

Babar au SPP



- La violation de CP et la matrice CKM
- Recherche des canaux $B \rightarrow K^{*0} \rho^0 / f_0 / \rho^+$
- Recherche du canal $B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$
- Étude de η_C
- Recherche de nouvelle physique avec les dileptons

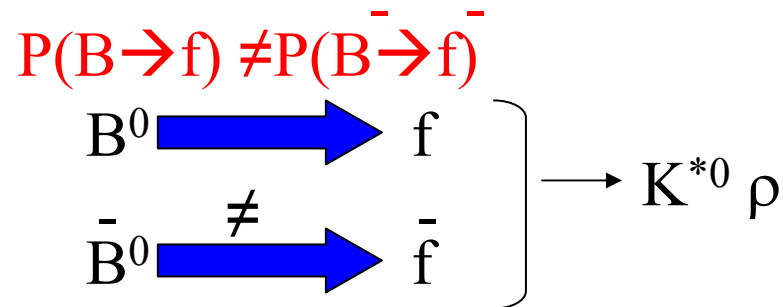
Équipe Babar Saclay:

S. Emery, M. Escalier, S. Ganjour, G. Hamel de Monchenault,
W. Kozanecki, G. Vasseur, Ch. Yeche, M. Zito

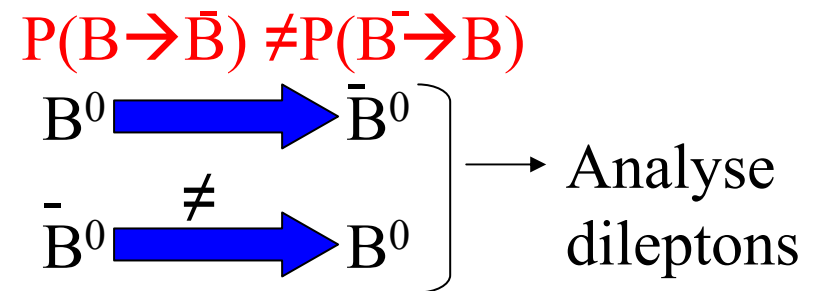
La violation de CP

- Conjugaison **C**: $Q \rightarrow -Q$
- Parité : **P** $(x,y,z) \rightarrow (-x,-y,-z)$
- Inversion temps: **T** $t \rightarrow -t$

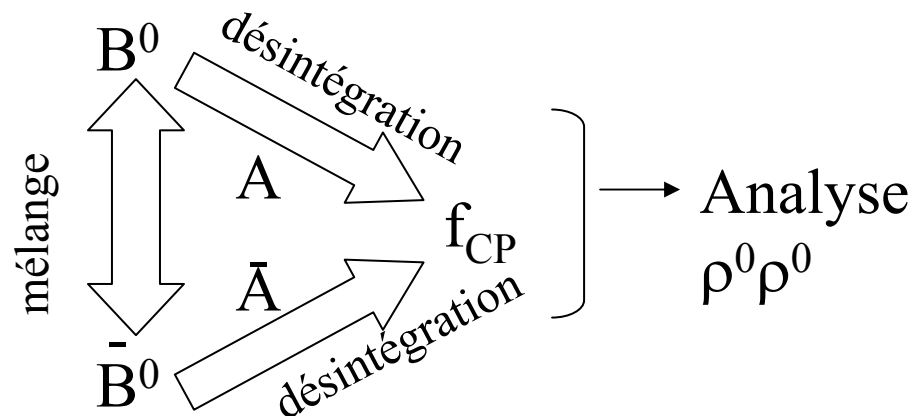
- directe (« désintégration »)



- indirecte (« mélange »)



- interférence dans désintégration avec ou sans mélange



Historique de la violation de CP

1957: violation P dans ^{60}Co	Wu
1964: violation CP indirecte dans kaons neutres	Cronin, Fitch
1998: violation T dans kaons neutres	CPLEAR
(1993), 1999: violation CP directe dans kaons neutres	(NA31, E731), KTEV, NA48
2001: violation CP dans l'interférence, B neutres	Babar, Belle
2004: violation CP directe dans B neutres	Babar, Belle

1973: Kobayashi, Maskawa, mélange quarks : (+Cabbibo 1963)

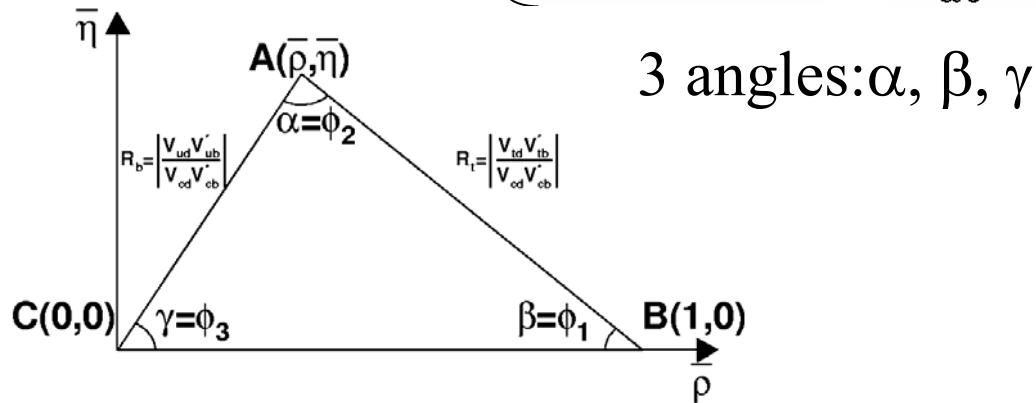
état propre interaction faible \neq état propre masse

$$\begin{pmatrix} d' \\ s' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}$$

Présence d'une phase
→ violation CP

La matrice CKM et le triangle d'unitarité

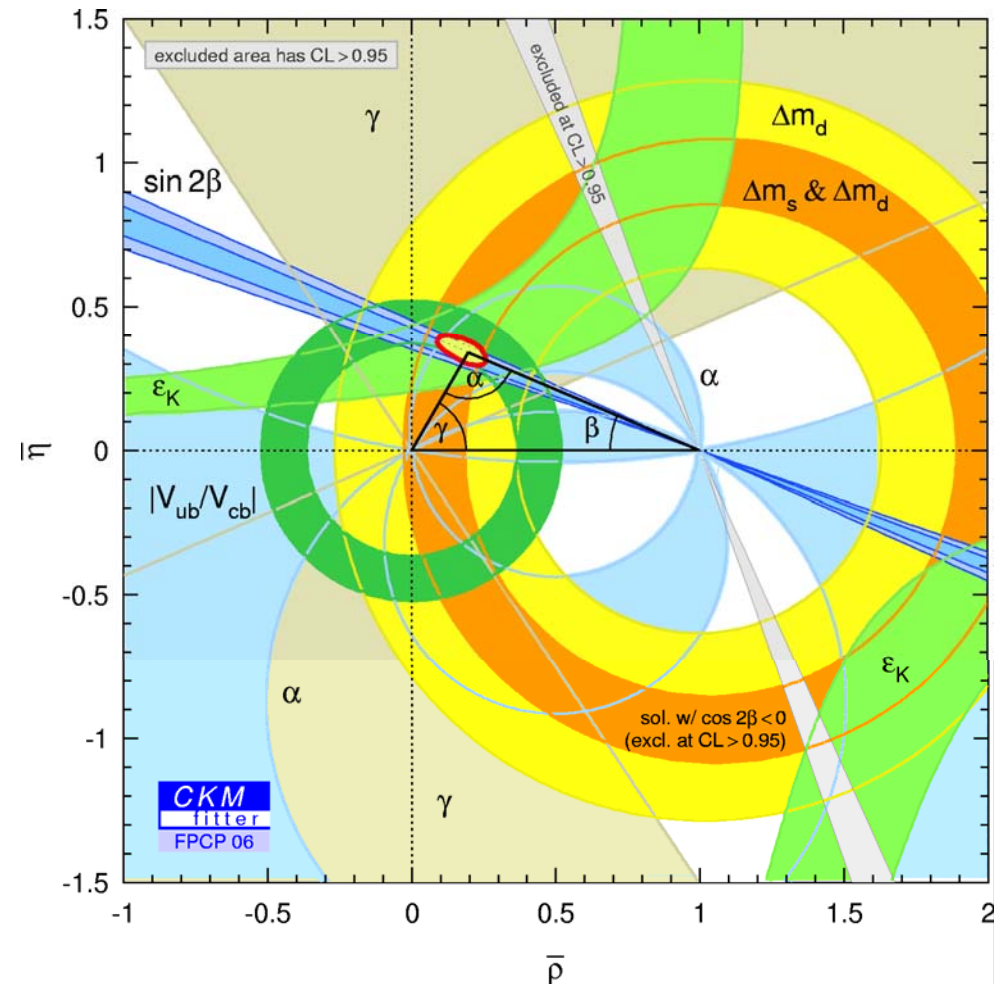
$$V_{\text{CKM}}, \text{ unitaire } \begin{cases} V^\dagger V = 1 & \rightarrow \text{triangle d'unitarité} \\ V V^\dagger = 1 & V_{ub}^* V_{ud} + V_{cb}^* V_{cd} + V_{tb}^* V_{td} = 0 \end{cases}$$



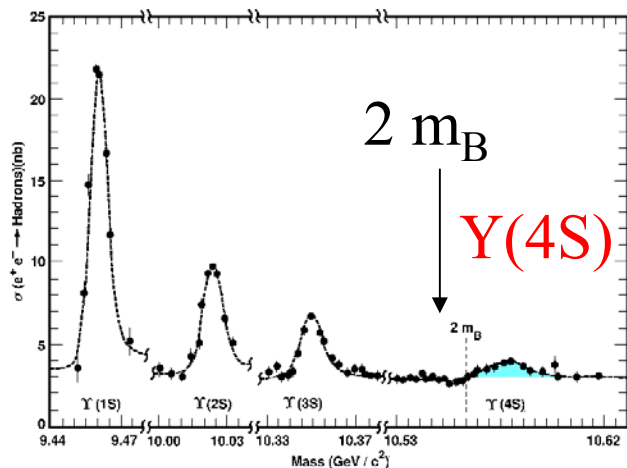
- $\alpha = 100.2 + 15.0 - 8.8^\circ$
- $\beta = 21.7 + 1.3 - 1.2^\circ \rightarrow$ précis
- $\gamma = 62 + 35 / -25^\circ$

β : précis: mesurer avec méthodes \neq
 \rightarrow nouvelle physique ?

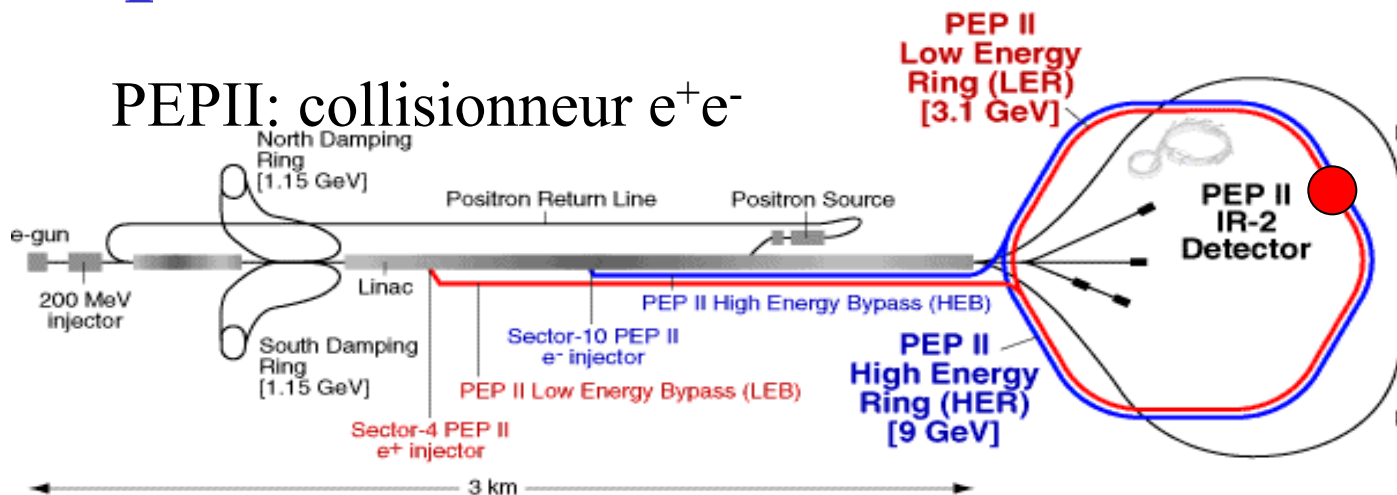
γ & α : modes rares, (plus de stat)



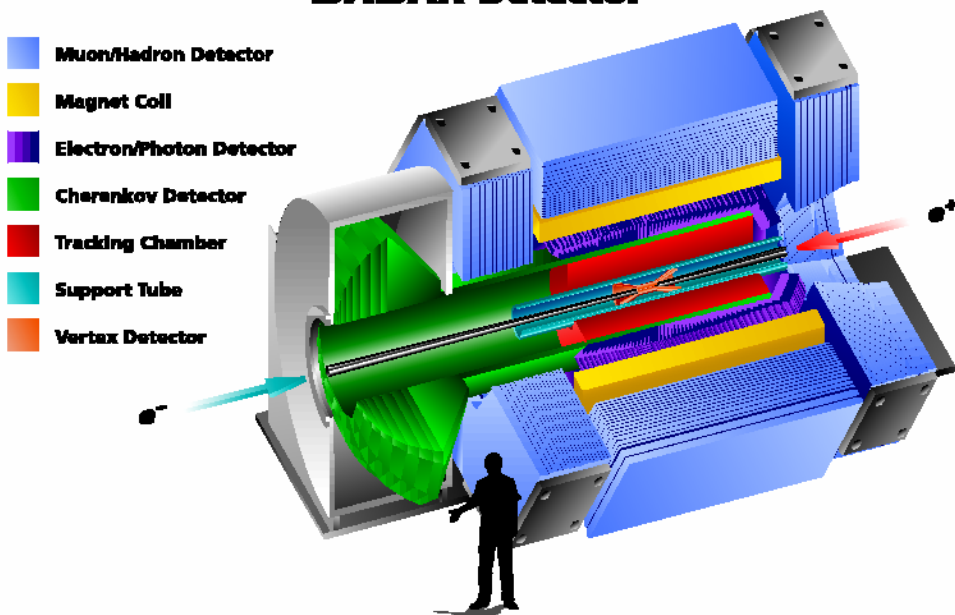
Expérience Babar



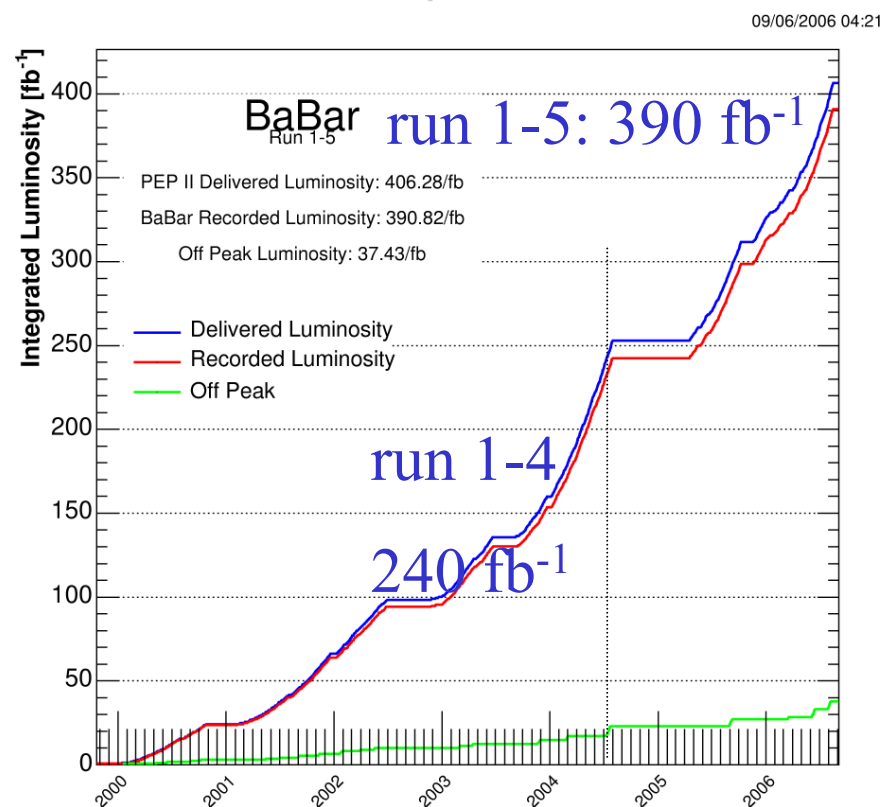
PEPII: collisionneur e^+e^-



BABAR Detector



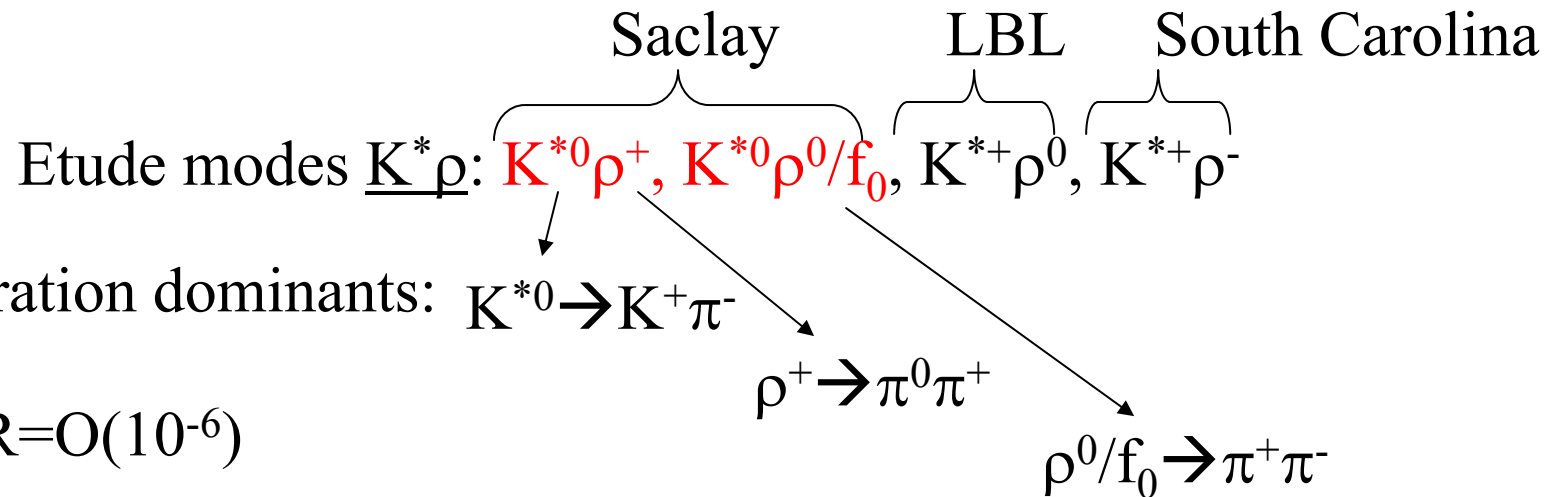
forte implication du DAPNIA dans le DIRC (reconstruction, software, calibration)



09/06/2006 04:21

Recherche $B^0 \rightarrow K^{*0} \rho^0 / f_0$, $B^+ \rightarrow K^{*0} \rho^+$

run 1-4 232 10^6 $B\bar{B}$



- modes désintégration dominants: $K^{*0} \rightarrow K^+ \pi^-$
- modes rares: $BR = O(10^{-6})$

Motivations:

- test prédictions théoriques
- modes jamais observé ($K^{*0} \rho^0 / f_0$)
- contrainte sur α , γ : plus lointain

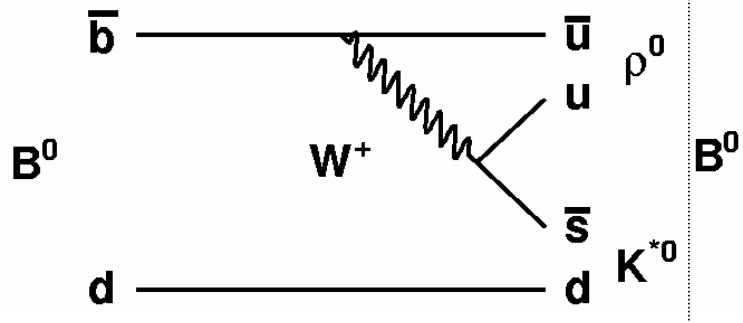
Mesurer

- rapport d'embranchement
- fraction de polarisation longitudinale f_L
- asymétrie directe de CP A_{CP}

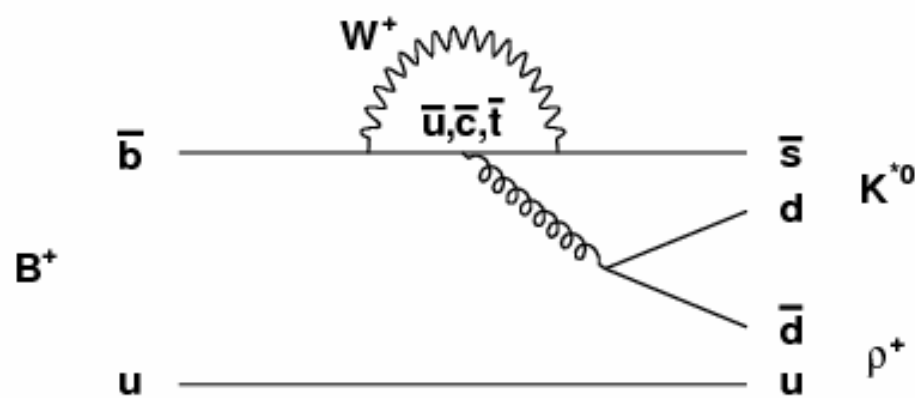
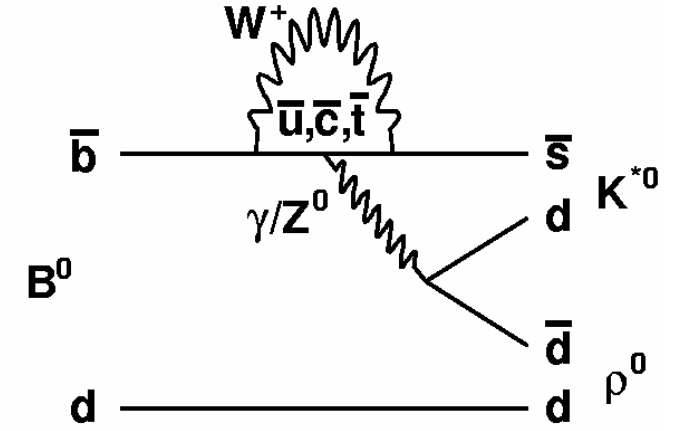
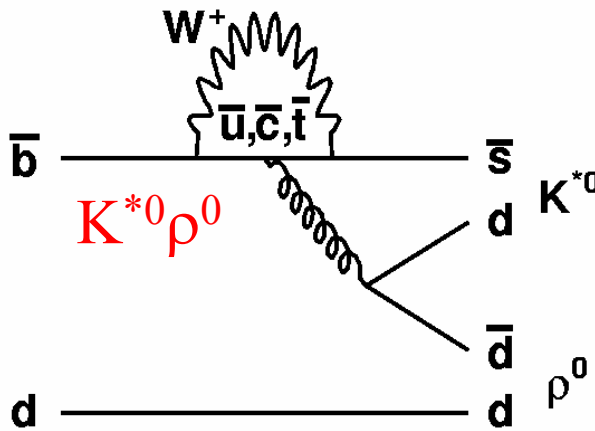
Diagrammes de Feynman



suppr. de couleur & Cabibbo



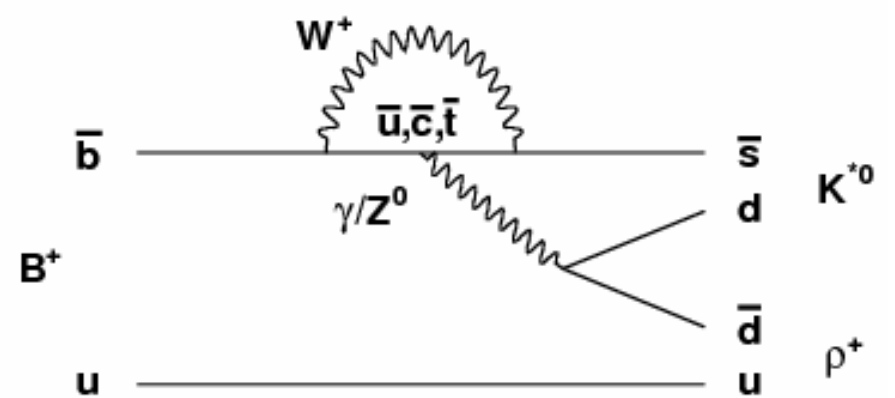
dominé par pingouin



$K^{*0} \rho^+$

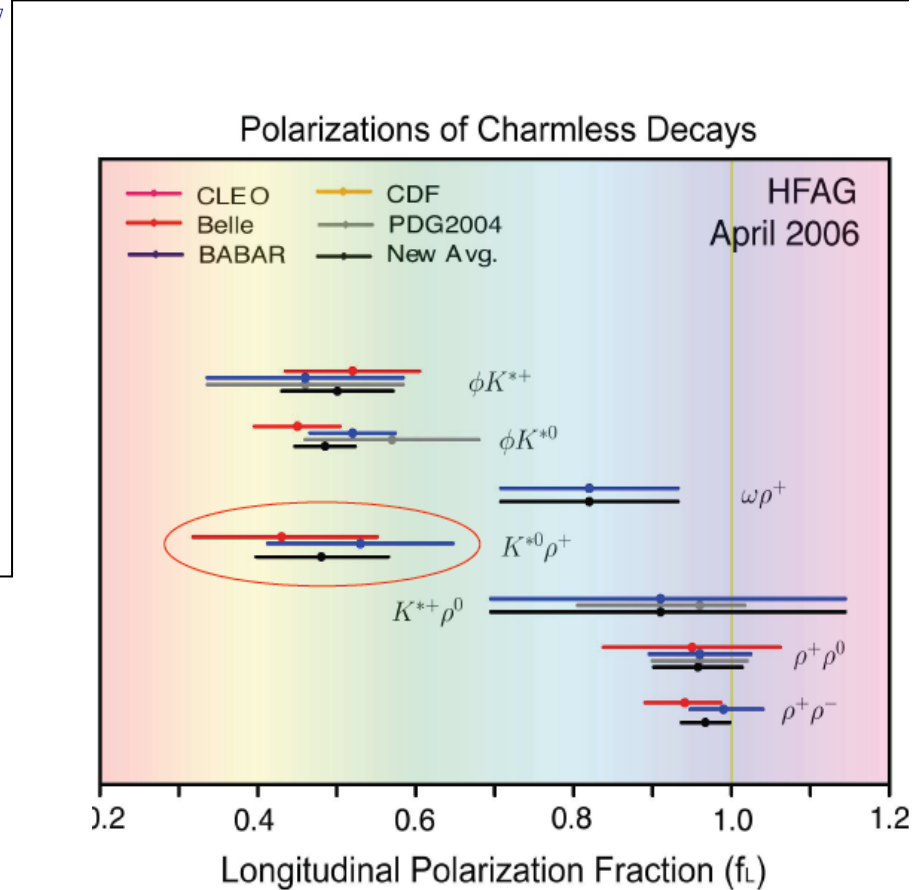
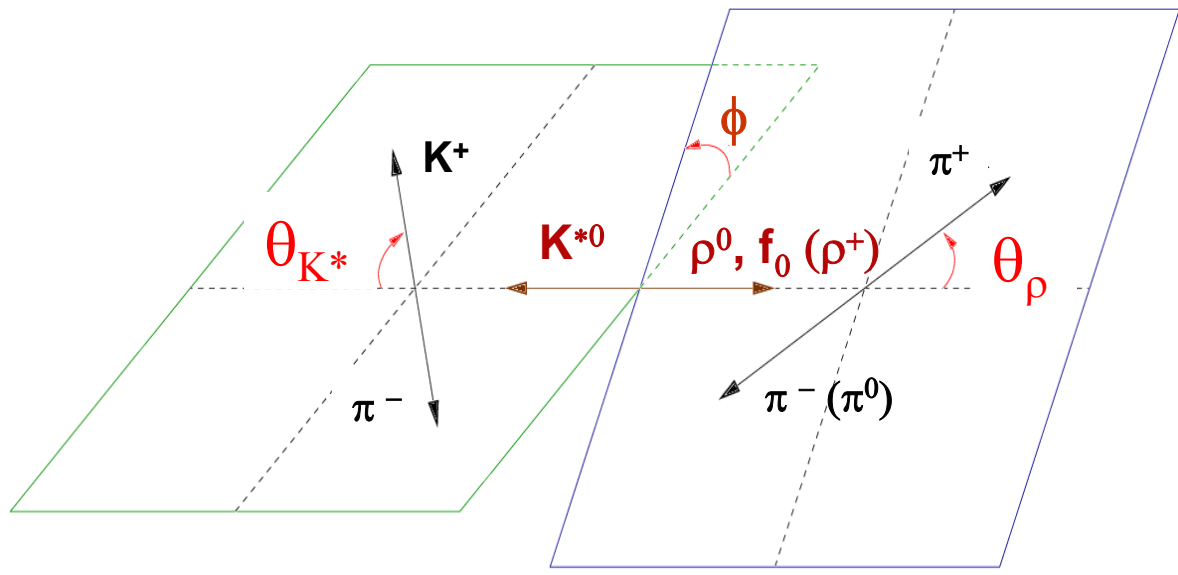


pingouin pur



Quelle polarisation pour modes VV ?

-distributions angulaires \rightarrow polar. $\frac{dN}{d \cos \theta_1 d \cos \theta_2} \sim f_L \times (\cos \theta_1 \cos \theta_2)^2 + (1 - f_L) \times \frac{1}{4} (\sin \theta_1 \sin \theta_2)^2$



Expérimentalement:

- dominé arbre : $f_L \sim 100 \%$
- dominé pingouin: $f_L \sim 50 \%$

Symétrie SU(3) $\rightarrow m_u \sim m_d \sim m_s$

$\rho \sim (u\bar{u} - d\bar{d})$ $\phi = c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2 S\bar{S}$

$K^{*0} \phi: f_L = 0.48 \pm 0.04$

Bruit de fond

Signal: $K^{*0} \rho^0 / f^0(980)$
 $(K^+ \pi^-) (\pi^+ \pi^-)$

~ 200

- Continuum ~ 40000
 $(e^- e^+ \rightarrow u, d, s, c)$

- B bruit de fond **non résonant** ~ 600

- bruit de fond **réductible** ~ 7700

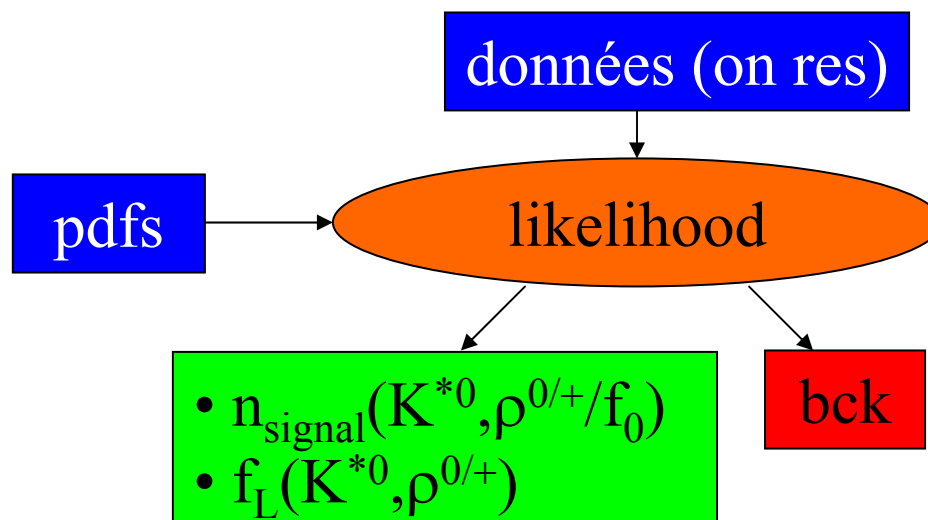
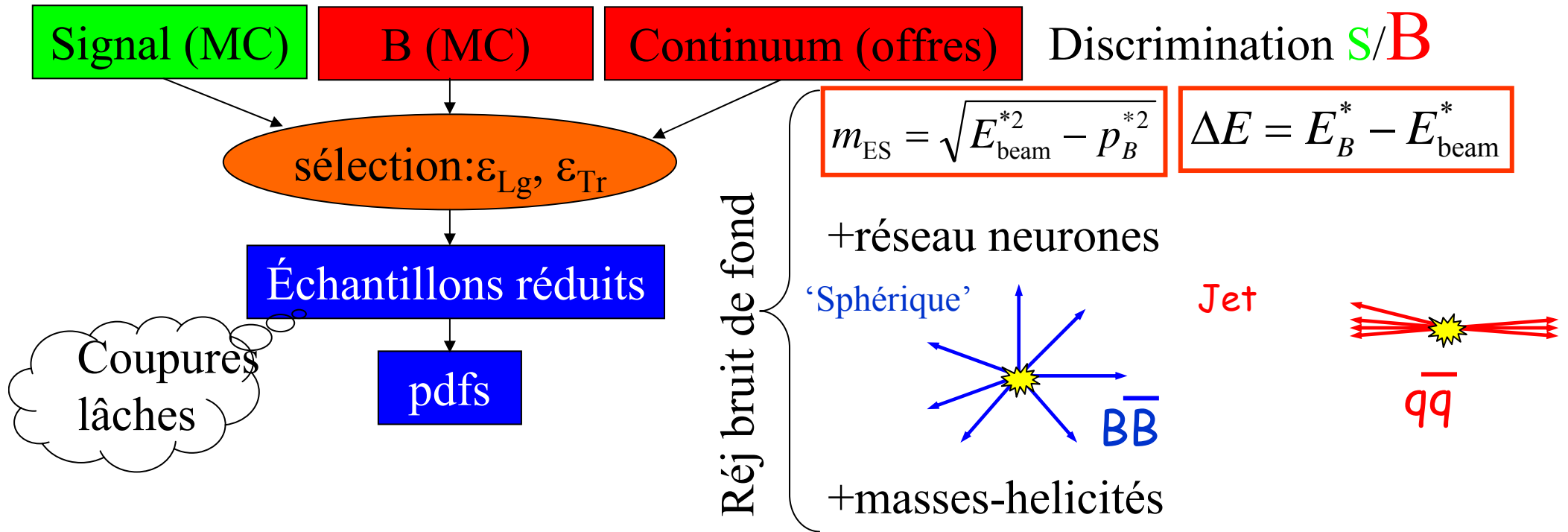
- $K^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$
- $K^{*0} \pi^+ \pi^-$
 $\hookrightarrow K^+ \pi^-$
- $K^+ \pi^- \rho^0$
 $\hookrightarrow \pi^+ \pi^-$
- $K^{*+} \pi^-$
 $\hookrightarrow K^+ \pi^- \pi^+$
- $K^{*0} f_0(1370)$
 $\hookrightarrow K^+ \pi^- \hookrightarrow \pi^+ \pi^-$
- $K^+ \pi^- f_0(980)$
 $\hookrightarrow \pi^+ \pi^-$
- $K^+ \pi^- f_0(1370)$
 $\hookrightarrow \pi^+ \pi^-$

particules finales \neq
imitant certaines pdfs

charmé ~ 7000
non charmé ~ 700

S/B $\sim 0.4\%$!!

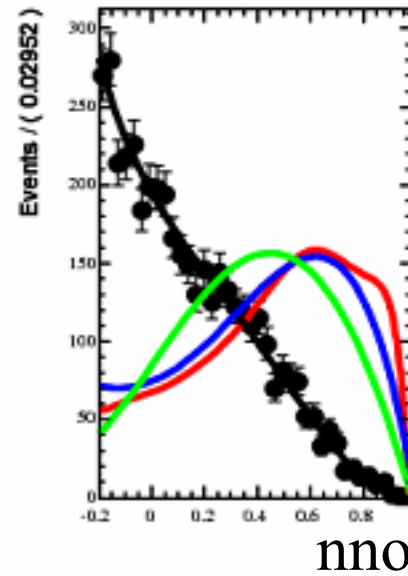
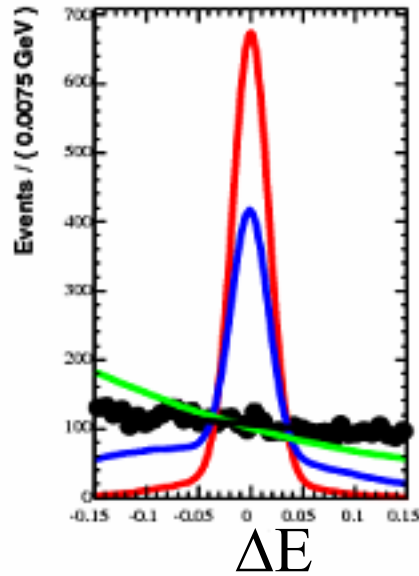
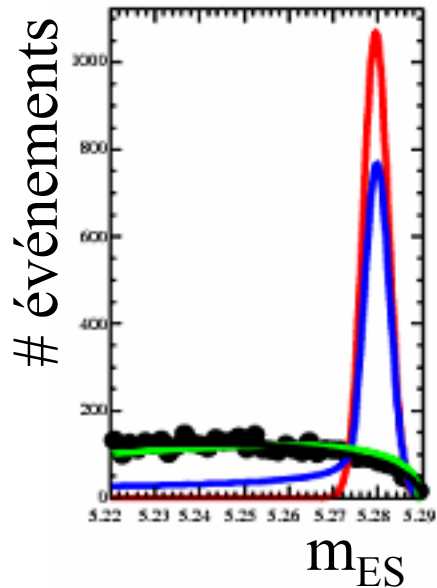
Extraction du rapport d'embranchement



S/B ~ 0.4 % !!

variables discriminantes

- m_{ES} , ΔE : S/(B, continuum), variables forme (nno): (S, B)/continuum
- Mass-helicity(K^* , ρ): signal- B non-resonant B

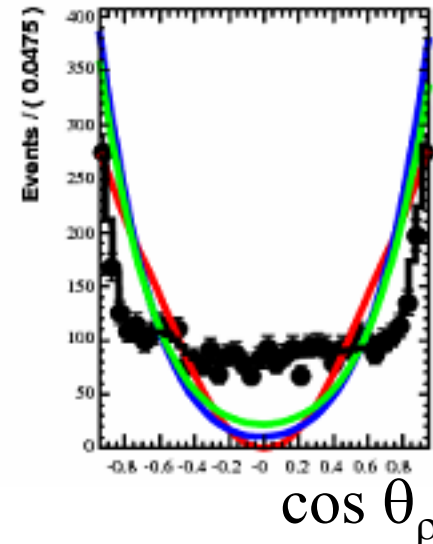
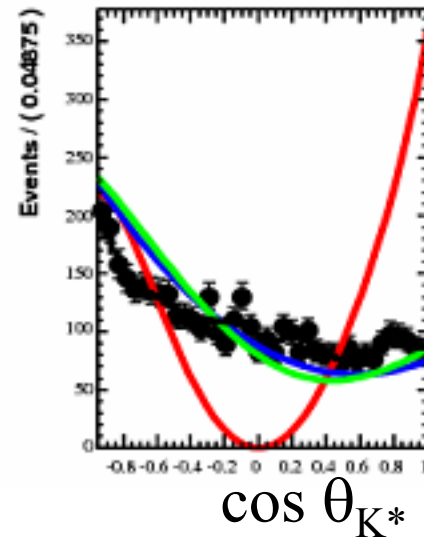
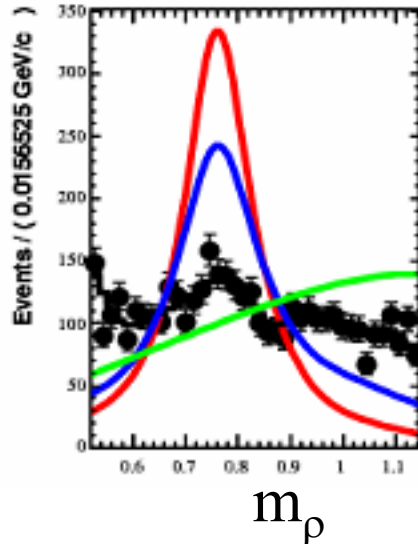
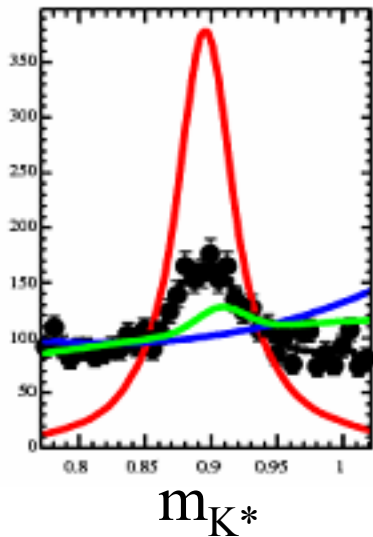


Signal (long.)~200

$K^+\pi^-\rho^0$ ~200

$B^+ \rightarrow \text{charm}$ ~4500

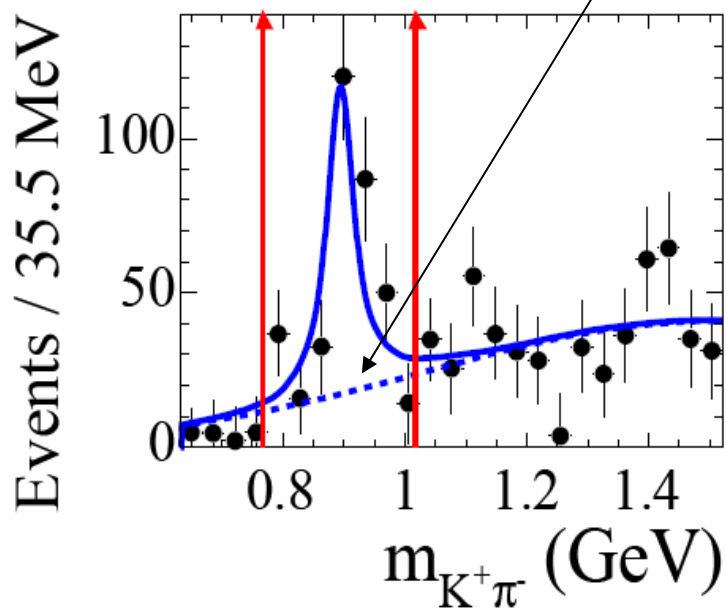
Continuum ~40000



Systematiques

Systematiques dominantes:

- Bruit de fond non résonants
- Forme des pdfs



SYSTEMATICS for $K^+ \rho^+$

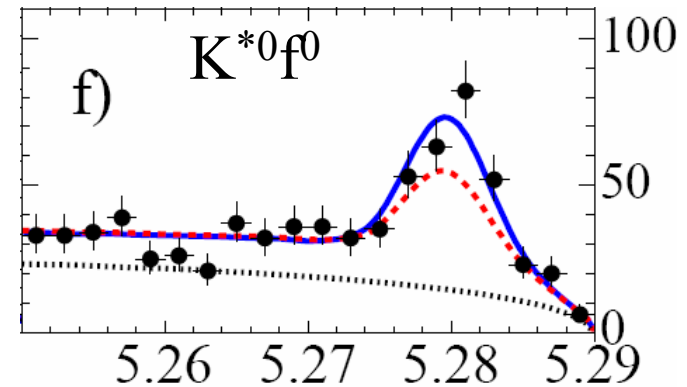
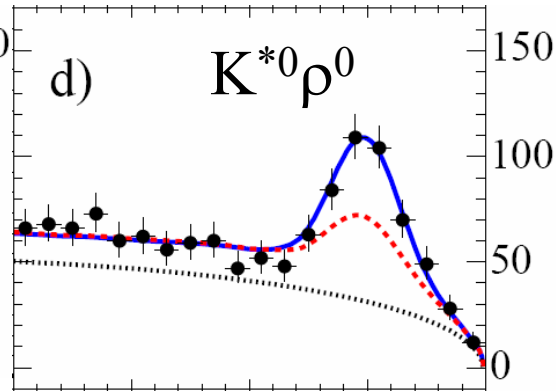
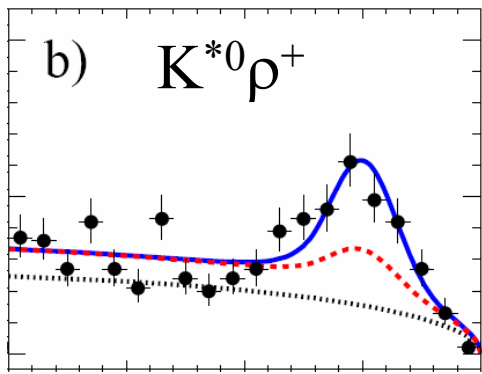
source	ΔBR
π^0 reco	3.0%
Track reco	3.9%
B counting	1.1%
Sum efficiency	5.0%

Source	$\Delta BR (10^{-6})$	ΔfL
Efficiency	± 0.48	± 0.000
PID	± 0.10	± 0.002
$\epsilon_{Lg}/\epsilon_{Tr} (\pm 3.5\%)$	± 0.00	± 0.009
SXF rates	± 0.05	± 0.001
PDFs Shapes	± 0.71	± 0.029
Non resonant Backgrounds	+ 1.16 - 1.21	+ 0.027 - 0.030
Nb of B bckgs	± 0.17	± 0.008
TOTAL	+1.46 -1.50	+0.041 -0.043
Rounded up	(± 1.5)	(± 0.04)

Résultats

(accepté par PRL, hep-ex/0607057)

- | | |
|---|----------------|
| • $\text{Br}(K^{*0}\rho^0)=[5.6\pm 0.9(\text{stat})\pm 1.3(\text{syst})] 10^{-6}$ | → 5.3 σ |
| • $f_L(K^{*0}\rho^0)=0.57\pm 0.09(\text{stat})\pm 0.08(\text{syst})$ | |
| • $\text{Br}(K^{*0}f_0)=[2.6\pm 0.6(\text{stat})\pm 0.9(\text{syst})] 10^{-6}$ | → 3.5 σ |
| • $\text{Br}(K^{*0}\rho^+)=[9.6\pm 1.7(\text{stat})\pm 1.5(\text{syst})] 10^{-6}$ | → 7.1 σ |
| • $f_L(K^{*0}\rho^+)=0.52\pm 0.10(\text{stat})\pm 0.04(\text{syst})$ | |



$$A_{CP} \equiv \frac{N(\bar{B}^0 \rightarrow K^{*0}\rho^0) - N(B^0 \rightarrow \bar{K}^{*0}\rho^0)}{N(\bar{B}^0 \rightarrow K^{*0}\rho^0) + N(B^0 \rightarrow \bar{K}^{*0}\rho^0)}$$

- $a_{CP}(K^{*0}\rho^0)=[0.09\pm 0.19(\text{stat})\pm 0.02(\text{syst})]$
- $a_{CP}(K^{*0}f_0)=[-0.17\pm 0.28(\text{stat})\pm 0.02(\text{syst})]$
- $a_{CP}(K^{*0}\rho^+)=[-0.01\pm 0.16(\text{stat})\pm 0.02(\text{syst})]$

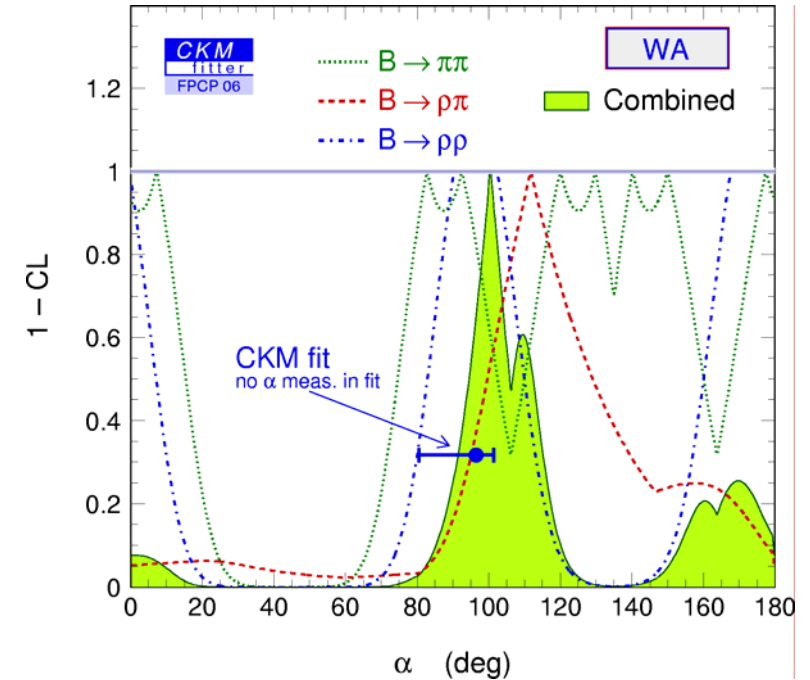
- $K^{*0}\rho^0$ pour la 1^{ère} fois, rapport $K^{*0}\rho^+/K^{*0}\rho^0$ compatible avec isospin
- $f_L \sim$ compatible $K^{*0}\phi$
- Asymétries faibles

α avec $B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$

- $B^0/B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$
- $B^0/B^0 \rightarrow \rho^\pm \pi^\mp$
- $B^0/B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$

FPCP 2006

$$\alpha = 100.2 + 15.0 - 8.8^\circ$$



$\rightarrow \rho^+ \rho^-$

Mélange B^0 - \bar{B}^0

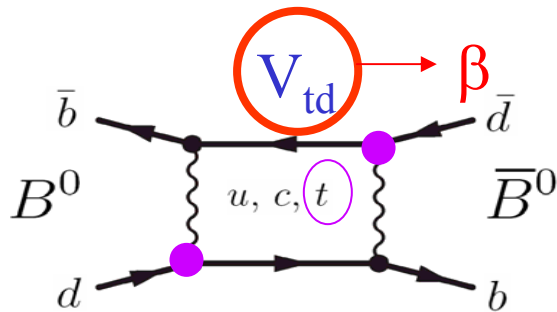


Diagramme arbre

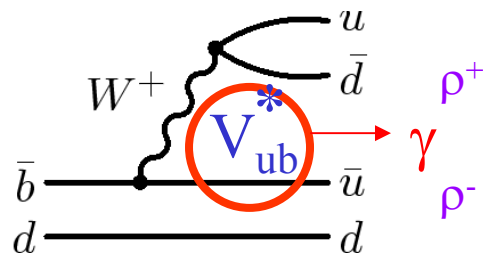
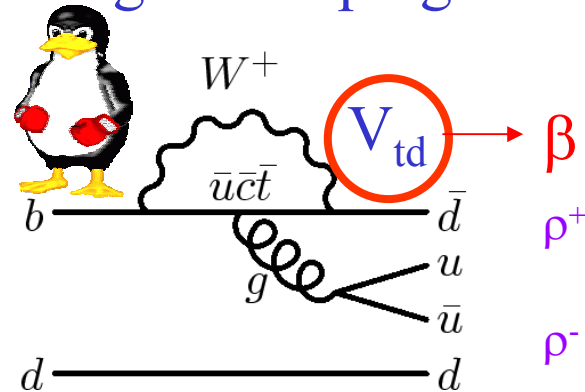


Diagramme pingouin



De $\rho^+\rho^-$ à $\rho^0\rho^0$

avec $\rho^+\rho^-$:

$$\text{Asymétrie} = f(t) \longrightarrow A_{hh}(\Delta t) = S_{hh} \sin \Delta m_d \Delta t - C_{hh} \cos \Delta m_d \Delta t$$

Δt : différence de temps entre désintégration des 2 B

avec 1 seule phase (faible)

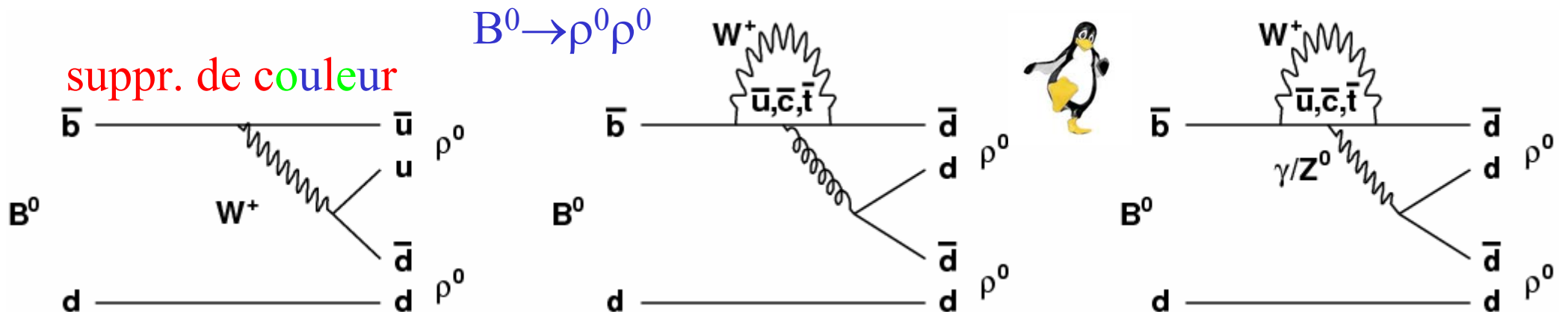
$$C_{hh} = 0 \quad S_{hh} = \sin(-2(\gamma + \beta)) = \sin(2\alpha)$$

α extrait de S

avec 1 phase supplémentaire

$$C_{hh} \neq 0 \quad S_{hh} = \sqrt{1 - C_{hh}^2} \sin(2\alpha_{\text{eff}}) \neq \sin(2\alpha)$$

besoin info pour estimer contribution pingouin
 $\text{BF}(B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0)$: utilisation symétrie d'isospin



Recherche de $B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$

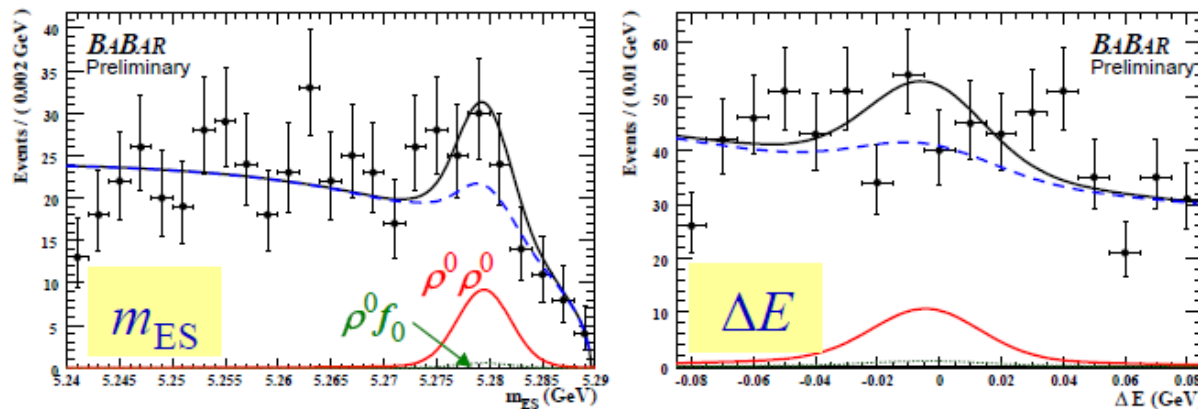
Collaboration LBL, J. Hopkins, Saclay

Limite avec run 1-4: $BR \sim 1.1 \cdot 10^{-6}$

→ nouvelle analyse run 1-5

Méthode de maximum de vraisemblance, même variables que $K^{*0} \rho^{0/+}$

ICHEP 2006



$$N_{\rho^0 \rho^0} = 98^{+32}_{-31} \pm 22$$

Preliminary

hep-ex/0607097

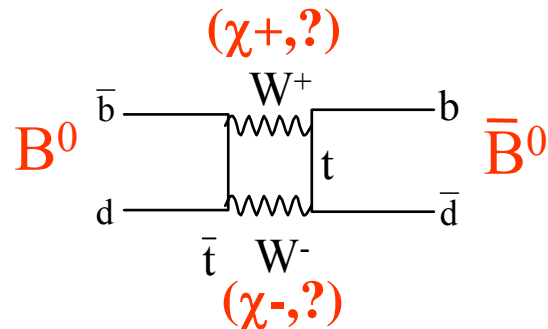
$$Br_{\rho^0 \rho^0} = (1.16^{+0.37}_{-0.36} \pm 0.27) \times 10^{-6}$$

$$f_L(B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0) = 0.86^{+0.11}_{-0.13} \pm 0.05$$

Ajustement pour dépendance en temps (en cours d'étude)

Nouvelle Physique avec dileptons ?

NP dans oscillation $B^0 \leftrightarrow \bar{B}^0$



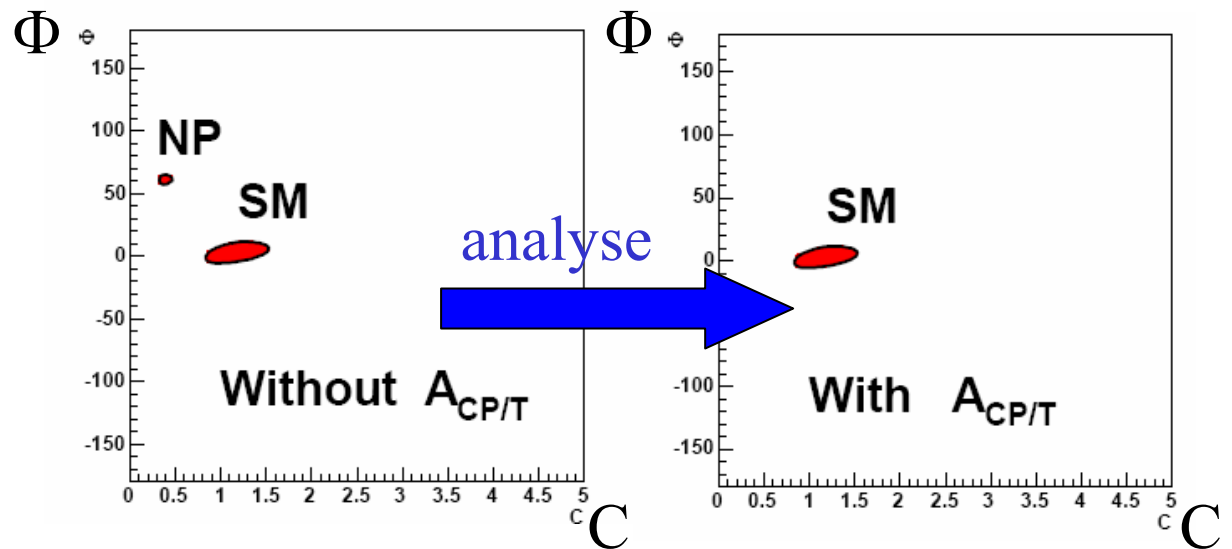
asymétrie 2 leptons \rightarrow étude oscillation

$$A_{CP/T}(\Delta t) = \frac{N(1^+1^+) - N(1^-1^-)}{N(1^+1^+) + N(1^-1^-)}$$

$$(+1.6 \pm 5.2 \text{ stat} \pm 3.8 \text{ syst.}) \times 10^{-3}$$

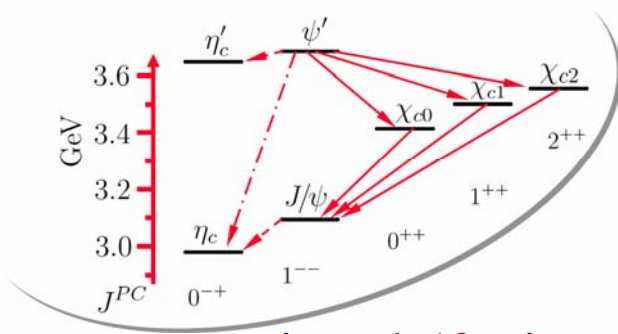
paramétrisation NP: Φ & C

$$\frac{\langle B^0 | H^{SM+NP} | \bar{B}^0 \rangle}{\langle B^0 | H^{SM} | \bar{B}^0 \rangle} = C e^{i\Phi}$$



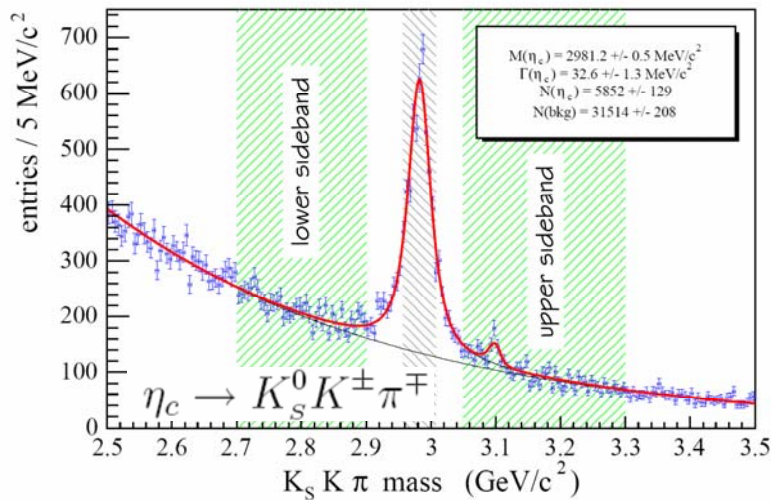
nouvelle mesure de BaBar \rightarrow **disparition** NP dans $B^0 \leftrightarrow \bar{B}^0$

spectre charmonium



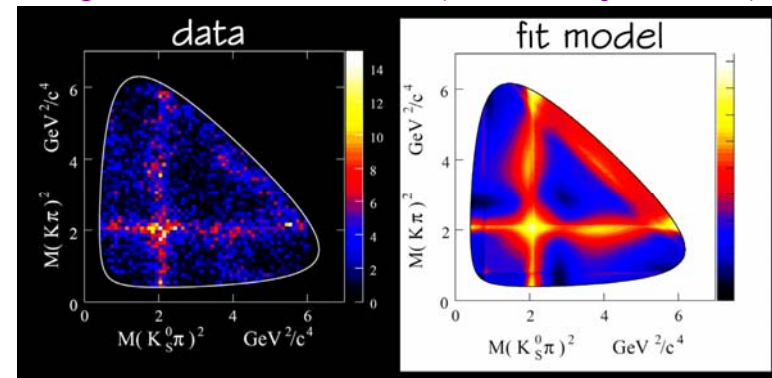
Analyse Dalitz $\eta_c \rightarrow K\bar{K}\pi$, onde-S $K\pi$ ($I=1/2$)

signal (fusion 2 γ)

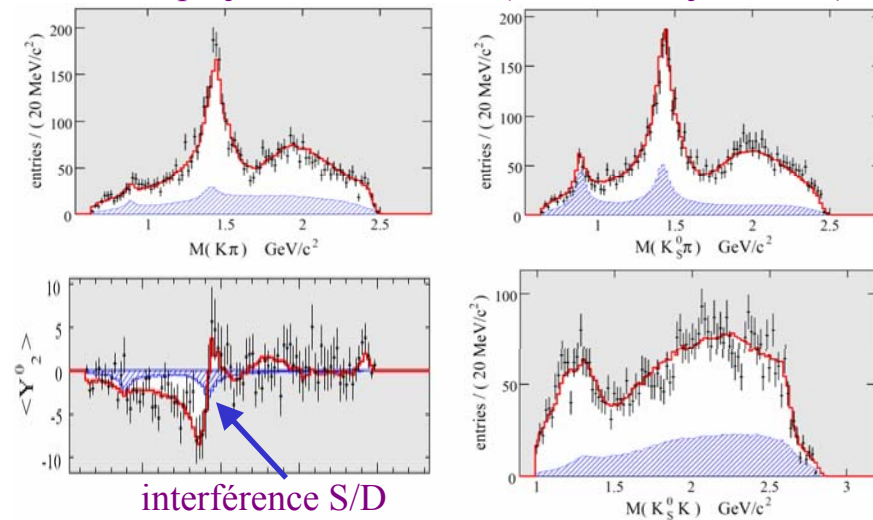


- désintégration interactions fortes, dominée (à 85%) par système $K\pi$ dans l'onde S et l'isospin $1/2$.
- analyse Dalitz des interférences de l'onde-S $K\pi$ avec elle-même et avec les autres ondes $K\pi$, ainsi qu'avec les ondes KK ($I=1$),
 → étude du système, eg confirmer existence et paramètres de $K_0^*(1430)$ et $K_0^*(1950)$ (réson. scalaires)

représentations de Dalitz (données, ajustement)



projections de masse (données + ajustement)

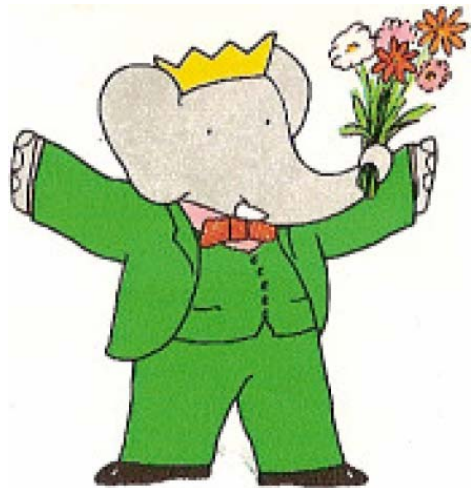


interférence S/D

Conclusion

Nombreuses études dans le groupe Babar de Saclay

- $B \rightarrow K^{*0} \rho^{0/+}$, $B \rightarrow \rho^0 \rho^0$
- Analyse dilepton, η_c
- Étude du bruit de fond machine (\uparrow luminosité)
- Participation au DIRC



$\sim 400 \text{ fb}^{-1}$

Prévision pour 2008: $1 \text{ ab}^{-1} = 1000 \text{ fb}^{-1}$

\rightarrow de nombreuses perspectives en termes de physique
(modes rares)