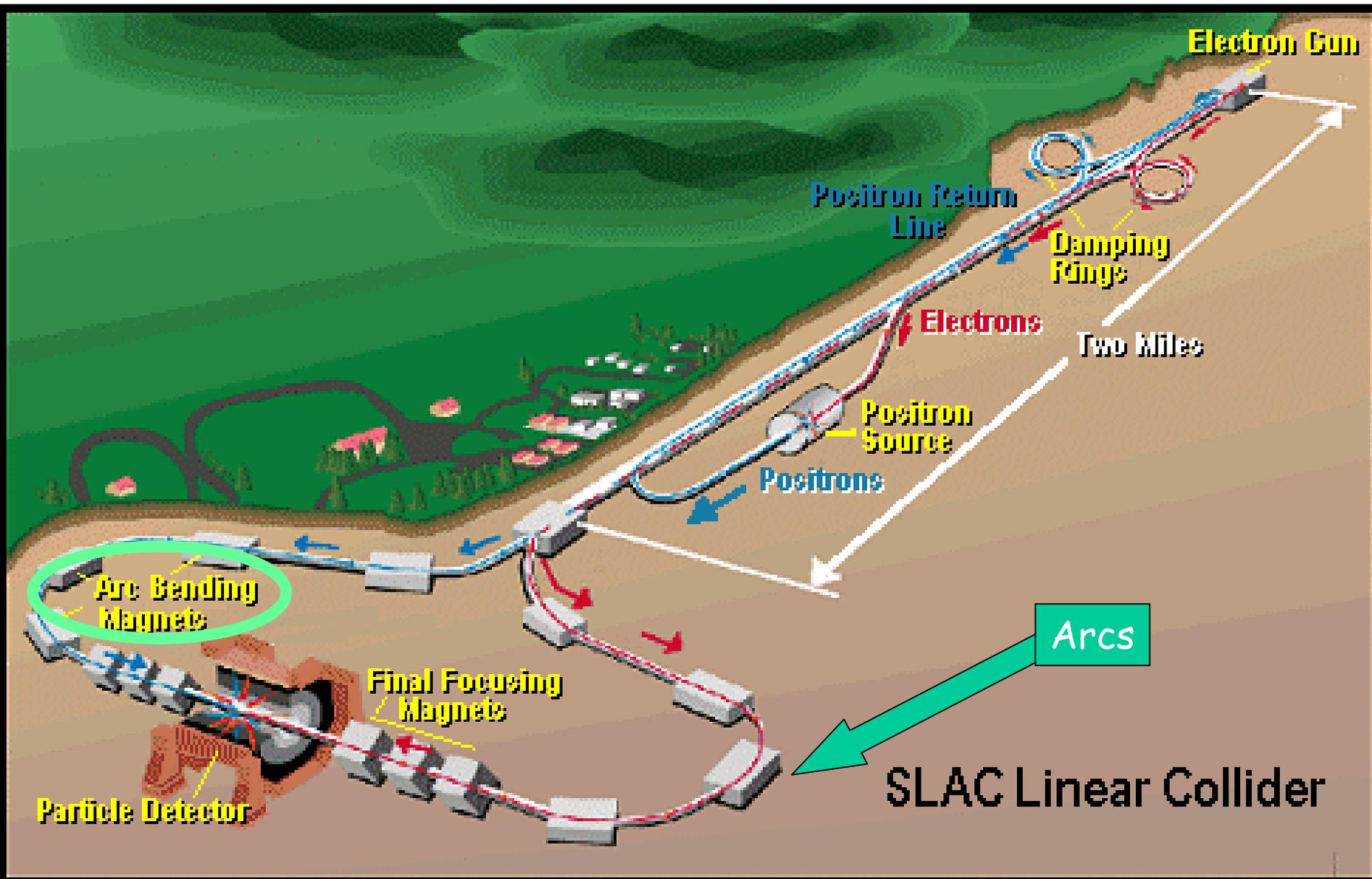
porte-parole de

**CELLO**

Participation,  
du proposal  
au démontage



Physique  $\gamma\gamma$ , Jets, Gluons,  $\tau$ , Higgs, supersymétrie, intermittence, top...



# La saga des Arcs au tout début du SLC

## BUMP HUNTING IN THE NORTH ARC.

By J. Haissinski (SLAC),. SLAC-CN-358, May 1987. 12pp.

## TUNING THE ARCS OF THE SLAC LINEAR COLLIDER.

T.H. Fieguth et al.. SLAC-PUB-4628, May 1988. 3pp.

Contributed to 1st European Partic. Accel. Conf., Rome, Italy, Jun 7-11, 1988.

## RECENT COMMISSIONING EXPERIENCE ON THE SLC ARCS.

N. Toge et al.. SLAC-PUB-4926, Apr 1989. 3pp.

Presented at IEEE Particle Accelerator Conf., Chicago, Ill., Mar 20-23, 1989.

Published in IEEE Part.Accel.1989:1844-1846 (QCD183:P3:1989:V.3)

## PHASEFIX: CORRECTING THE TUNES OF THE SLC ARCS.

J. Haissinski et al.. SLAC-PUB-4928, Apr 1989. 3pp.

Presented at IEEE Particle Accelerator Conf., Chicago, Ill., Mar 20-23, 1989.

Published in IEEE Part.Accel.1989:1352-1354 (QCD183:P3:1989:V.2)

# Mais finalement un grand succès

## Le SLC

-A fourni de l'excellente physique au Z ( $P_e$  80%)

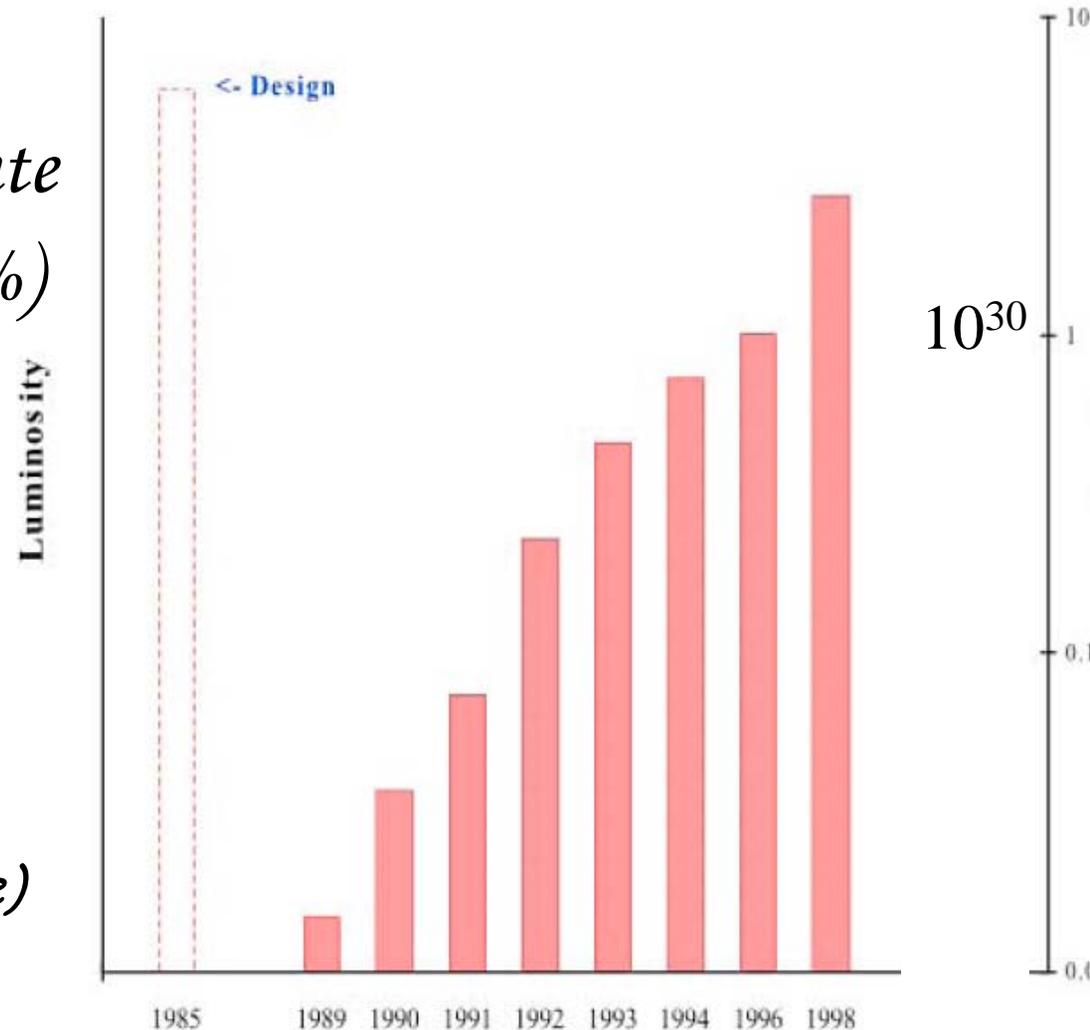
-A prouvé la faisabilité d'un collisionneur linéaire

$$\mathcal{L}=3 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

(~50% de la valeur prévue)

[SLAC, S-band, 2.84GHz]

## SLC Luminosity History



lep

Des prémices de Delphi

...

à la présidence du LEPC

## PHYSICS FROM LEP

J. HAISSINSKI

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire  
IN2P3-CNRS et Université de Paris-Sud, Orsay, France

*Invited talk given at the 8<sup>th</sup> EPS General Conference  
Trends in Physics, Amsterdam (4-8 Sept. 1990)*

# Corrections radiatives (suite)

## COURS ECOLE DE Gif 1989

**An Introduction to initial state radiation in  $e^+e^-$  annihilation**  
*Jacques Haïssinski*

1.	Initial state radiation and the $Z^0$ line shape.....	53
2.	Calculation of soft photon emission to all orders in $\alpha$	54
3.	<u>The parameter <math>\beta</math></u> .....	55
4.	Analytic expression for $\beta$ .....	57
5.	Interference effects .....	58
6.	Angular distribution .....	60
7.	Dealing with hard photons.....	62
8.	Perturbation series in powers of $\alpha$ .....	64
9.	Radiative corrections to order $\alpha$ .....	65
10.	Radiative corrections to order $\alpha^2$ .....	66
11.	How to put $\sigma_{\text{exp}}$ in a differential form.....	70
12.	Hard photons .....	71
13.	The distribution function approach.....	72
14.	The photon content of an electron (semi-classical analysis).....	76
15.	Distribution functions to order $\alpha$ and splitting functions in QED .....	78
16.	Regularization of the splitting function $P_{ee}(x, Q^2)$ ..	79
17.	Calculation of $D_{e^+e^-}^{\text{SINGLET}}$ to order $\alpha^2$ .....	80
18.	Evolution equations for the distribution functions....	80
19.	The approximate solution obtained by Gribov and Lipatov .....	82
20.	Solution of the evolution equations by iteration .....	84
21.	Monte Carlo generators.....	86
22.	An analytic expression for the $Z^0$ line shape.....	87
	References .....	88

**ECOLE D'ETE  
DE PHYSIQUE  
DES PARTICULES**

Laboratoire

d'Annecy-le-Vieux

de Physique des Particules

21 ème Session

18 / 22 Septembre 1989

- PARIS

Au LEP, une Physique  
nouvelle...

# Lep, pré-Delphi

COLLEPS 81/18

Internal memo - July 81 - Revised Sept 81

(J. Haïssinski)

## *Théorie*

RANDOM WALK, DIFFUSION AND TPC

Simplest model and orders of magnitude

(microscopic aspects)

---

*( $\omega\tau$ , effet des champs magnétique et électrique)*

*... et mesures*

MEASUREMENT OF THE LONGITUDINAL AND TRANSVERSE DIFFUSION OF SINGLE ELECTRONS DRIFTING IN GASES.

By F. Fulda-Quenzer, J. Haissinski, B. Jean-Marie, J. Pagot (Orsay, LAL),  
LAL 84/38, Oct 1984. 18p. Published in Nucl.Instrum.Meth.A235:517,1985

# Et l'équation d'Haissinski?

Extraits de Google suite à la demande “Haissinski equation”

[PDF] An analytical solution for the **Haissinski equation** with purely ...  
Approximated solutions of the **Haissinski equation** have been extensively ...solution of the **Haissinski equation** in the case of a purely inductive impedance. ...[www.edpsciences.org/articles/epl/pdf/2002/19/7299.pdf](http://www.edpsciences.org/articles/epl/pdf/2002/19/7299.pdf) -

An analytical solution for the **Haissinski equation** with purely inductive wake fields. C. Thomas<sup>1</sup>, R. Bartolini<sup>2</sup>, JIM Botman<sup>1</sup>, G. Dattoli<sup>2</sup>, L. Mezi<sup>2</sup> and M. ... [www.edpsciences.org/articles/epl/abs/2002/19/7299/7299.html](http://www.edpsciences.org/articles/epl/abs/2002/19/7299/7299.html) -

[PDF] The Existence of a Static Solution for The **Haissinski Equation** ... The **Haissinski equation** [1] describes the equilibrium longitudinal distribu ...Eq.(6) is the **Haissinski equation** (A is the normalization constant where  $d?$  ...[www-acc-theory.kek.jp/members/shobuda/paper/shobuda.pdf](http://www-acc-theory.kek.jp/members/shobuda/paper/shobuda.pdf) -

Shobuda's Home Page – Thesis Title: On the Solutions of the **Haissinski Equation** with Some Simple Wake Functions. Reference: Particle Accelerators 62, 165-177, 1999. ...[www-acc-theory.kek.jp/members/shobuda/phd.html](http://www-acc-theory.kek.jp/members/shobuda/phd.html) - 2k –

Phys. Rev. E 60, 2414 (1999): Shobuda and Hirata - Longitudinal ... -A purely inductive wake function was the only known case where a solution of the **Haissinski equation** did not exist beyond a certain threshold. ... [link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.60.2414](http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.60.2414) -

*...il y en a 5 pages, et encore en enlevant les doublets*

*Europhys. Lett.*, **60** (1), pp. 66–71 (2002)

## An analytical solution for the Haissinski equation with purely inductive wake fields

C. THOMAS<sup>1</sup>, R. BARTOLINI<sup>2</sup>, J. I. M. BOTMAN<sup>1</sup>,  
G. DATTOLI<sup>2</sup>, L. MEZI<sup>2</sup> and M. MIGLIORATI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *TU/e - Eindhoven, The Netherlands*

<sup>2</sup> *ENEA - Frascati, Roma, Italy*

<sup>3</sup> *Università di Roma "La Sapienza" - Roma, Italy*

(received 31 January 2002; accepted in final form 17 July 2002)

PACS. 41.75.-i – Charged-particle beams.

PACS. 29.27.-a – Beams in particle accelerators.

PACS. 02.30.Hq – Ordinary differential equations.

**Abstract.** – The static solution of the Fokker-Planck equation known as the Haissinski equation and governing the longitudinal evolution of an electron beam moving in a Storage-Ring which is subject to an inductive wake field, can be expressed in an analytical form, using the Lambert  $W$ -function. We show how the use of this analytical tool allows a better understanding of the validity of the numerical solutions and the distribution normalization properties.

*D'autres parlent de "non-linear Vlasov equation"...*

## De quoi s'agit-il? Tous citent:

### Exact Longitudinal Equilibrium Distribution of Stored Electrons in the Presence of Self-Fields.

J. HAÏSSINSKI

*Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire*

*Centre d'Orsay de l'Université de Paris-Sud - Orsay*

(ricevuto il 12 Aprile 1973)

Papier de 1973, absent de SPIRES!!!

**Summary.** — The longitudinal equilibrium distribution of electrons stored in a ring is computed in the general case of a nonlinear accelerating field. From this is derived an equation which gives the exact longitudinal density in the presence of longitudinal fields generated by the circulating particles. A method for solving numerically this equation is given and the exact solution is compared to the lowest-approximation solution when self-fields are proportional to the derivative of the bunch density.

## 1. – Introduction.

The observation of bunch lengthening in electron storage rings, first made in ACO <sup>(1)</sup>, then in ADONE <sup>(2)</sup> and the Kharkov ring <sup>(3)</sup>, and recently in SPEAR <sup>(4)</sup>, has led one to infer that in some elements of the vacuum chamber

---

(1) R. BELBEOCH, M. BERGHER, J. LE DUFF, M. P. LEVEL, P. MARIN, CH. NGUYEN NGOC, M. SOMMER and H. ZYNGIER: *Recent experiments with ACO*, in *Proceedings of the National Conference on Particle Accelerators*, No. 1 (Moscow, 1968), p. 129.

(2) F. AMMAN: *Electron-positron storage rings: Status and present limitations*, in *Proceedings of the 1969 Particle Accelerator Conference, IEEE Trans. Nucl. Sci.*, NS-16, No. 3, 1073 (1969); GRUPPO ADONE: *Present status and operation*, Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN, Internal Report LNF-70/48 (Oct. 1972).

(3) I. N. GRIGORIEV *et al.*: *Investigation made on a storage ring for electrons of 100 MeV in Physical Technical Institute of Ukrainian Academy of Sciences*, presented by A. M. SHENDEROVICH, in *Proceedings of the VII International Conference on High-Energy Accelerator*, No. 2 (Yerevan, 1969), p. 121.

(4) SPEAR STORAGE RING GROUP: *Operating results from SPEAR*, presented by B. RICHTER, in *Proceedings of the 1973 Particle Accelerator Conference* (San Francisco, 1973), p. 752.

1) Les mots “Fokker-Planck” n’apparaissent pas...

mais il est question de “diffusion equation” (cf. drifts ci-dessus)

... avec quand même référence à la distribution de Maxwell-Boltzmann  
et aussi Hamiltonien en variables d’action-angle

2) Se base sur:

a) un papier de Toushek et Bernardini sur la durée de vie quantique:  
diffusion hors de la séparatrice dans le mouvement synchrotron (*thèse JH*)

b) les calculs exacts de champs de sillage dans une cavité  
par Chatard-Moulin et al.

➔ **Jacques Haïssinski résoud exactement un problème** sur lequel

-C. Pellegrini et A. Sessler

-K. Robinson

-A.N. Lebedev

-A. Piwinski

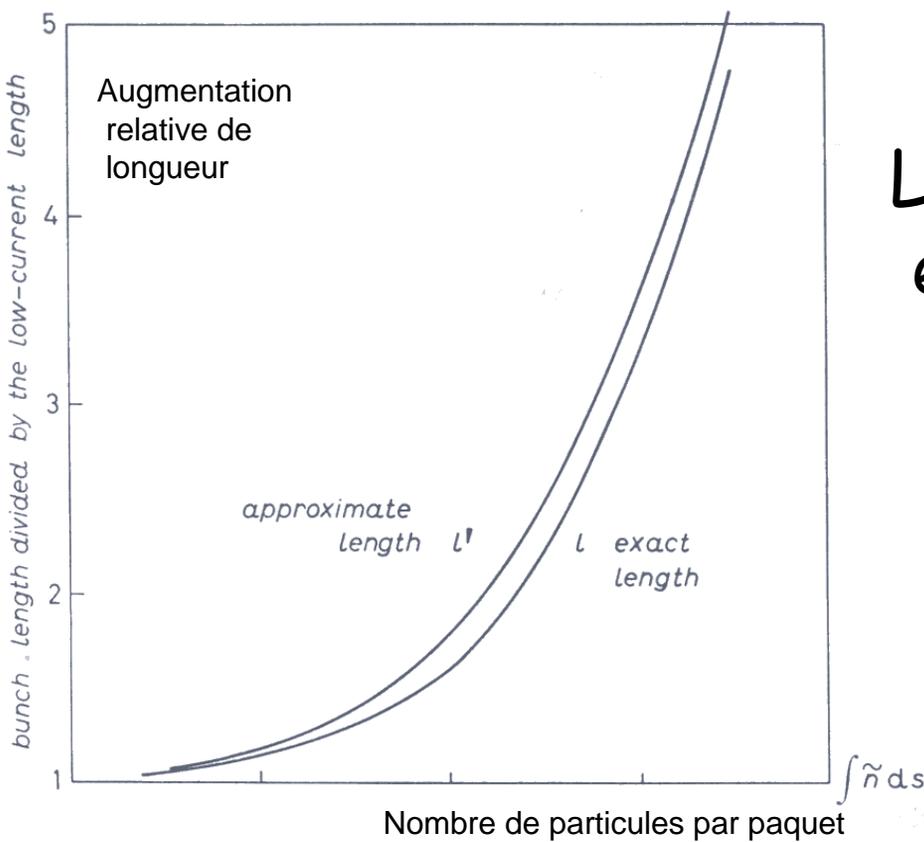
(*excusez du peu...*)

n’avaient obtenu au mieux que des solutions approchées.

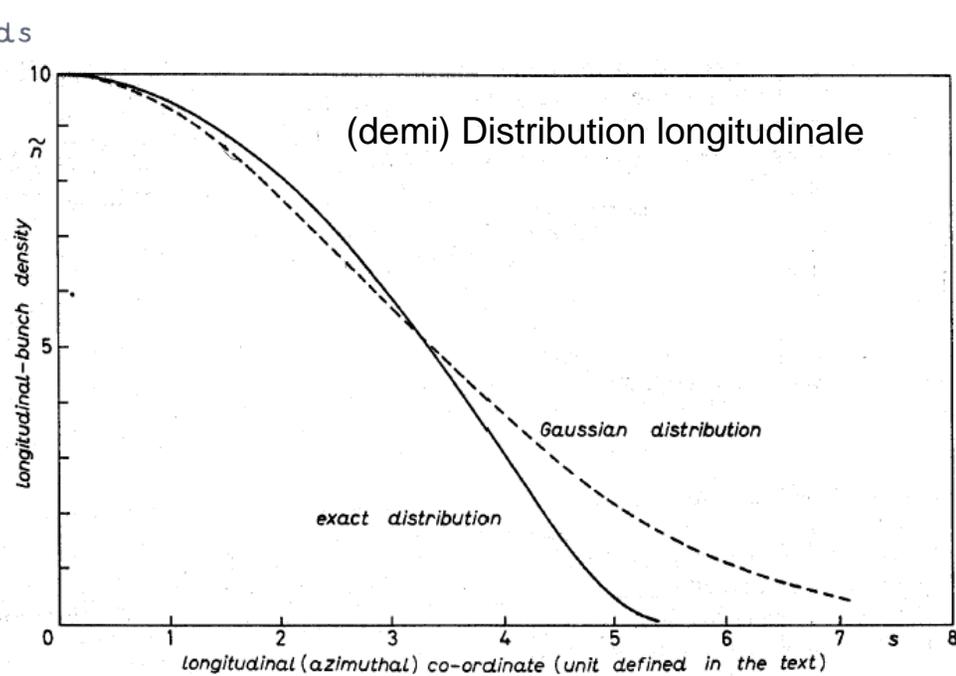
3) Il donne un excellent fit des mesures d’allongement de paquets  
faites à ACO (*ou l’effet a été découvert*), à Adone, Spear, etc...

4) **Sujet très actuel, par ex. pour les anneaux d’amortissement de l’ILC**

# L'allongement des paquets est un effet important



Comparaison entre le résultat exact et approché



## Solution of L-R Haissinski equation (by H. Hama)

$$\boxed{\frac{df}{dt} = - \frac{t f \pm \xi f^2}{1 \pm f}} \quad \left( \begin{array}{l} + \\ - \end{array} \text{ for } \begin{array}{l} \alpha > 0 \\ \alpha < 0 \end{array} \text{ and } t \equiv \tau \right)$$

$$f \equiv a L N_p \rho(t) \quad \xi \equiv R \sigma_{\tau 0} / L \quad a \equiv e^2 / \alpha \sigma_{\varepsilon 0}^2 E_0 T_0$$

*Normalized Current*

$$\Gamma \equiv \int_{-\infty}^{+\infty} f dt = \frac{a Z N_p}{\sigma_{\tau 0}} = \frac{\tilde{I} Z}{|\alpha| (E_0 / e) \sigma_{\varepsilon 0}^2 \sigma_{\tau 0}} = \frac{\tilde{I} Z h}{2 \pi f_{RF}^2 \hat{V}_{RF} \sigma_{\tau 0}^3}$$

*Normalized Impedance*

$$\text{Im} |Z/n| + \text{Re} |Z/n| \equiv \frac{f_{rf}}{h} Z \quad Z \equiv L + \sigma_{\tau 0} R$$

*Normalized Current*

*With Normalized Impedance*

$$\Gamma = \left( \text{Im} |Z/n| + \text{Re} |Z/n| \right) \frac{\tilde{I} h^2}{2 \pi f_{RF}^3 \hat{V}_{RF} \sigma_{\tau 0}^3}$$

l'équation d'Haïssinski vit sa vie,  
...les collisionneurs  $e^+e^-$  aussi  
quant à son auteur:

Questions ouvertes en physique des astroparticules

Jacques Haïssinski

Cours donné à l'Ecole de Gif  
(Lyon, septembre 1997)

... c'est une autre histoire!