

JRJC 2007, 13 Décembre

***Premiers résultats sur l'analyse
Dalitz dépendante du temps
pour le canal $B^0 \rightarrow K^0_S \pi^+ \pi^-$ dans
l'expérience BaBar***



BABAR

Alejandro Pérez

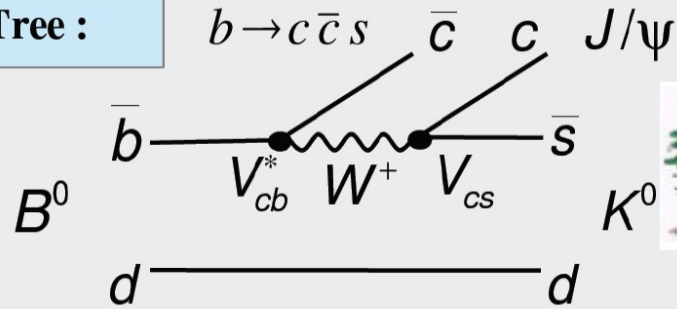
Groupe BaBar LPNHE-Paris

Plan de Présentation

- **Le Modes Domines par pingouin et la Recherche Physique au delà de Modèle Standard**
- **Le Canal $B^0 \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$**
- **Le Plan de Dalitz (DP)**
- **Stratégie d'Analyse: Fit de Vraisemblance Maximal**
- **Modèle de Signal**
- **Résultats de l'Ajustement**
- **Paramètres Mesurés et Interprétation**
- **Résumé et Perspectives**

Le Modes charmless dominé par pingouin

Tree :

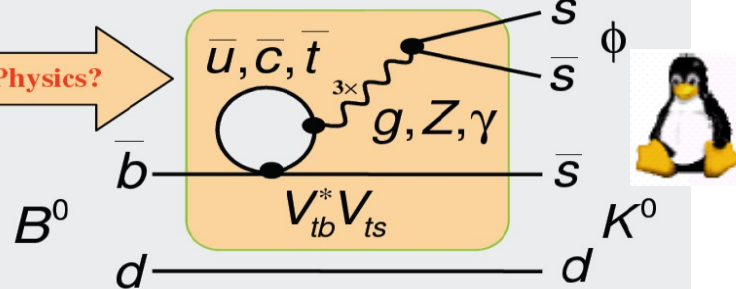


■ $\sin 2\beta$ dans les modes GOLDEN $b \rightarrow c \bar{c} s$

- Dominé par amplitude d'arbre
- Pingouins ont la même phase faible

Penguin :

$b \rightarrow s \bar{s} s$



■ $\sin 2\beta$ dans les modes pingouin $b \rightarrow q \bar{q} s$

- La phase dominante est la même
- Particules de modèles au delà de SM peuvent contribuer aux boucles
- **C'est une fenêtre pour la nouvelle physique!**

Modèle Standard

$$S_{c\bar{c}s} = S_{q\bar{q}s} + \Delta S_{SM} = \sin 2\beta$$

$$C_{c\bar{c}s} \approx C_{s\bar{s}s} \approx 0$$

Nouvelle Physique

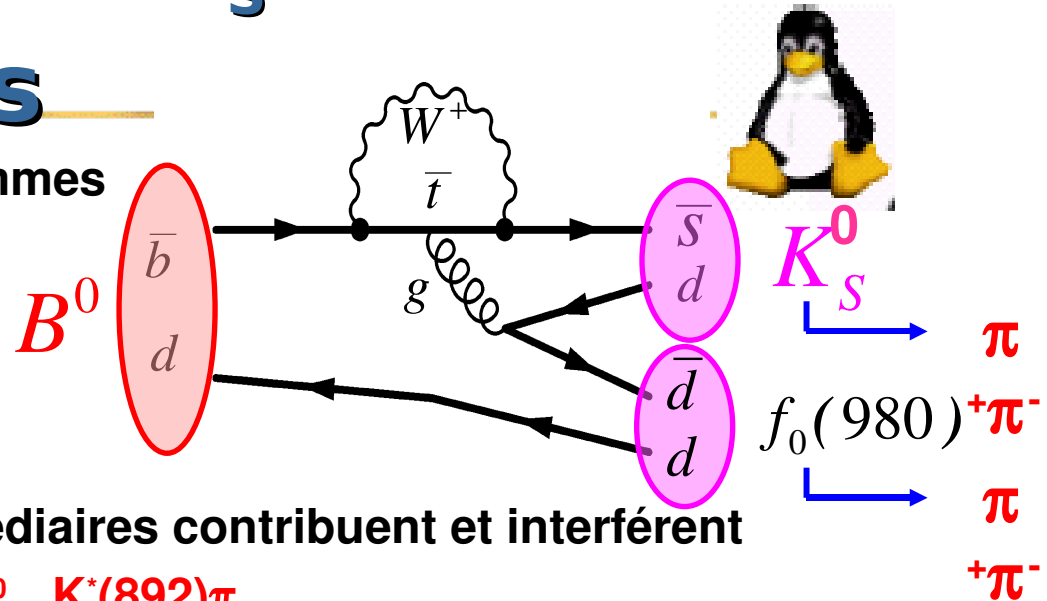
$$S_{c\bar{c}s} \neq S_{q\bar{q}s} + \Delta S_{SM}$$

$$C_{c\bar{c}s} \neq C_{s\bar{s}s}$$

Le Canal $B^0 \rightarrow K^0_S \pi^+ \pi^-$

Motivations

- Dominé par de diagrammes $b \rightarrow s$ pingouin



- Plusieurs états intermédiaires contribuent et interfèrent
 - $f_0(980)K^0_S, \rho^0(770)K^0_S, K^*(892)\pi, \dots$
- Nous avons fait simultanément
 - Une analyse dépendante du temps
 - Une analyse de Dalitz (voire plus tard)
 - Pour accéder à la violation CP et aux phases
- Mesurer directement $2\beta_{eff}$ et lever l'ambiguïté sur $\sin(2\beta) = \sin(\pi - 2\beta)$
- Certaines phases permettent d'accéder à l'angle CKM γ (voire après)

Le Canal $B^0 \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$:

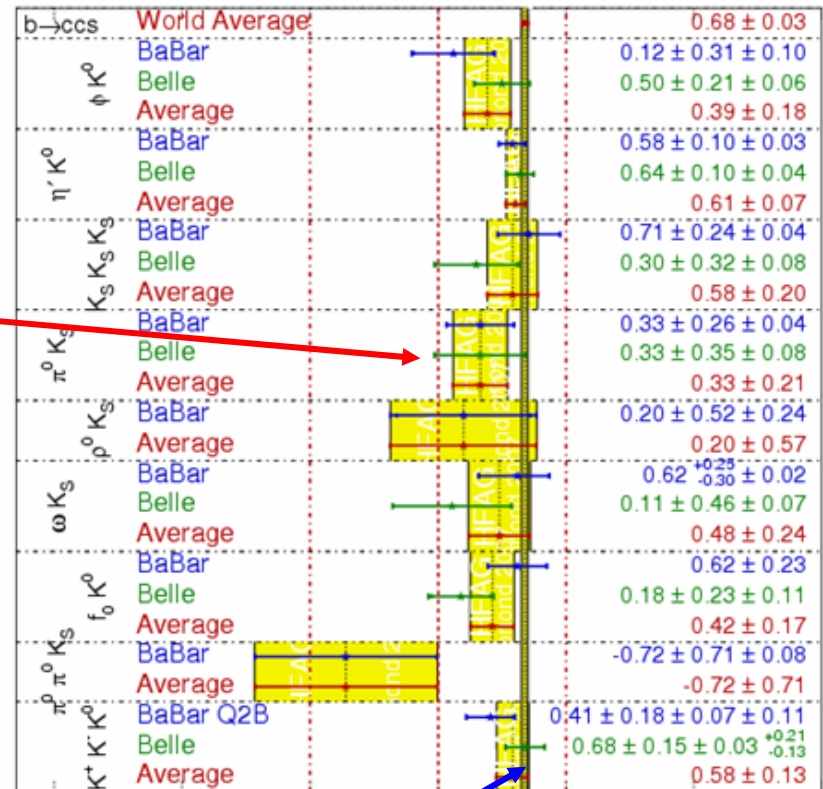
Motivations

- Les modes dominés par un pingouin sont un bon endroit pour chercher de la nouvelle physique
- Les paramètres S mesurés sont systématiquement plus petits que ceux des modes GOLDEN, alors que les corrections du MS prédisent des valeurs de S plus grandes
- Les erreurs statistiques sont encore grandes
- Moyenne « naïve » frôle les 3σ d'écart par rapport \overline{CCS}

L'hiver 2007

$$\sin(2\beta^{\text{eff}}) \equiv \sin(2\phi_1^{\text{eff}})$$

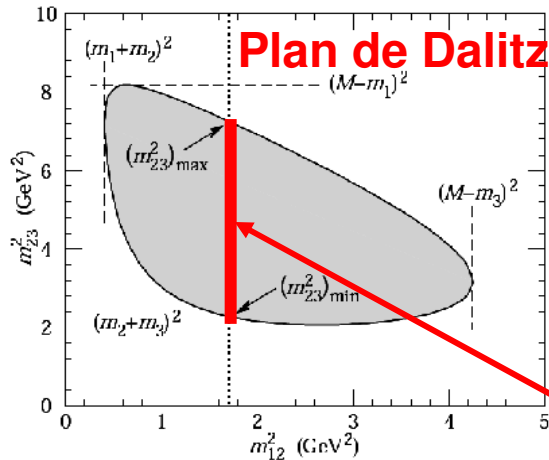
HFAG
Moriond 2007
PRELIMINARY



Mesure de paramètre S pour \overline{CCS} (modes GOLDEN)

Le Plan de Dalitz (DP):

Désintégration a trois corps peut être décrit pour deux paramètres: masses invariantes à 2 corps $m_{ij}^2 = (p_i + p_j)^2$



$$B \rightarrow P \rightarrow P_{res} + p_3 \quad \{12\}$$

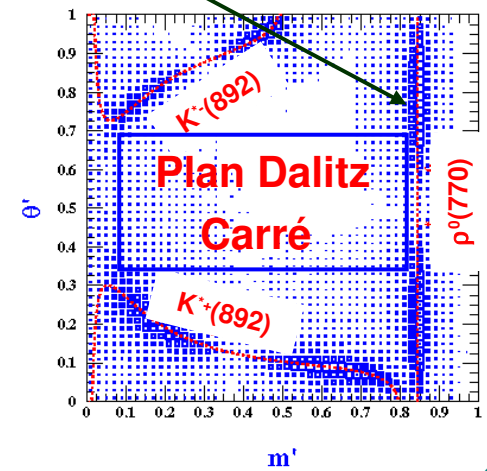
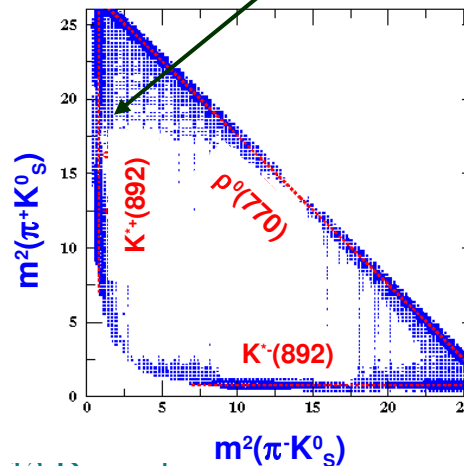
$$P_{res} \rightarrow p_1 + p_2$$

(Distribution autour de mass de résonance)

Trans. bijective $(m^2(\pi^+K^0_s), m^2(\pi^-K^0_s)) \rightarrow (m', \theta')$

Plans de Dalitz Carré (SDP):

- Masses des stat résonantes et de particules de bruit de fond léger
- Transformation bijective à DP \rightarrow SDP



Stratégie d'Analyse: Fit de Vraisemblance Maximal

Variables d'événement $\vec{x}_i = (m_{ES}, \Delta E, NN, Q_{tag}, \Delta t, DP)$

- m_{ES} , ΔE et NN : variables discriminantes entre Signal et Fond.
- Δt : structure en temps de processus de désintégration.
- DP : structure dynamique de phase de désintégration.

Misstag et des effets de résolution pris en compte

PDF de Signal: $f(\Delta t)$

$$\left(1 + q_{tag} \frac{2 \operatorname{Im}[\bar{A}A^*]}{|A|^2 + |\bar{A}|^2} \sin(\Delta m_d \Delta t) - q_{tag} \frac{|A|^2 - |\bar{A}|^2}{|A|^2 + |\bar{A}|^2} \cos(\Delta m_d \Delta t) \right)$$

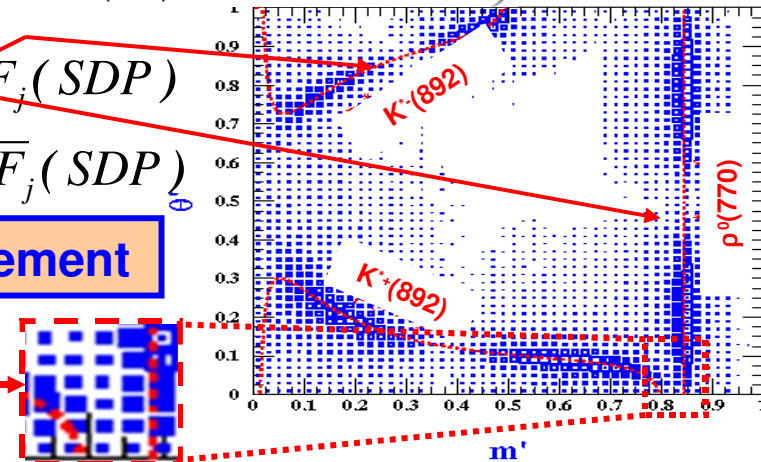
Modèle Isobar:

interférences dans le DP

$$\begin{cases} A(B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-) = \sum a_j F_j(SDP) \\ \bar{A}(\bar{B}^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-) = \sum \bar{a}_j \bar{F}_j(SDP) \end{cases}$$

Mod. et phases de a_j et \bar{a}_j libres dans le ajustement

C'est l'interférence entre composantes qui permet mesurer les phases!



Observables Physiques

Asymétries de CP directes:

$$C_j = \frac{|a_j|^2 - |\bar{a}_j|^2}{|a_j|^2 + |\bar{a}_j|^2} \quad \begin{array}{l} \text{Seulement pour} \\ \text{états} \\ \text{intermédiaires} \\ \text{neutres} \end{array} \quad A_{CP}^j = \frac{|\bar{a}_{\bar{j}}|^2 - |a_j|^2}{|\bar{a}_{\bar{j}}|^2 + |a_j|^2} \quad \begin{array}{l} \text{Seulement pour} \\ \text{états} \\ \text{intermédiaires} \\ \text{chargés} \end{array}$$

Le paramètre S de violation de CP dans la mélange et la désintégration

$$S_j = \frac{2 \operatorname{Im}[a_j \bar{a}_j^*]}{|a_j|^2 + |\bar{a}_j|^2} \quad \begin{array}{l} \text{Seulement des états} \\ \text{intermédiaires} \\ \text{neutres} \end{array}$$

Différences de phase et Fractions du signal

$$\varphi_{mix}^j = \arg[a_j \bar{a}_j^*] \quad \left(|a_j|^2 + |\bar{a}_j|^2 \right) \langle |F_j|^2 \rangle$$

$$\Delta\phi_{j\bar{j}} = \arg[a_j \bar{a}_{\bar{j}}^*] \quad f_j = \frac{\sum_{kl} (a_k a_l^* + \bar{a}_k \bar{a}_l^*) \langle F_k F_l^* \rangle}{\left(|a_j|^2 + |\bar{a}_j|^2 \right) \langle |F_j|^2 \rangle}$$

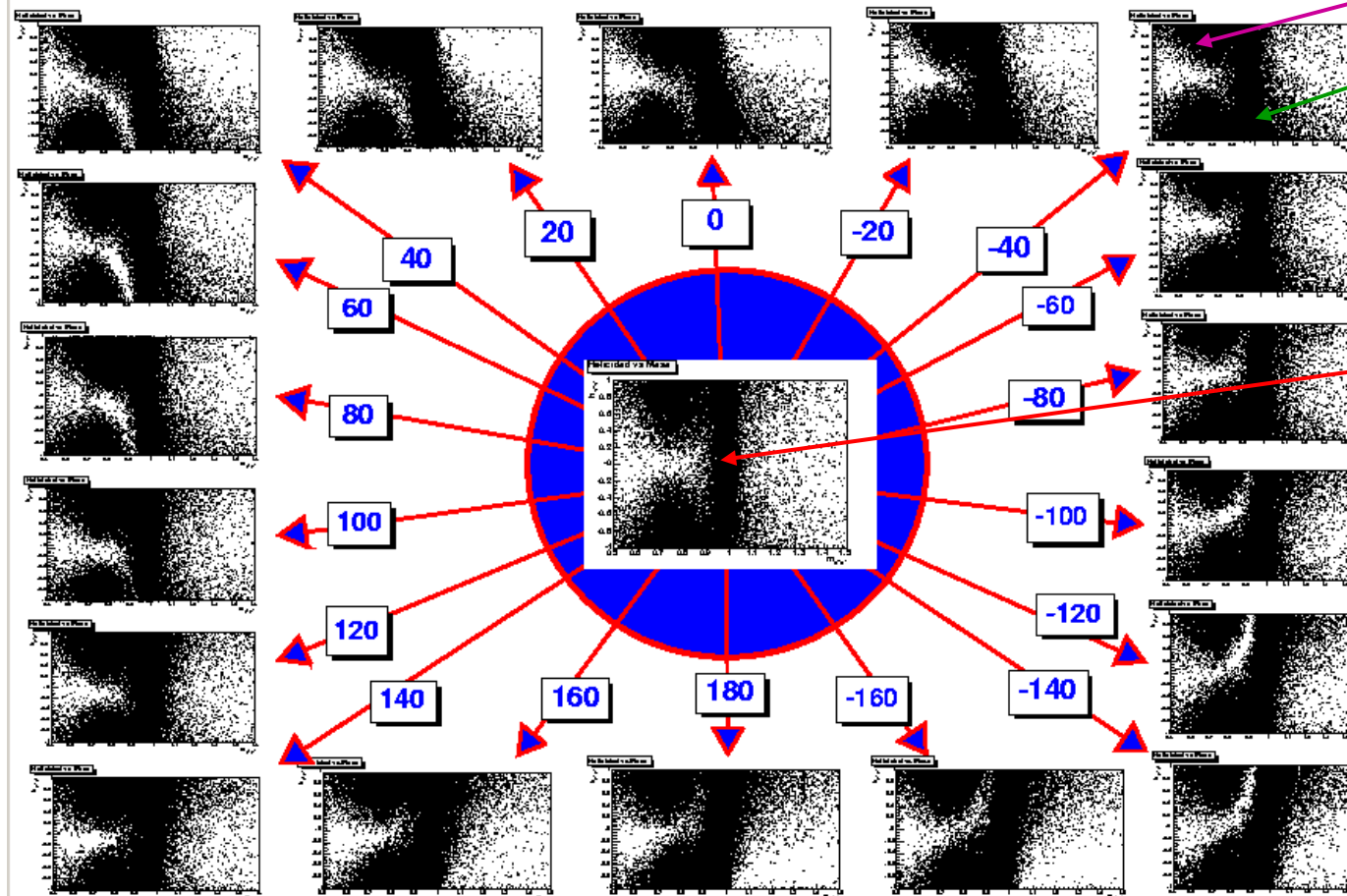
L'interférence dans le plan de Dalitz permet l'accès aux phases

L'interférence dans le DP: Exemple

Exemple de deux états intermédiaires qui interfèrent dans le DP.

Chaque plot c'est le DP pour une valeur de la différence de phase entre les composantes.

- Composante 1
- Composante 2



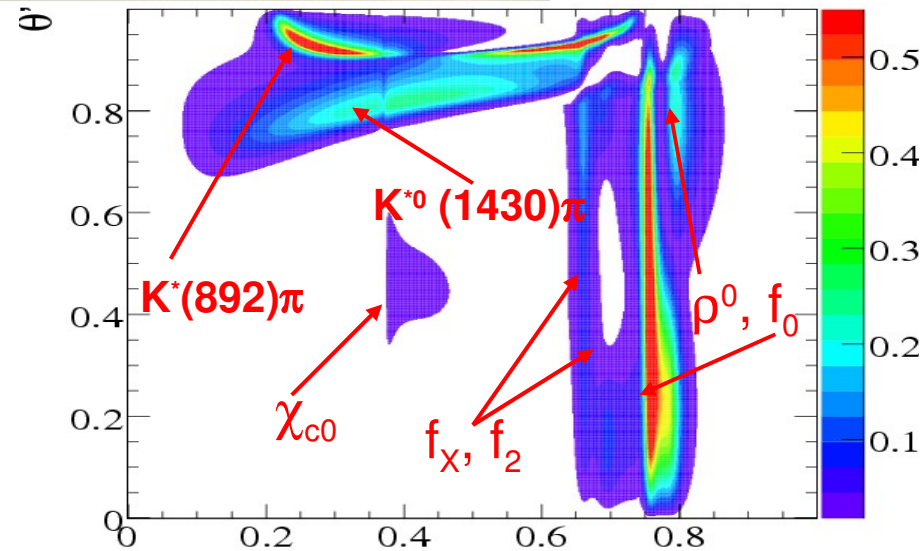
Composantes sans interférence

La forme de l'interférence dépend de la valeur de la différence de phase!

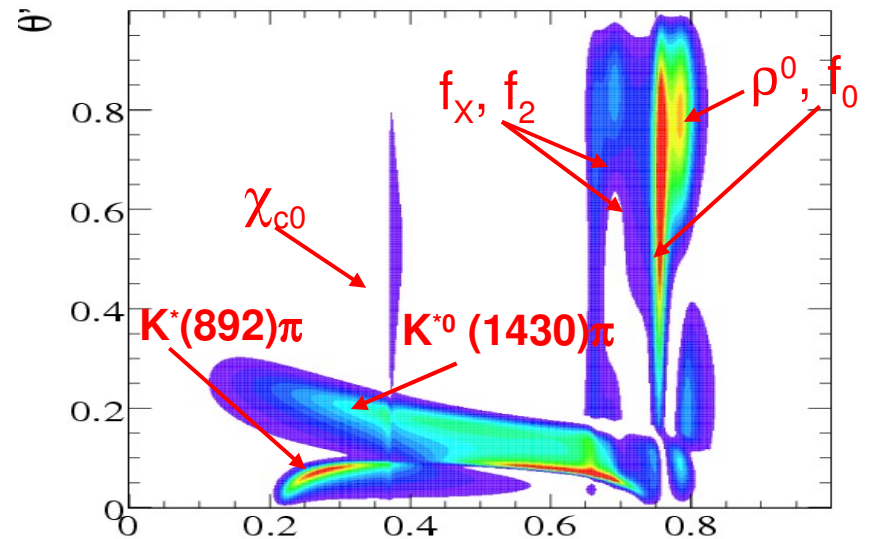
Les Composantes dans le Plan de Dalitz

- $B^0 \rightarrow \rho^0(770) K^0_S$
- $B^0 \rightarrow f_0(980) K^0_S$
- $B^0 \rightarrow K^*(892)\pi$
- $B^0 \rightarrow \chi_{c0} K^0_S$
- $B^0 \rightarrow K^{*0}(1430)\pi$
- $B^0 \rightarrow f_x(1300)K^0_S$
- $B^0 \rightarrow f_2(1270)K^0_S$
- Non résonnant

Structure compliquée dans le Plan de Dalitz!



B^0 Square Dalitz Plot m'



\bar{B}^0 Square Dalitz Plot m'

Résultats de l'Ajustement

Parameter Name	Fit Result
$N(B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- K_s^0)$	2146 ± 69
$N(B^0 \rightarrow D^+ \pi^-)$	3379 ± 60
$N(B^0 \rightarrow J/\psi K_s^0)$	1803 ± 43
$N(B^0 \rightarrow \psi' K_s^0)$	142 ± 13
$N(\text{cont-Lepton})$	45 ± 9
$N(\text{cont-KaonI})$	803 ± 31
$N(\text{cont-KaonII})$	2133 ± 49
$N(\text{cont-KaonPion})$	1781 ± 45
$N(\text{cont-Pion})$	2051 ± 48
$N(\text{cont-Other})$	1618 ± 42
$N(\text{cont-NoTag})$	5841 ± 80
$f_{\text{core}}(\Delta E)$ Signal	0.69 ± 0.11
$\mu_{\text{core}}(\Delta E)$ Signal	-1.4 ± 0.6 MeV
$\sigma_{\text{core}}(\Delta E)$ Signal	17.6 ± 1.1 MeV
$\mu_{\text{tail}}(\Delta E)$ Signal	-9.5 ± 3.8 MeV
$\sigma_{\text{tail}}(\Delta E)$ Signal	33.6 ± 5.4 MeV
Slope(ΔE) Continuum	-0.4 ± 0.2
$\mu(m_{ES})$ Signal	5.2789 ± 0.0001 GeV/ c^2
$\sigma_L(m_{ES})$ Signal	2.23 ± 0.06 MeV/ c^2
$\sigma_R(m_{ES})$ Signal	2.73 ± 0.07 MeV/ c^2
Argus Slope(m_{ES}) Continuum	-9.4 ± 5.8
$a_1(NN)$ Continuum	1.9 ± 0.1
$a_2(NN)$ Continuum	3.2 ± 0.4
$a_3(NN)$ Continuum	-1.1 ± 0.1
$a_5(NN)$ Continuum	-0.48 ± 0.05
$\mu_{\text{common}}(\Delta t)$ Continuum	0.018 ± 0.007 ps
$\sigma_{\text{core}}(\Delta t)$ Continuum	1.14 ± 0.02 ps
$f_{\text{tail}}(\Delta t)$ Continuum	0.16 ± 0.02
$\sigma_{\text{tail}}(\Delta t)$ Continuum	2.8 ± 0.2 ps
$f_{\text{outlier}}(\Delta t)$ Continuum	0.030 ± 0.004
$\sigma_{\text{outlier}}(\Delta t)$ Continuum	10.6 ± 0.8 ps

Yields

Paramètres de ΔE Signal

Paramètres de NN continuum

Résolution de Δt de Bruit de Fond B

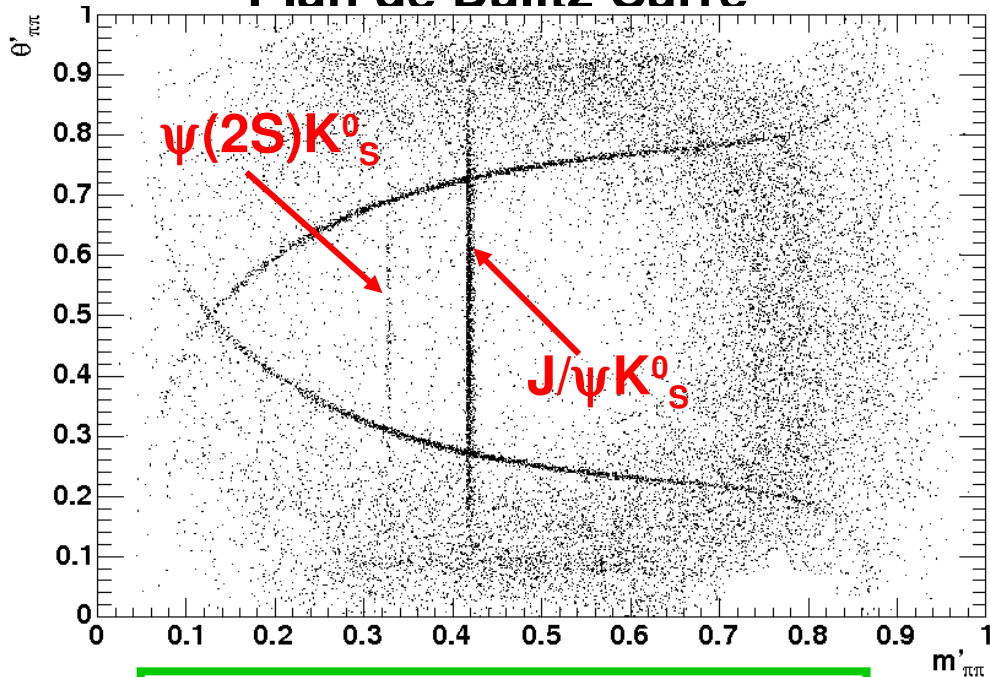
Table 18: Nominal fit results for the resonant amplitudes.

Resonance Name	$ A $	$\phi[\text{degrees}]$	$ A $	$\phi[\text{degrees}]$
$f_0 K_s^0$	4.0	0.0	2.8 ± 0.7	(-88.6 ± 21.3)
ρK_s^0	0.10 ± 0.02	-301.4 ± 16.4	0.09 ± 0.02	-338.7 ± 21.2
$f_0(1300) K_s^0$	1.9 ± 0.4	117.6 ± 22.6	1.1 ± 0.3	-15.2 ± 23.8
Non - Res	3.0 ± 0.6	-346.2 ± 14.3	3.7 ± 0.5	-16.2 ± 17.3
$K^{*+}(892) \pi^-$	0.136 ± 0.021	-60.7 ± 18.5	0.113 ± 0.018	102.6 ± 22.9
$K_0^{*+}(1430) \pi^-$	4.9 ± 0.7	-82.4 ± 16.8	7.1 ± 0.9	-280.8 ± 20.5
$f_2(1270) K_s^0$	0.011 ± 0.004	62.9 ± 23.3	-0.010 ± 0.003	-253.9 ± 27.8
$\chi_{c0} K_s^0$	0.34 ± 0.15	68.7 ± 31.1	0.40 ± 0.11	154.5 ± 28.6

- **Modèle à 8 résonances**
- **15 Amplitudes**
- **15 Phases,**
- **11 Yields,**
- **20 paramètres de "shape",**
- **14 autres paramètres,**
- Total de 75 paramètres libres dans l'ajustement!**

Résultats de l'Ajustement

Plan de Dalitz Carré



Charmonium: $c\bar{c}$

- Des structures étroites.
- Ont des avantages techniques (signal-like)
- **Avantages physiques:** permet mesurer

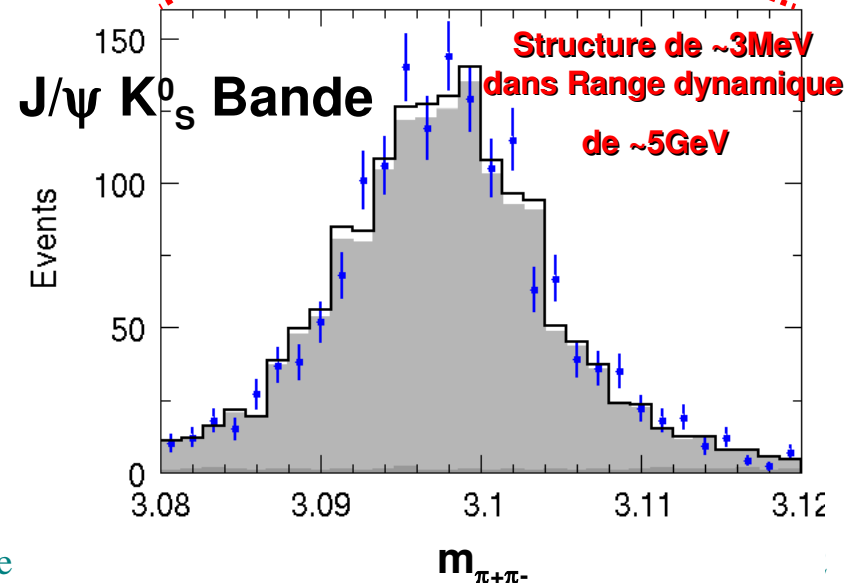
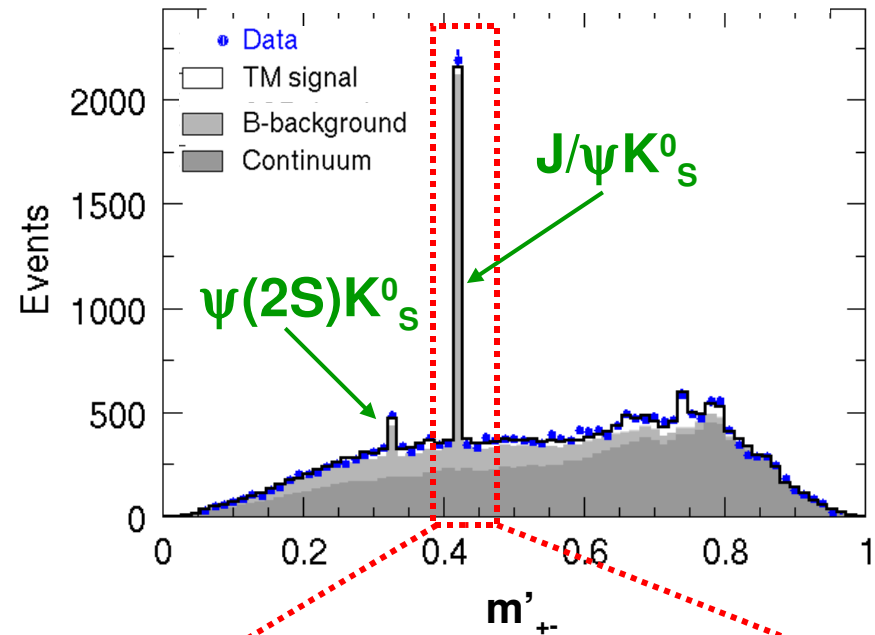
$$S[J/\psi K_S] = 0.690 \pm 0.077 \text{ (WA } 0.647 \pm 0.026)$$

$$S[\psi(2S)K_S] = 0.73 \pm 0.27 \text{ (WA } 0.801 \pm 0.077)$$

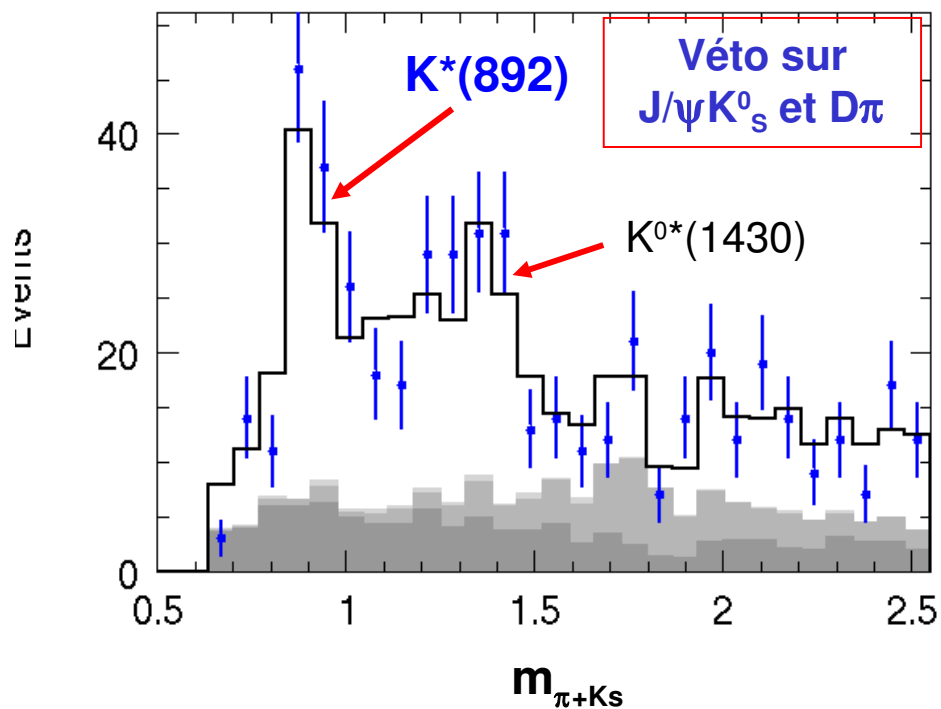
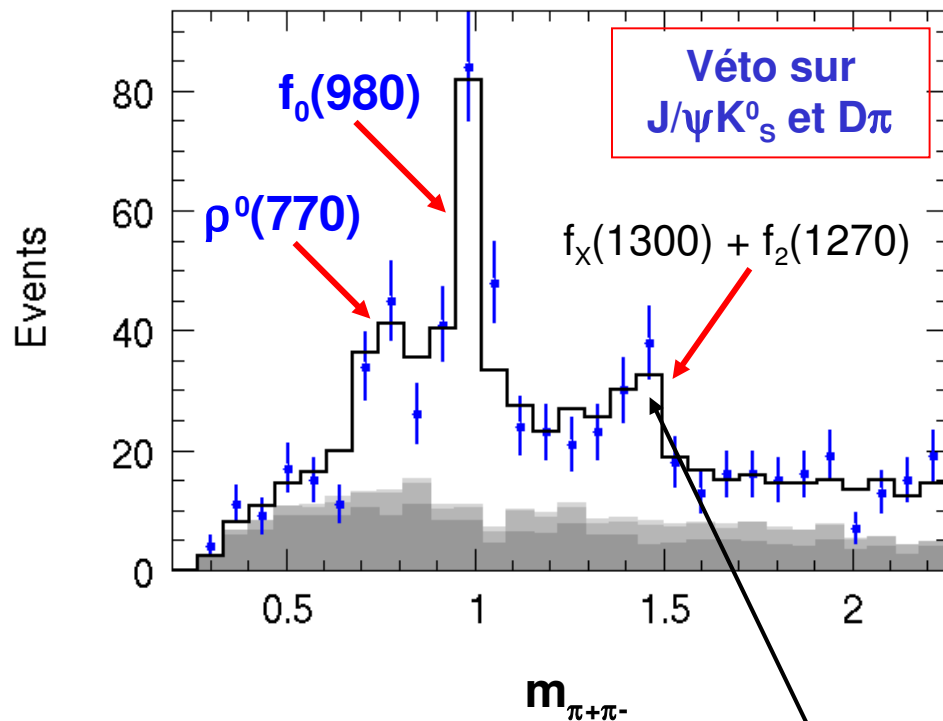
$$\tau(B^0) = (1.539 \pm 0.054)\text{ps (WA } 1.527 \pm 0.008)$$

$$\Delta m_d = (0.505 \pm 0.037)\text{ps}^{-1} \text{ (WA } 0.508 \pm 0.004)$$

Projection $m'_{\pi\pi}$



Résultats de l'Ajustement: Région Signal

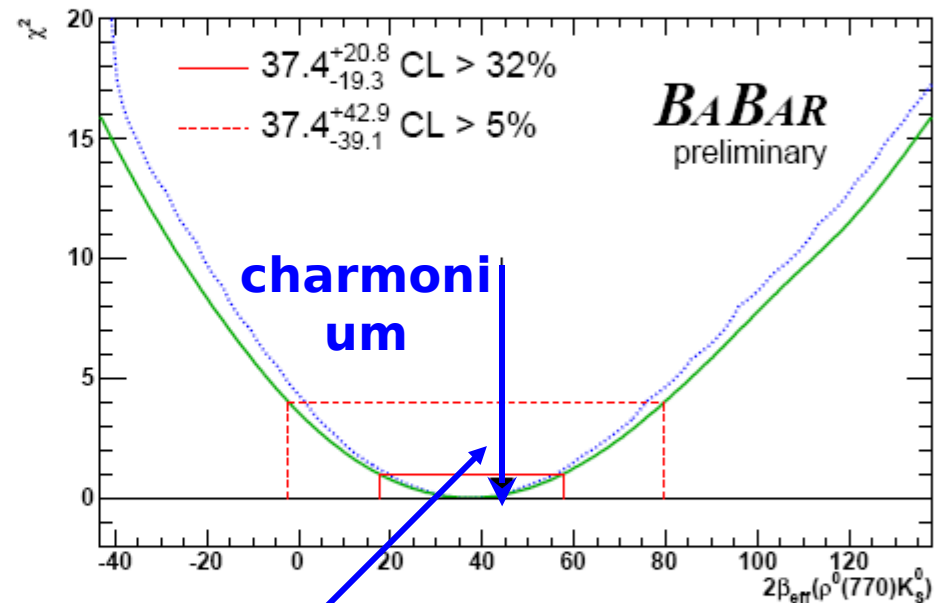
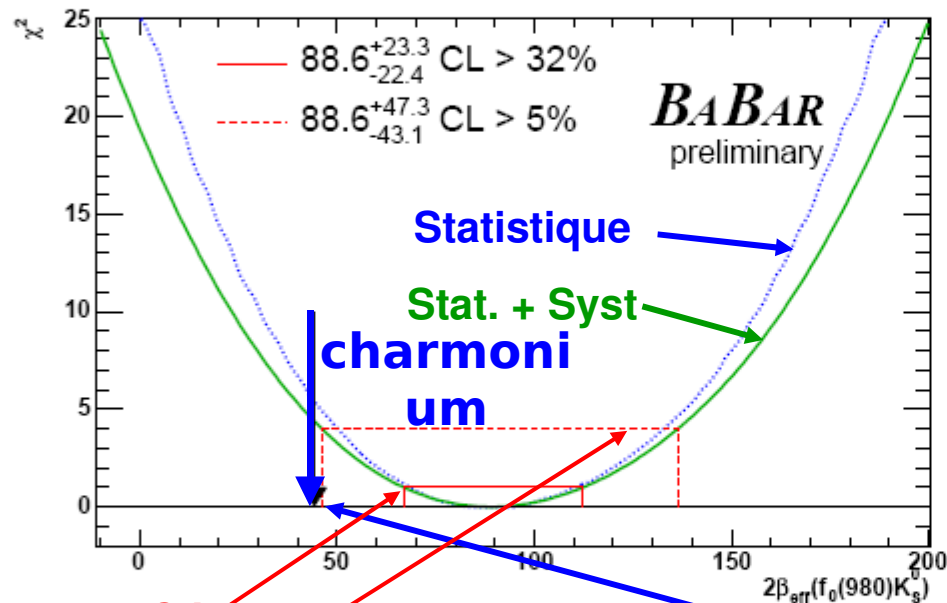


Structures à $m_{\pi\pi} > 1\text{GeV}$
Également observé dans
 $K^+\pi^+\pi^-$ et par Belle

Les Paramètres Mesurés: $2\beta_{\text{eff}}$

$2\beta_{\text{eff}}[f_0(980)K_s^0]:$

$2\beta_{\text{eff}}[\rho^0(770)K_s^0]:$



- 1σ C.L.
- 2σ C.L.

Zéro exclu à $\sim 4.3\sigma$
180 exclu à $\sim 3.9\sigma$

2β pour les modes GOLDEN

$(88.6^{+23.3}_{-22.4})^\circ$ (stat + syst)

$(37.4^{+20.8}_{-19.3})^\circ$ (stat + syst)

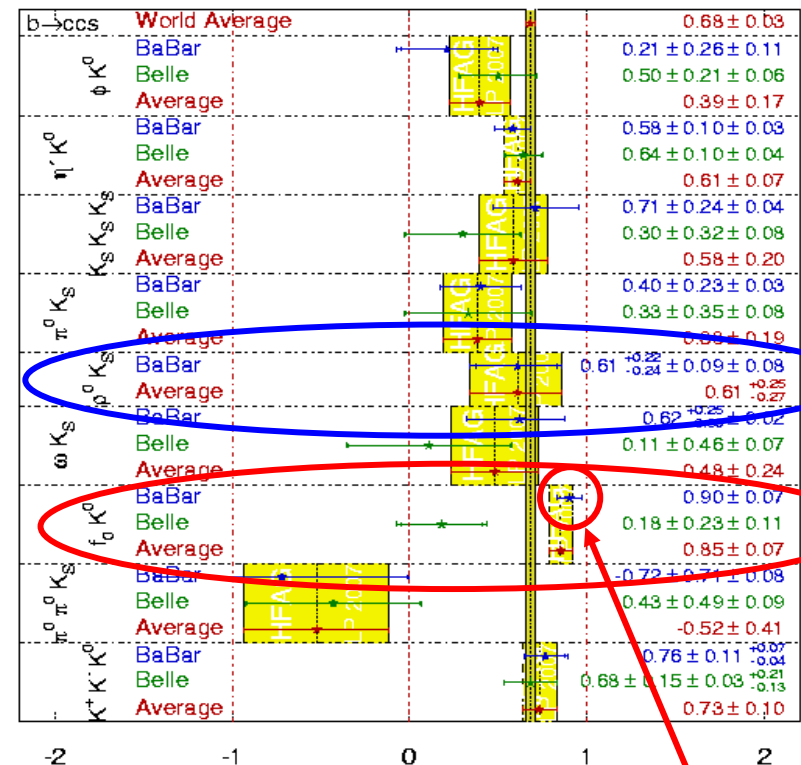
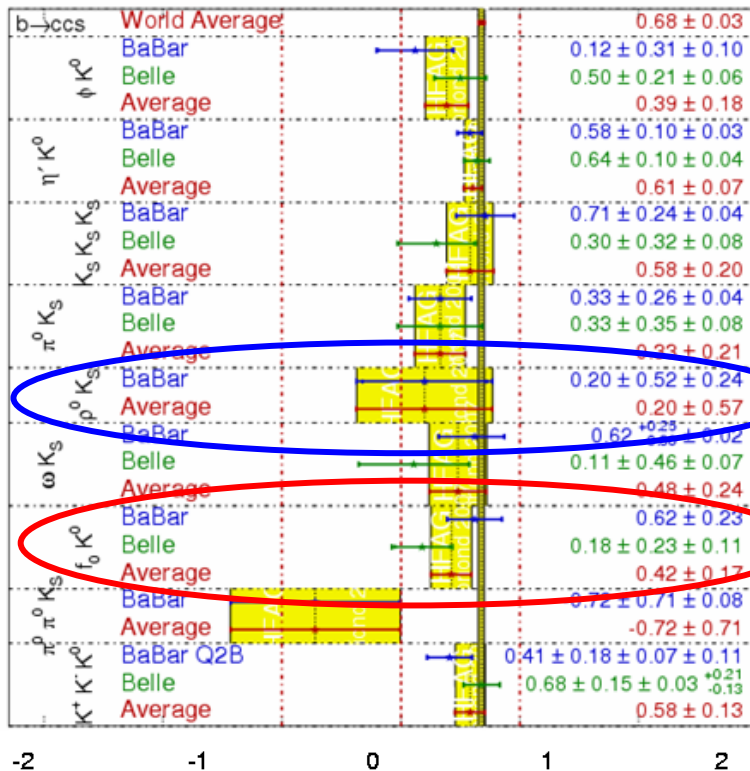
sin2β dans les pingouins: État des Lieux

L'hiver 2007

L'été 2007

$\sin(2\beta^{\text{eff}}) \equiv \sin(2\phi_1^{\text{eff}})$ **HFAG**
Moriond 2007
PRELIMINARY

$\sin(2\beta^{\text{eff}}) \equiv \sin(2\phi_1^{\text{eff}})$ **HFAG**
LP 2007
PRELIMINARY

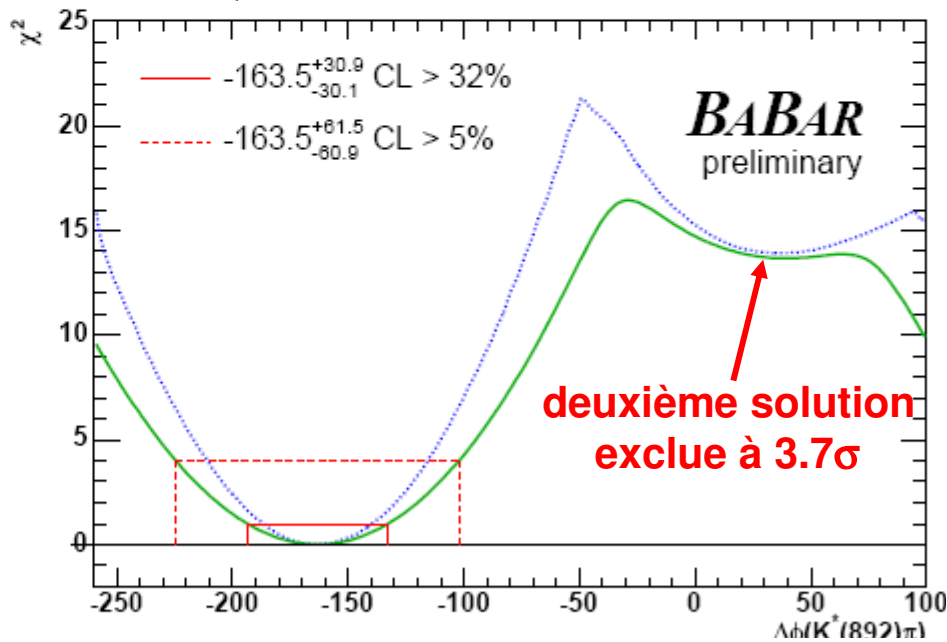


- Meilleure précision sur la mesure de $S(p^0(770)K_s)$
- Mesure de $S(f_0(980)K_s)$ brise vieille tendance et améliore précision

Notre mesure!

Les Paramètres Mesurés: Nouvelles Phases

$\Delta\phi[K^*(892)\pi]$ phase:



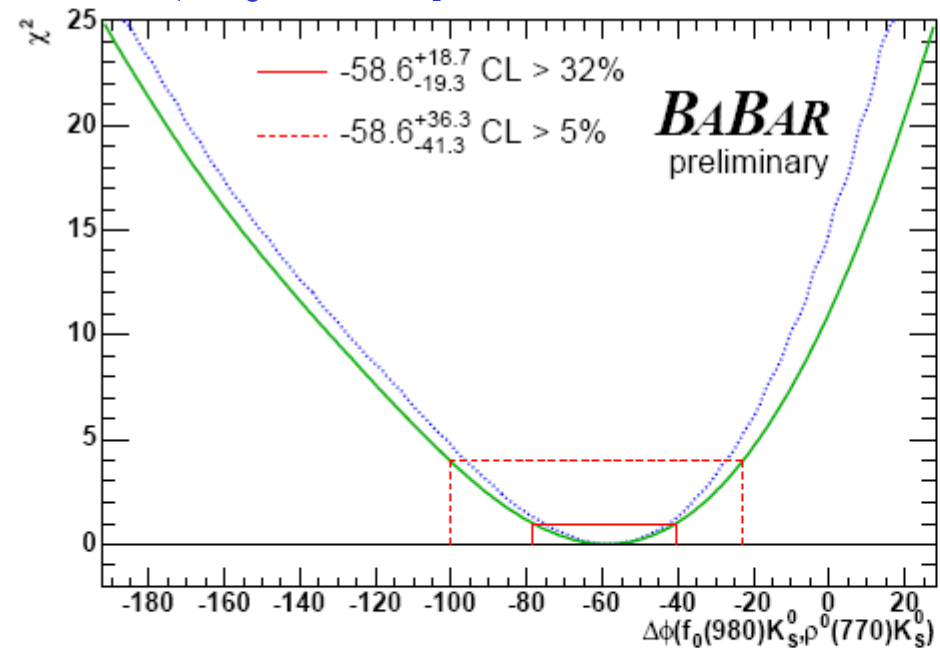
$$(-163.5^{+30.9}_{-30.1})^\circ (\text{stat} + \text{syst})$$

$$A(B^0 \rightarrow K^{*+} \pi^-) = e^{-i\gamma} T + P$$

$$A(\bar{B}^0 \rightarrow K^{*-} \pi^+) = e^{+i\gamma} T + P$$

Important pour mesurer γ

$\Delta\phi[f_0(980),\rho^0(770)]$ phase:



$$(-58.6^{+18.7}_{-19.3})^\circ (\text{stat} + \text{syst})$$

Observables mesurées
pour la première fois!

Les Paramètres Mesurés: Résumé

- Résultats préliminaires présentés à Lepton Photon 2007:

hep-ex/0708.2097

Paramètre	Valeur
$C[f_0(980)K_s^0]$	$0.35 \pm 0.27(\text{stat}) \pm 0.07(\text{syst}) \pm 0.04(\text{mod})$
$S[f_0(980)K_s^0]$	$-0.94^{+0.07+0.05}_{-0.02-0.03} (\text{stat} + \text{syst}) \pm 0.02(\text{mod})$
$2\beta_{\text{eff}}[f_0(980)K_s^0]$	$88.6^{+22}_{-20} (\text{stat}) \pm 5^\circ(\text{syst}) \pm 8^\circ(\text{mod})$
$C[\rho^0(770)K_s^0]$	$0.02 \pm 0.27(\text{stat}) \pm 0.08(\text{syst}) \pm 0.06(\text{mod})$
$S[\rho^0(770)K_s^0]$	$0.61^{+0.22}_{-0.24} (\text{stat}) \pm 0.09(\text{syst}) \pm 0.08(\text{mod})$
$2\beta_{\text{eff}}[\rho^0(770)K_s^0]$	$37.4^{+19}_{-17} (\text{stat}) \pm 5^\circ(\text{syst}) \pm 6^\circ(\text{mod})$
$A_{\text{cp}}[K^*(892)\pi]$	$-0.18 \pm 0.10(\text{stat}) \pm 0.03(\text{syst}) \pm 0.03(\text{mod})$
$\Delta\phi[K^*(892)\pi]$	$-164^{+24}_{-23} (\text{stat}) \pm 12^\circ(\text{syst}) \pm 15^\circ(\text{mod})$
$\Delta\phi[f_0(980), \rho^0(770)]$	$-59^{+16}_{-17} (\text{stat}) \pm 5^\circ(\text{syst}) \pm 6^\circ(\text{mod})$

Résumé

- **Mesures en $f_0(980)K^0_S$:**
 - $2\beta_{\text{eff}} = 0$ exclu à 4.3σ ,
 - $2\beta_{\text{eff}} = 180$ exclu à 3.9σ .
 - S à 2.1σ de $\sin 2\beta$
 - “Brise” la tendance dans modes pingouin
- **Première mesure de $2\beta_{\text{eff}}[\rho^0(770)K^0_S]$**
- **Première mesure de $\Delta\phi[K^*(892)\pi]$**
 - Solution miroir exclue à 3.7σ
 - Ingrédient important pour mesurer γ

Perspectives

- **Publication:**
 - Augmenter la statistique (Run 1-5 complet)
 - Quelques systématiques à revoir
 - Ajouter les mesures de Rapport d'Embranchement (quelques systématiques supplémentaires)
- **Analyse Phénoménologique du système $B \rightarrow K\pi\pi$ avec CKMFitter**
 - Contraindre le Triangle d'Unitarité avec des boucles
- **Soutenance en 2008**

Backup

Le Modèle Standard et La Matrice CKM

- SM:** Théorie de jauge des interactions forte et électrofaible. Avec groupe de symétrie,

$$SU(3)_c \otimes SU(2)_L \otimes U(1)_Y$$

Elementary Particles

Quarks	u up	c charm	t top	Force Carriers	γ photon
	d down	s strange	b bottom		g gluon
Leptons	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z boson	Z
	e electron	μ muon	τ tau		W boson

I II III
Three Families of Matter

Dans le secteur de quarks:
états propres de masse
 \neq
états propres de jauge

$$\begin{cases} L_{CC} = g V_{CKM}^{ij} \bar{u}_L^i \gamma_\mu d_L^j W^{\mu-} + h.c. \\ CP^{-1} L_{CC} CP = g (V_{CKM}^T)^{ij} \bar{d}_L^i \gamma_\mu u_L^j W^{\mu-} + h.c. \end{cases}$$

V_{CKM} Complexe \rightarrow

Violation de CP dans le SM

$$V_{CKM} V_{CKM}^\dagger = I$$

Mélange entre quarks est décrit par 3 paramètres réels et une phase

Expansion en puissances de λ jusqu'à ordre λ^3 avec $\lambda = \sin(\theta_{\text{cabibbo}}) \approx 0.22$

CKM matrix

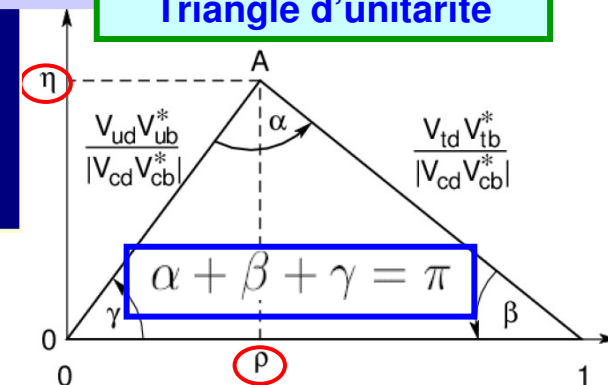
Wolfenstein parameterization:

$$\begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \simeq \begin{pmatrix} 1 - \frac{\lambda^2}{2} & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta) \\ -\lambda & 1 - \frac{\lambda^2}{2} & A\lambda^2 \\ A\lambda^3(1 - \rho - i\eta) & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix}$$

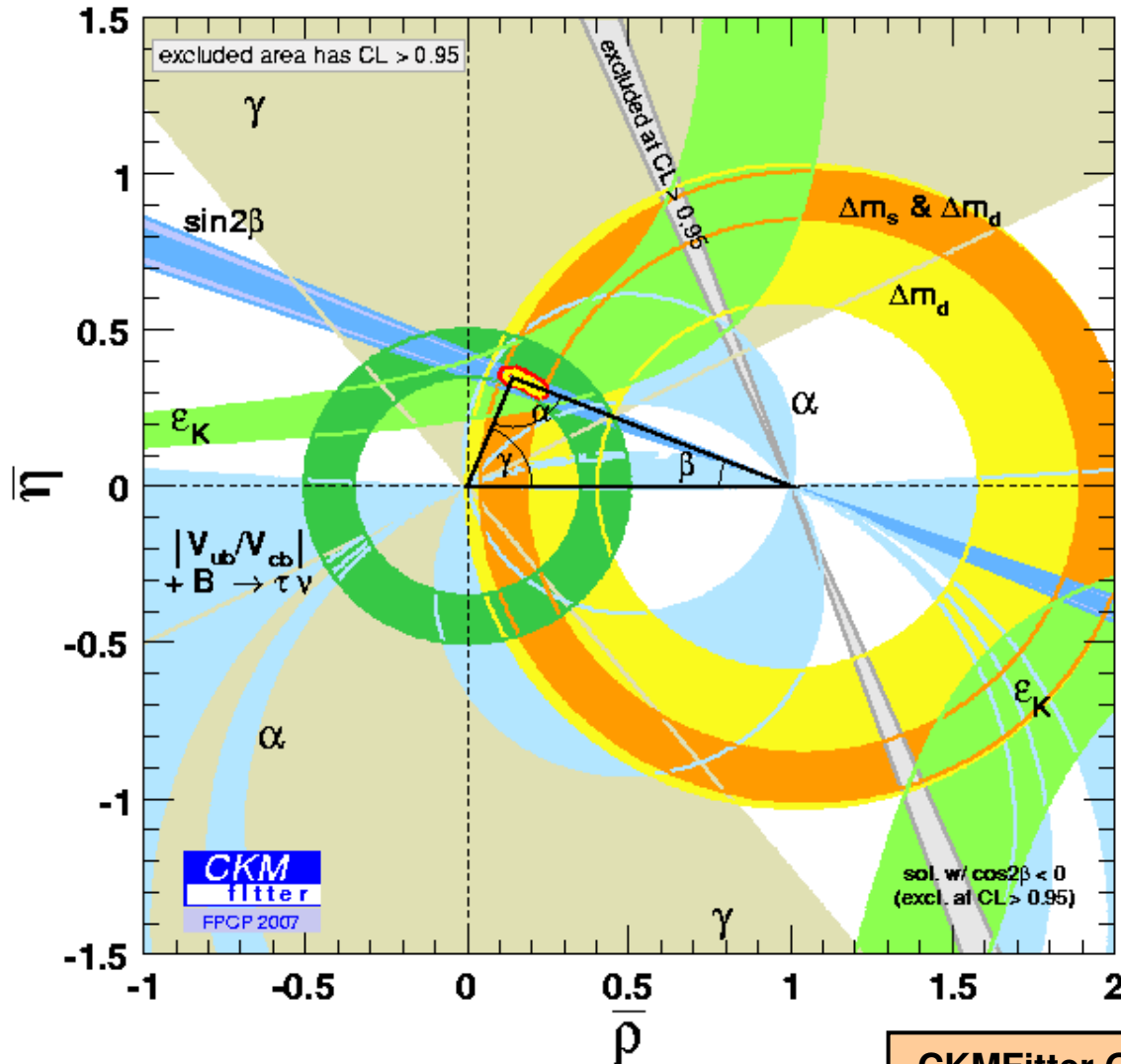
Structure hiérarchique expérimental

Violation de CP possible dans le SM seulement si $\eta \neq 0$

Triangle d'unitarité



Matrice CKM: État des Lieux



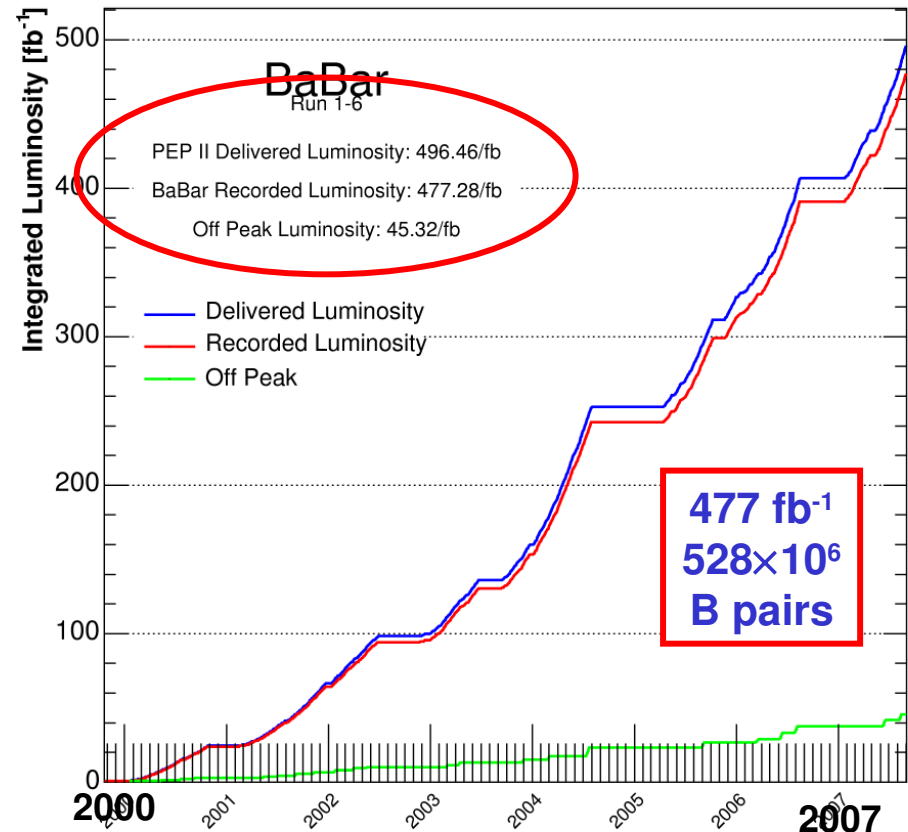
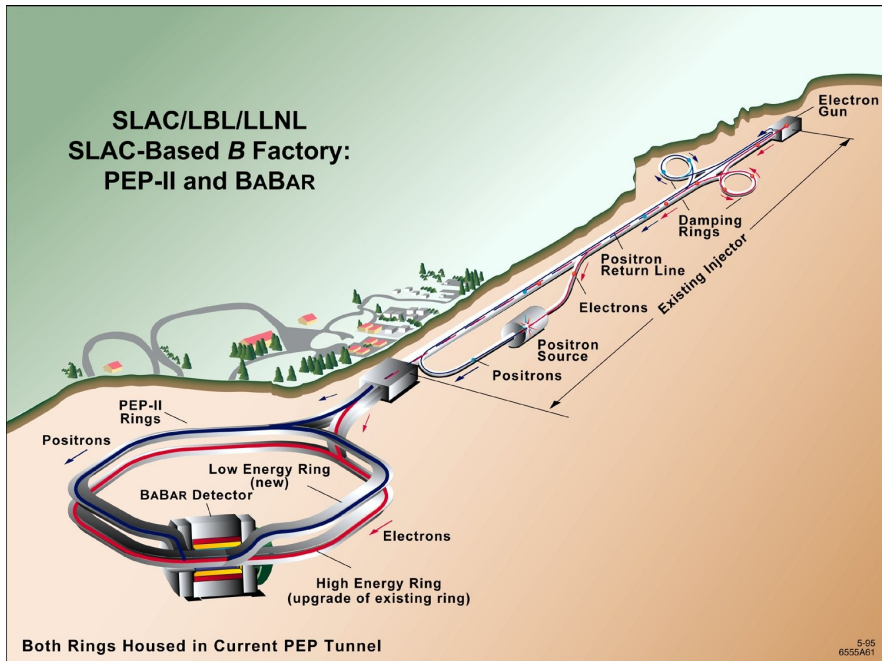
**Toutes les mesures sont compatibles entre elles
(Compatible avec le SM)**

Comparer les mesures "pur arbre" avec les mesures "pures boucles"

CKMFitter Group (J. Charles et al.) Eur. Phys. J. C41, 1-131 (2005)

PEP-II: Une Usine à B à SLAC

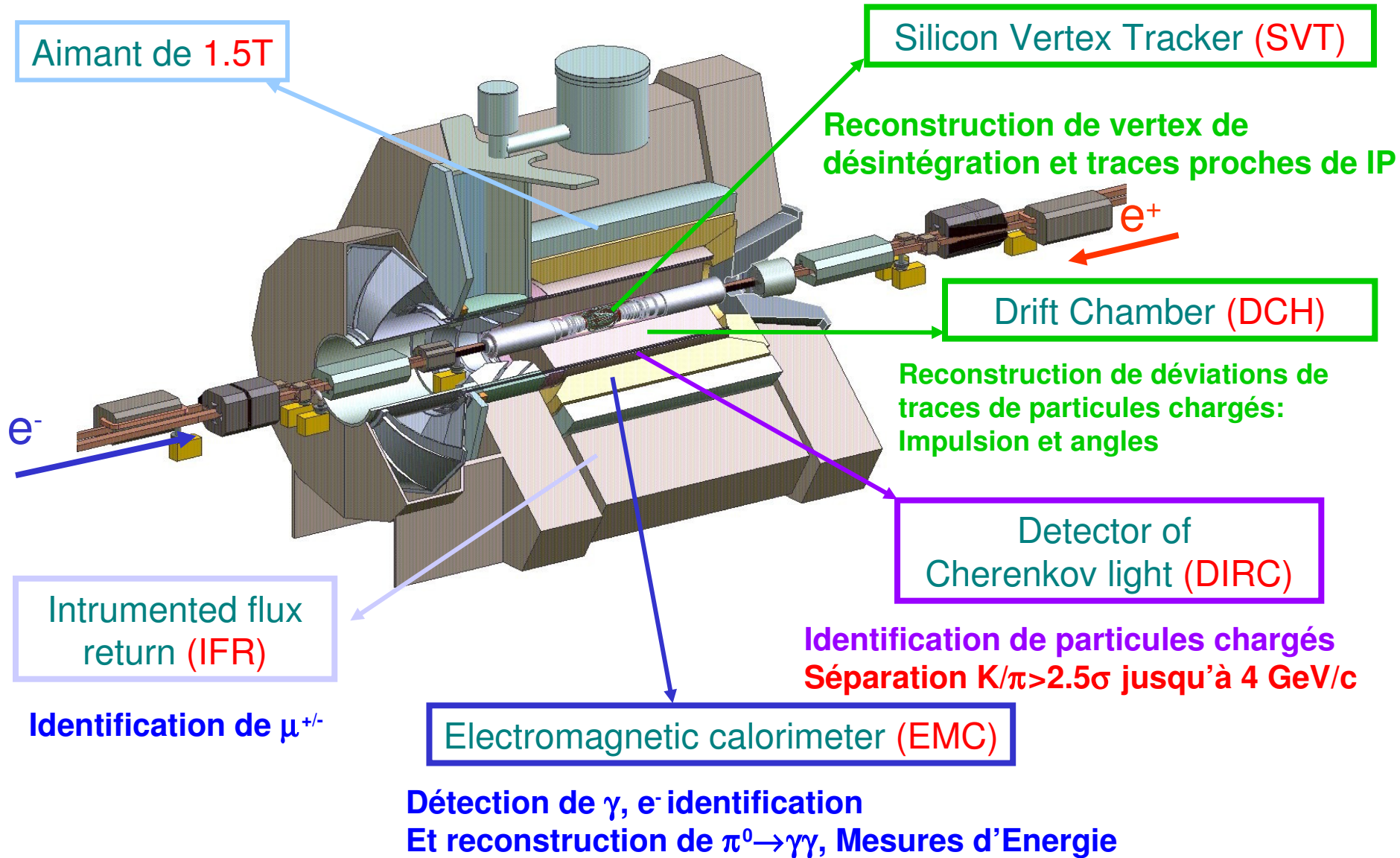
As of 2007/09/04 00:00



Collision de $e(9\text{GeV})/e^+(3.1\text{GeV})$
 $E_{\text{CM}} = m(Y(4S)) = 10.58\text{GeV}$
 $e^+e^- \rightarrow Y(4S) \rightarrow B/\text{anti-B}$
 presque au repos dans le CM
 Impulsion de $Y(4S)$ avec $\beta\gamma = 0.56$
 Bruit de Fond: $e^+e^- \rightarrow q/\text{anti-}q$ ($q = u, d, s, c$)

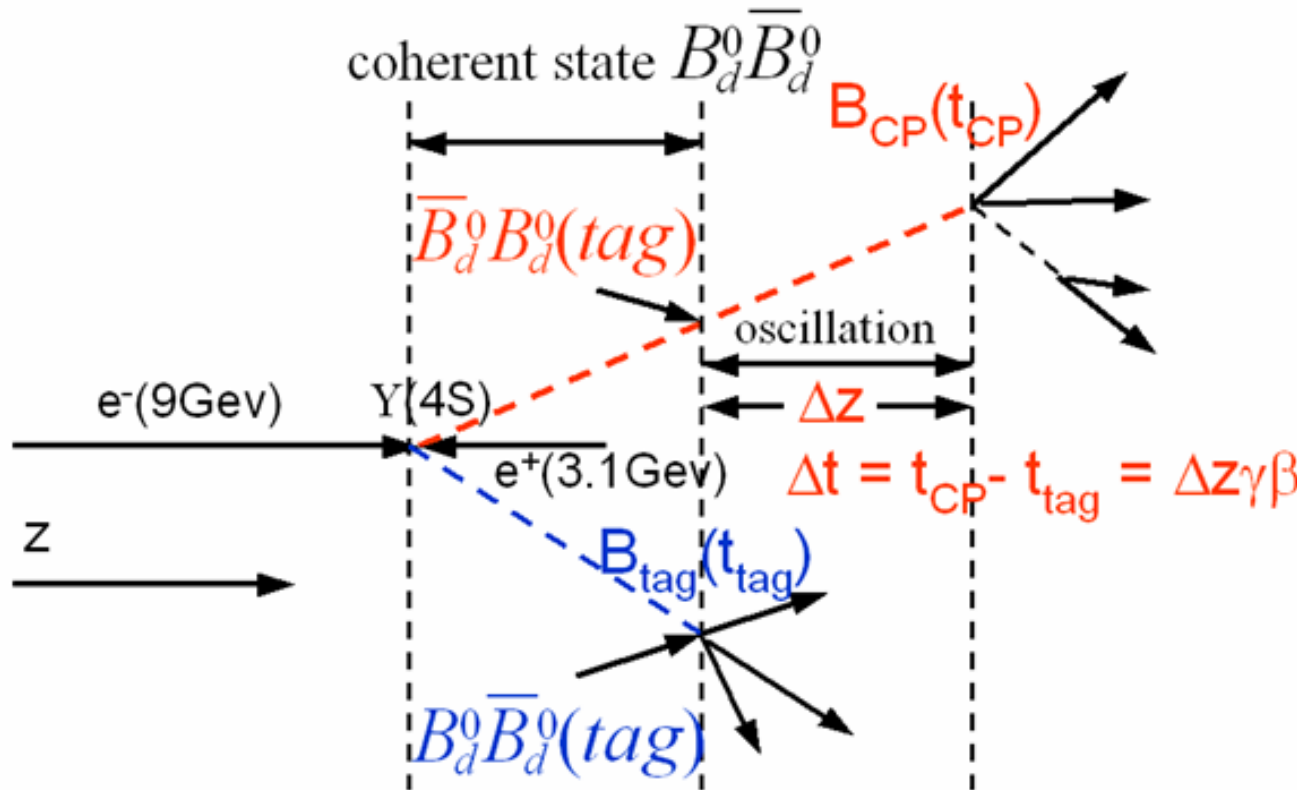
- On-Peak: \sqrt{s} au pic de $Y(4S)$
- Off-Peak: \sqrt{s} 40 MeV au-dessous

Le Détecteur BaBar



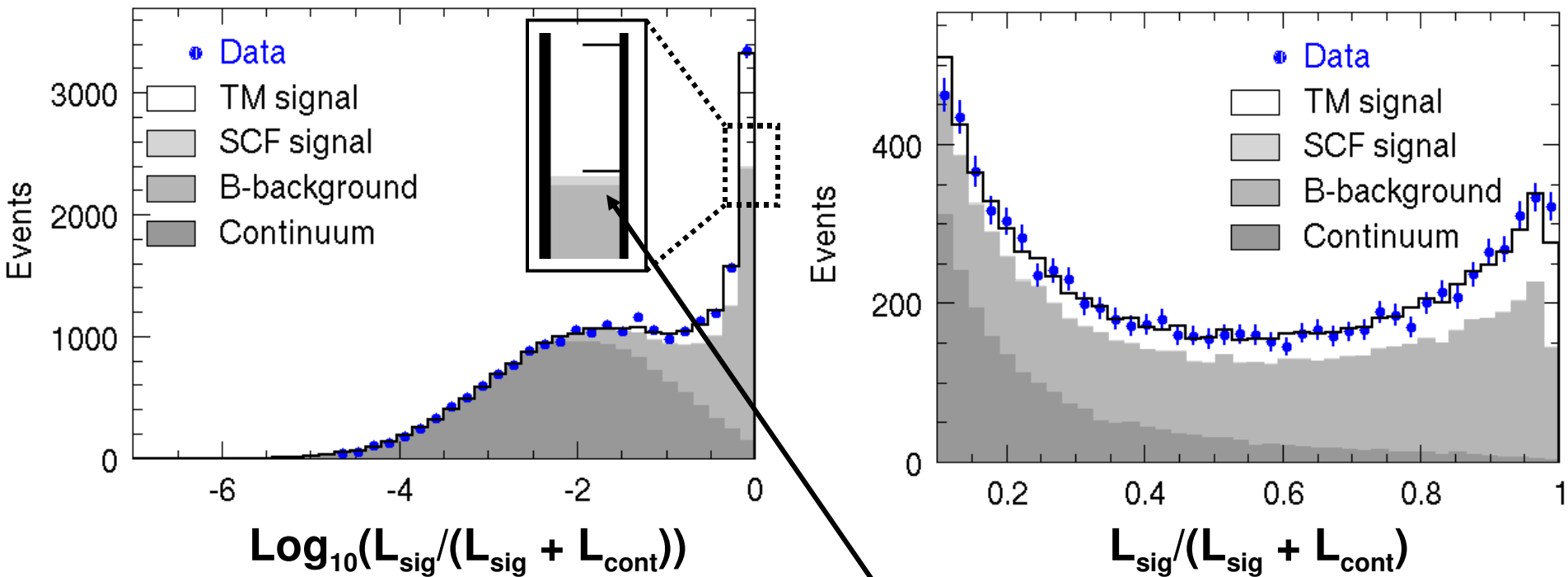
La mesure de Δt : Tagging et Vertexing

- Les Mésons B neutres produits dans un état cohérent B^0 anti- B^0
- Etiquetage de saveur du B signal avec le B partenaire
- Mesure de Δt à partir de Δz



Résultats de l'Ajustement

Rapport de Vraisemblance

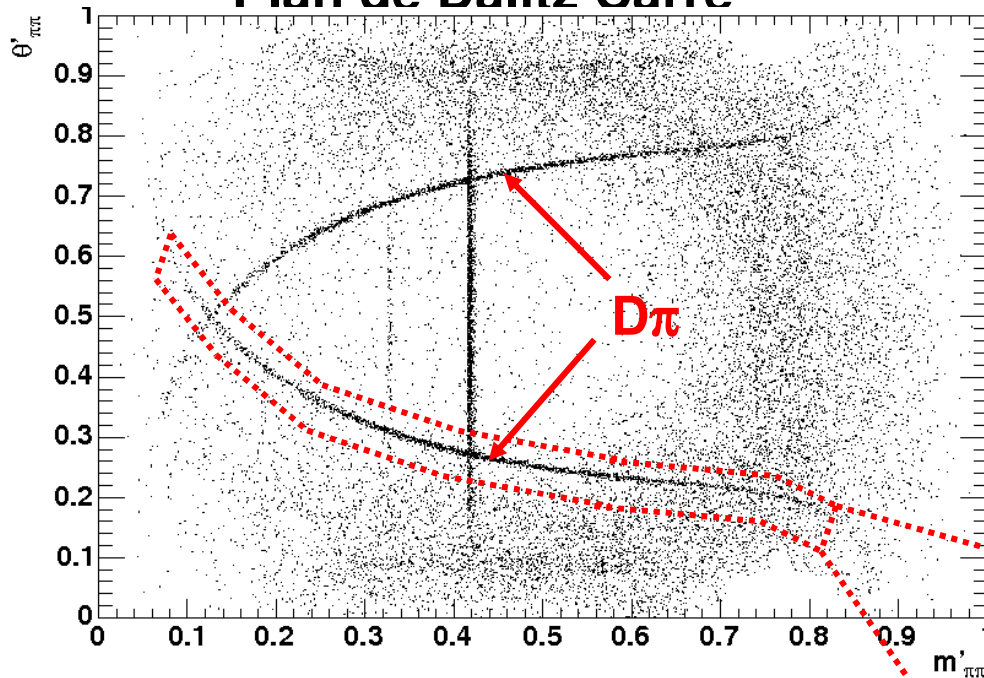


“Self Cross Feed”: signal mal reconstruit

(seulement ~2% du total)

Résultats de l'Ajustement

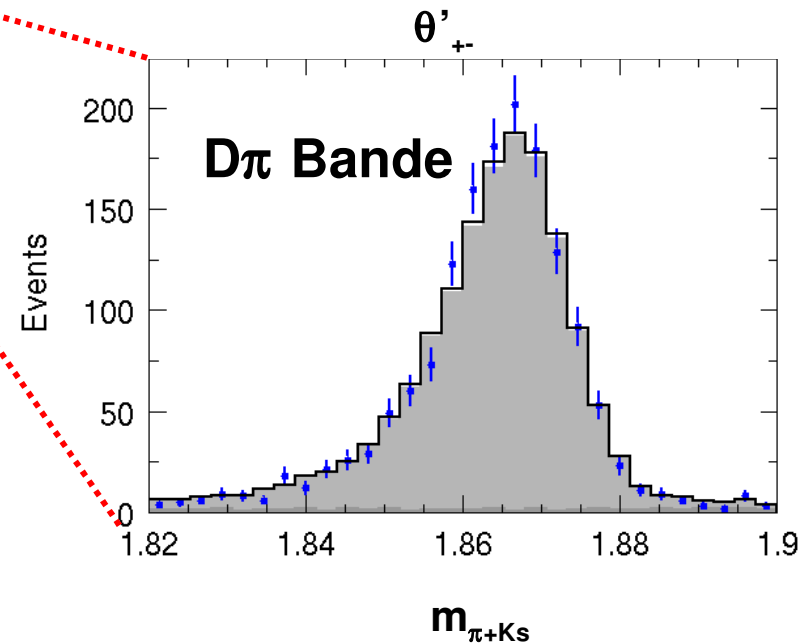
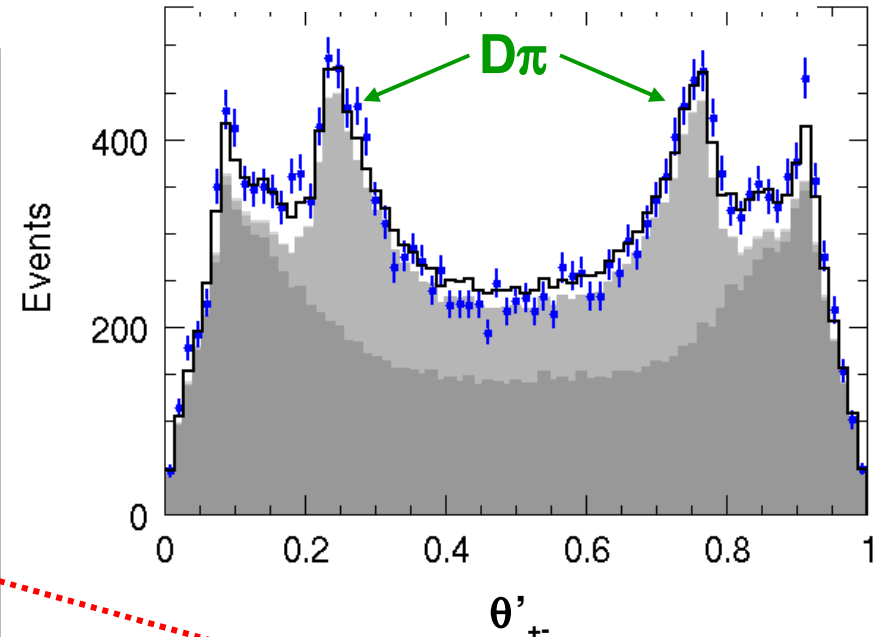
Plan de Dalitz Carré



Charm:

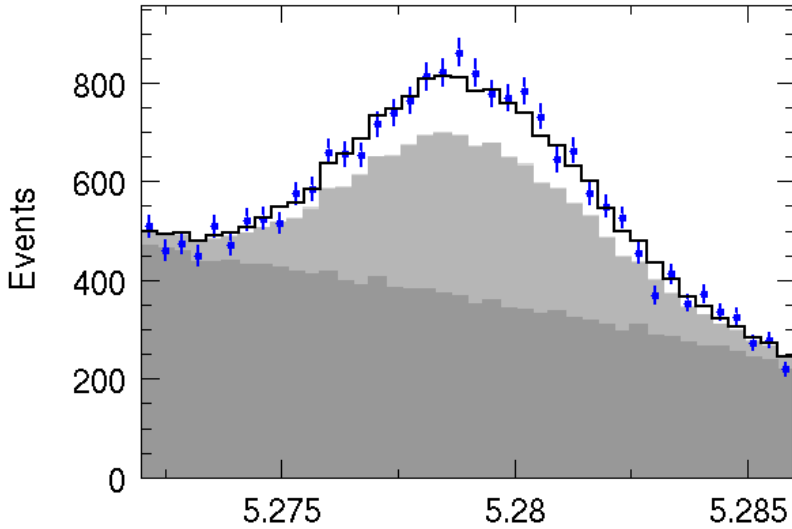
- Structure étroite.
- Ont des avantages techniques (Signal-Like)

Projection θ'_+



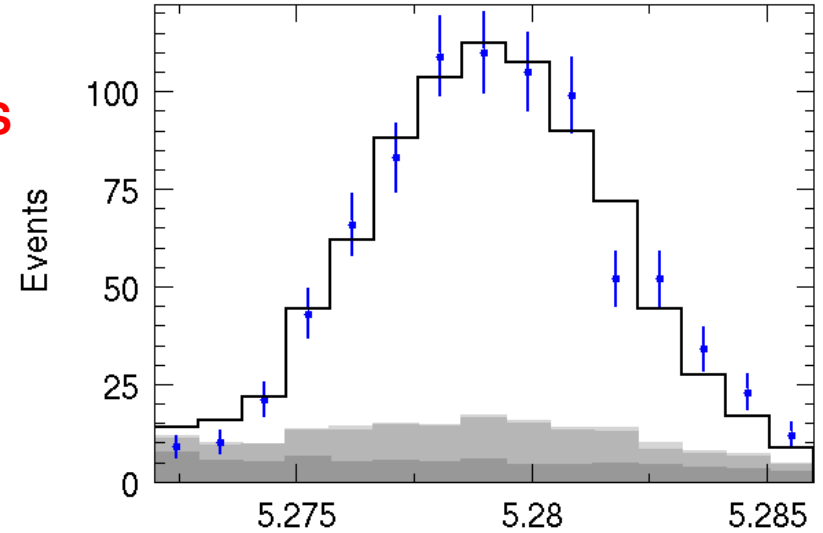
Résultats de l'Ajustement

Pas de coupures

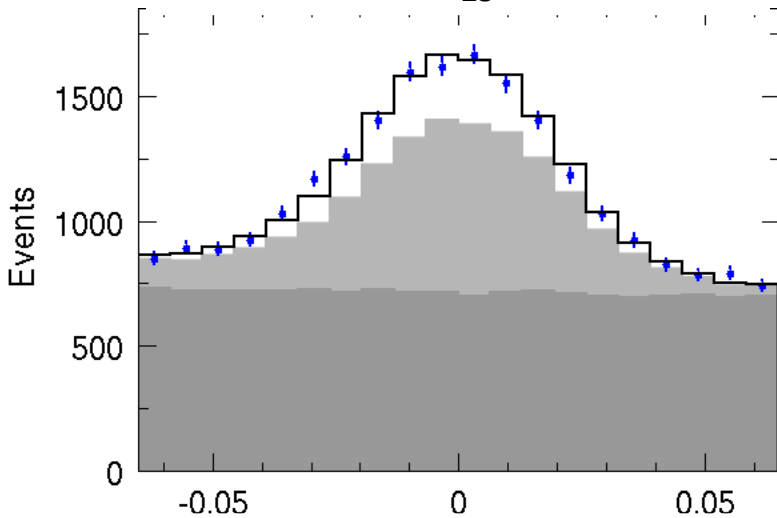


m_{ES}

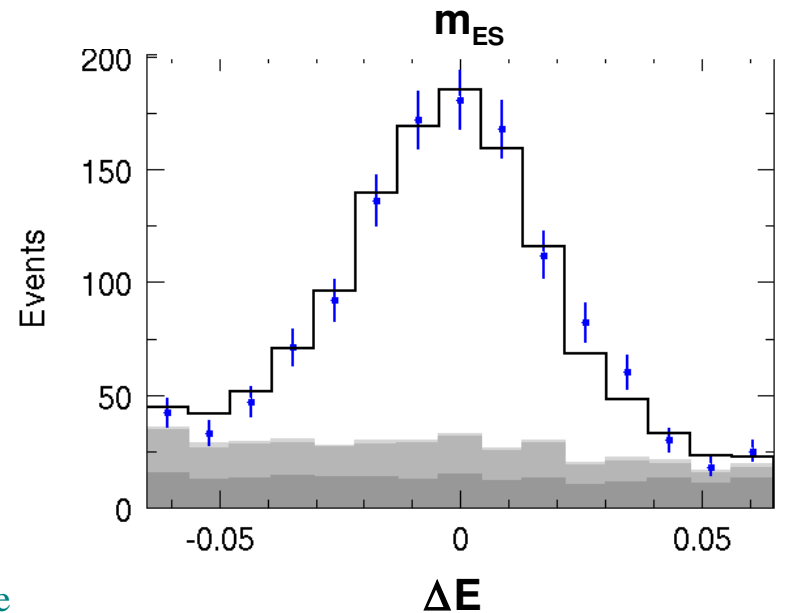
Région de signal



m_{ES}

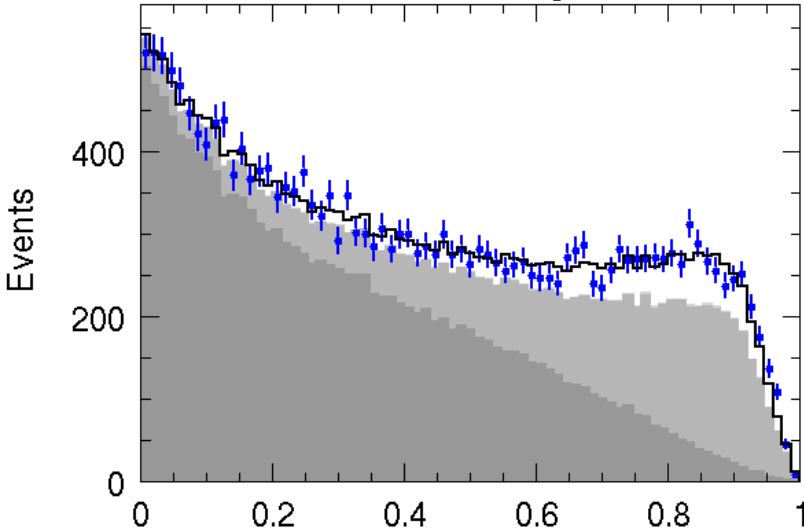


ΔE



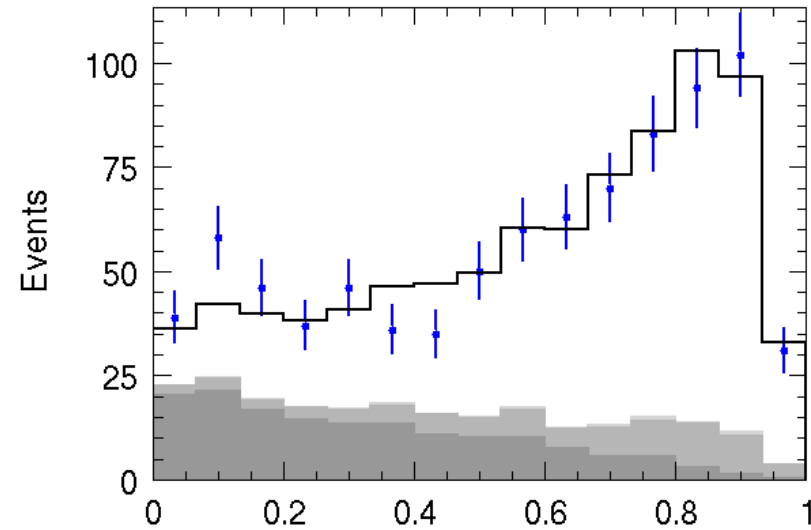
Résultats de l'Ajustement

Pas de coupures

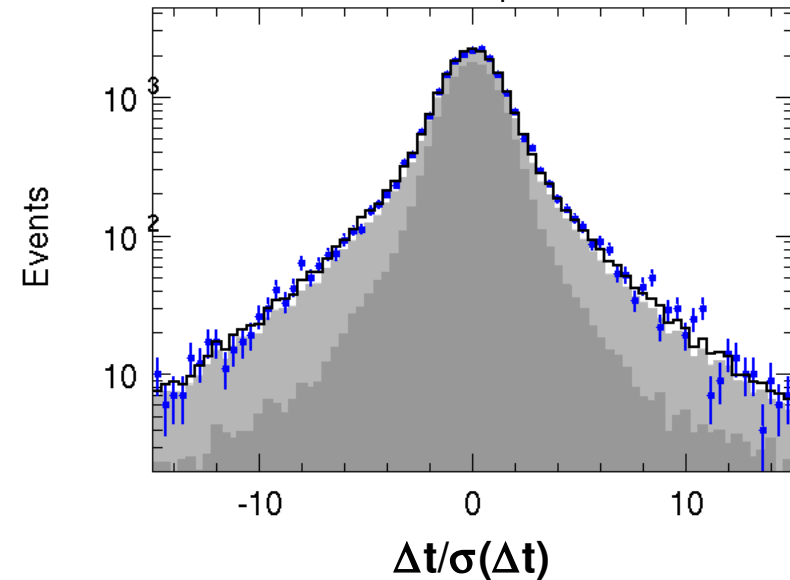


NN

Région de signal

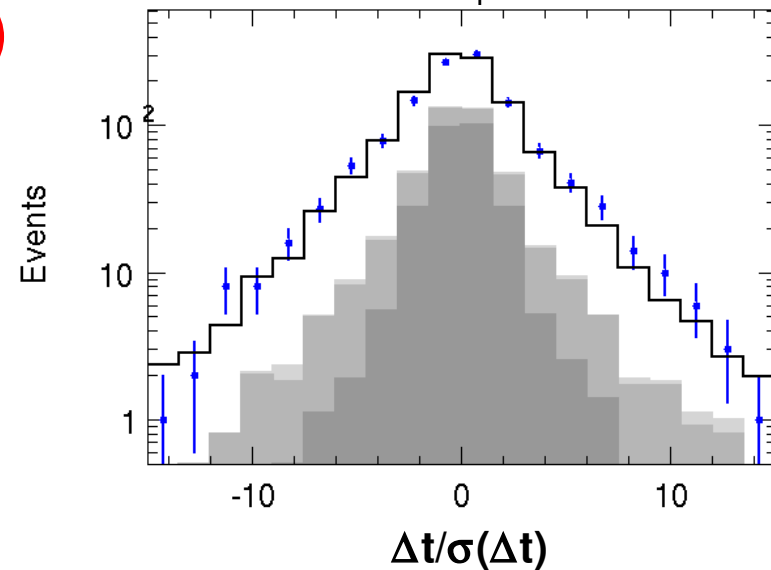


NN output

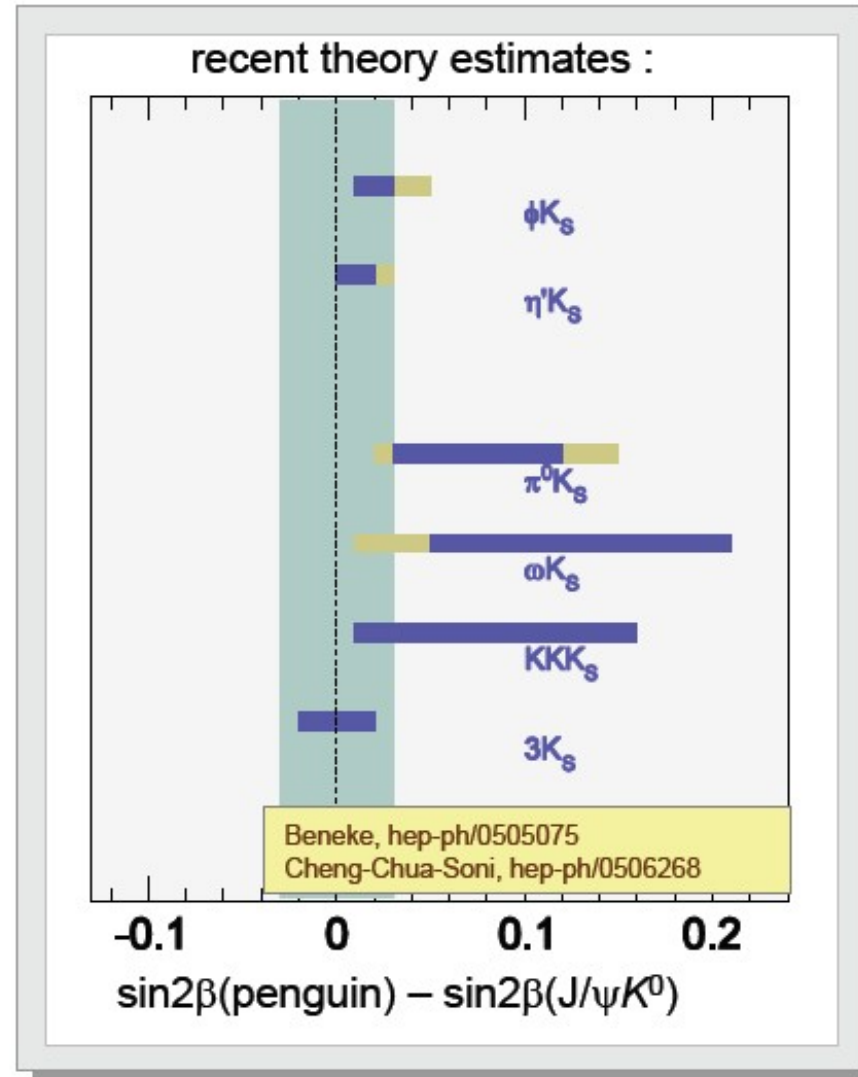
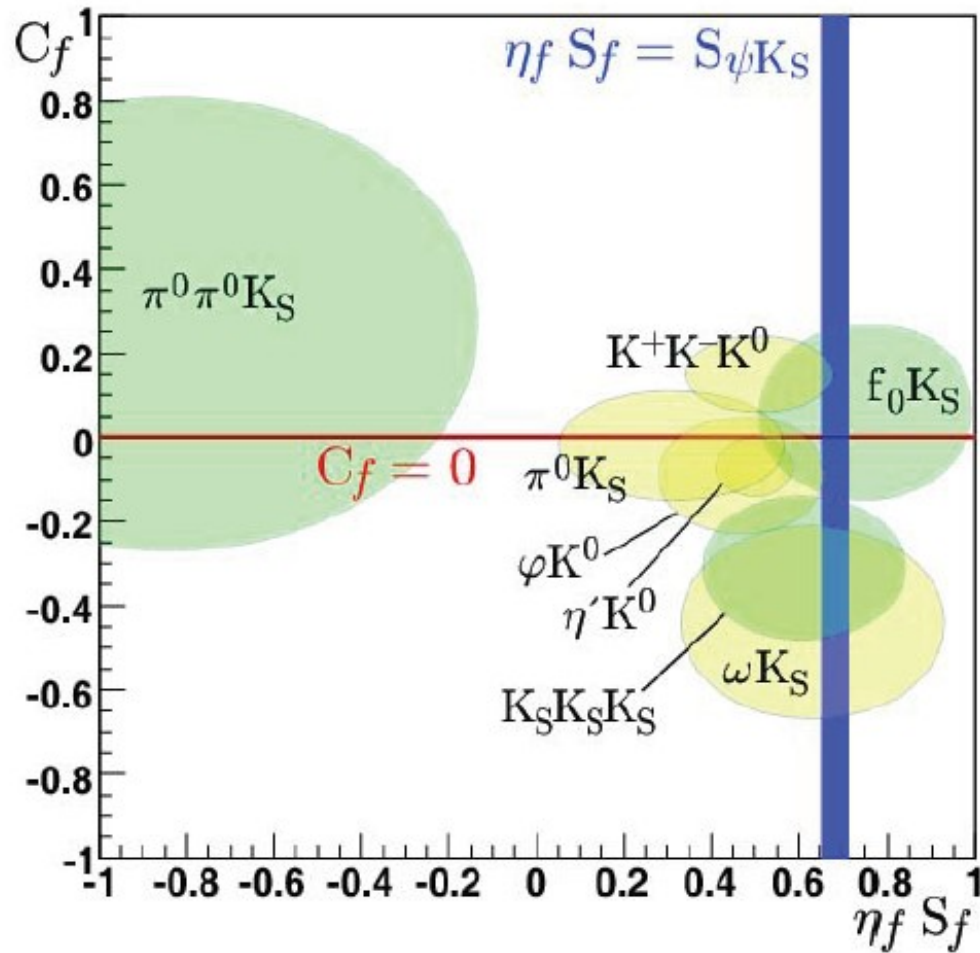


$\Delta t/\sigma(\Delta t)$

NN output



$b \rightarrow s$ penguins : summary



Les Variables Discriminantes

- **Les rapports S-B très faible dans le charmless ($\sim 1/12$)**
- **Quatre type de variables discriminantes:**
 - **Variables Cinématiques.** Ils utilisé de contraintes cinématiques pour discriminer entre signal et bruit de fond (q anti-q et bruit de fond B). Des coupures fortes ont été faites pour avoir une haute pureté de signal.
 - **Variables Topologiques.** Ils utilisé la forme de désintégration dans le CM pour séparer la signal de bruit de fond q anti-q.
 - **Le temps.** Le traitement du temps standard dans BaBar.
 - **Le Plan Dalitz.**

Les Variables Cinématiques et Topologiques

■ Cinématique:

- $m_B^2 = (E_{rec}^*)^2 - (p_{rec}^*)^2$

- $E_{faceaux}^*/2 = E_{rec}^*$

On peut faire les définitions suivantes:

■ $m_{ES}^2 = (E_{faceaux}^*/2)^2 - (p_{rec}^*)^2$

- m_{ES} est connue avec une meilleure résolution que m_B .

- Distribution étroite autour de la masse de B pour la signal

- On choisit $5.272 < \Delta E < 5.286$ GeV

■ $\Delta E = E_{faceaux}^*/2 - E_{rec}^*$

- ΔE a une fois bonne résolution que m_{ES} .

- Distribution centrée a zéro pour la signal

- On choisit $-65 < \Delta E < 65$ MeV

■ Topologique:

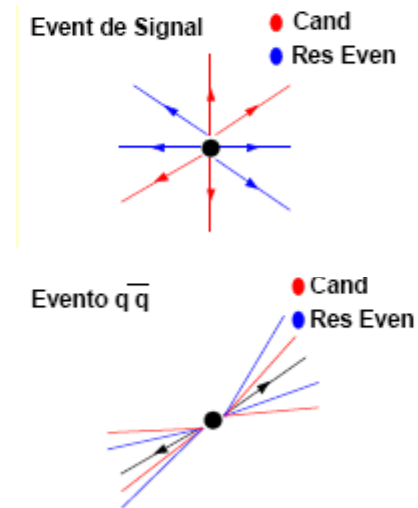
- $\cos b_m$. Angle entre l'axe du candidat et l'axe du détecteur.

- $\cos b_t$. Angle entre l'axe du candidat et l'axe du ROE.

- $L_0 = \sum_i p_i^*$, $L_2 = \sum_i p_i^* |\cos \theta_i^*|^2$, somme sur ROE.

NN, Réseau neurologique, fonction non-linéaire de $\cos b_m$, $\cos b_t$, L_0 et L_2 .

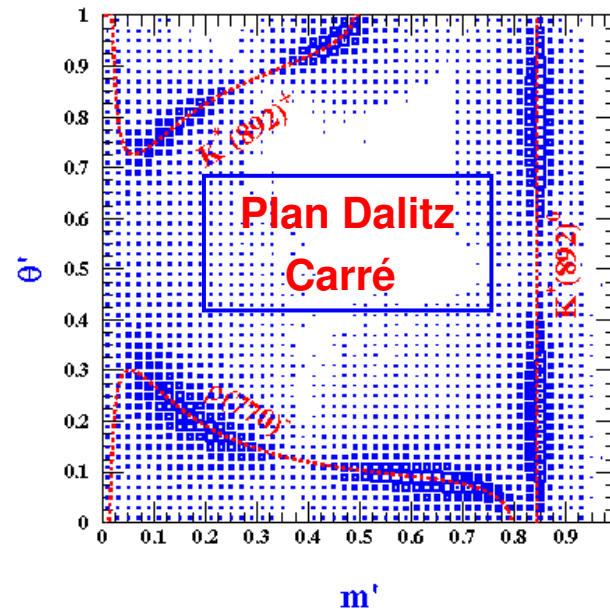
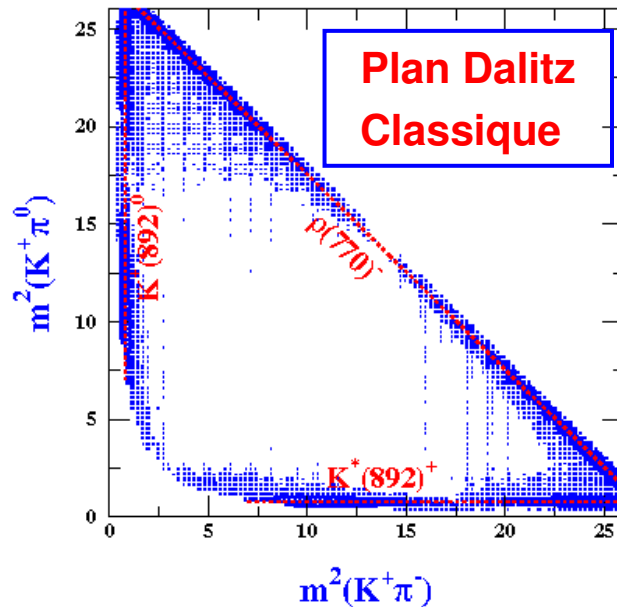
- On a choisit $NN > -0.4$



Le Plan Dalitz Carré (SDP)

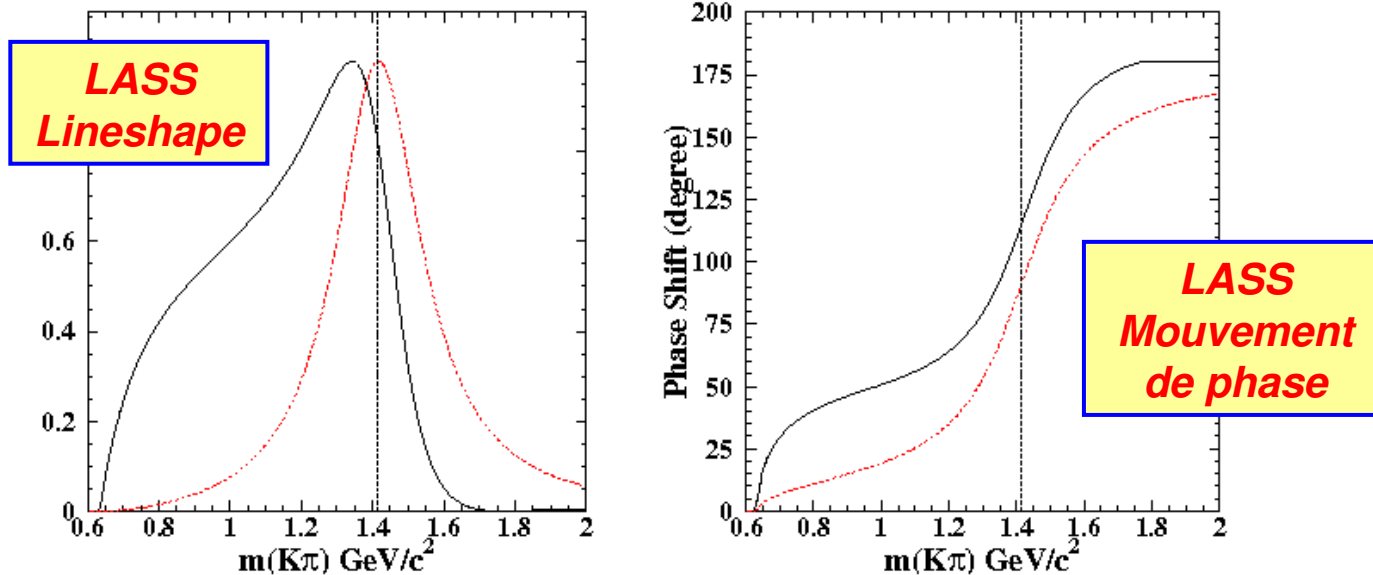
- Masses de ρ et K^* petite par rapport à la masse du B
- Les événements de signal distribues aux bords du DP
- Le bruit de Fond q anti- q aussi
- Transformation non linéaire de masse et hélicité $\pi^+ \pi^-$

$$m' \equiv \frac{1}{\pi} \arccos \left(2 \frac{m_{+-} - m_{+-}[\min]}{m_{+-}[\max] - m_{+-}[\min]} - 1 \right), \quad \text{and} \quad \theta' \equiv \frac{1}{\pi} \theta_{+-}$$



Les lineshapes des composantes

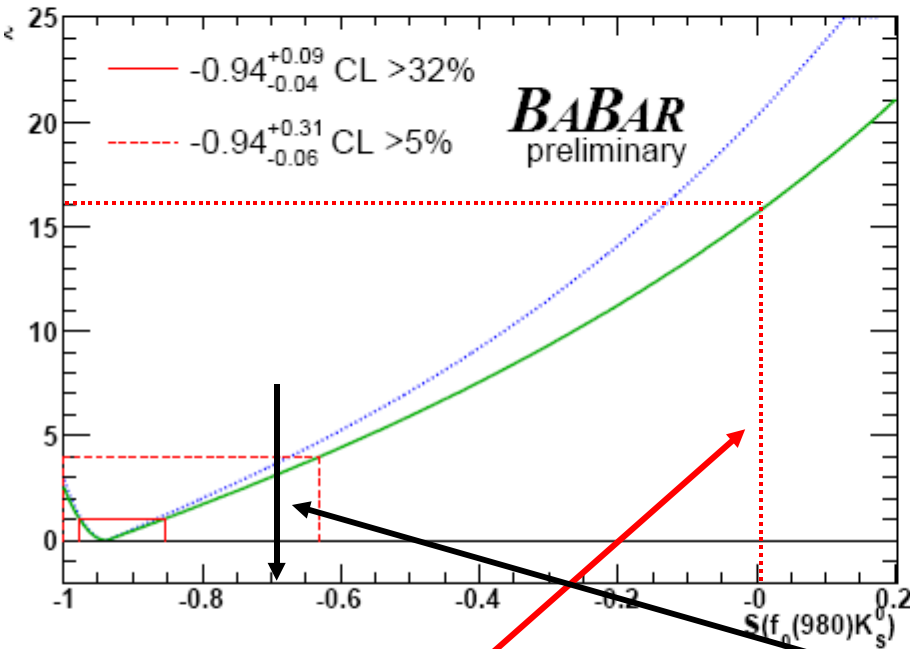
- Pour $\rho^0(770) K_S^0$, on utilise un lineshape Gounaris-Sakurai. Pour $f_0(980)K_S^0$, $\chi_{c0}K_S^0$ et $K^*(892)\pi$ un Relativistic Breit-Wigner
- Pour $K^*(1430)\pi$ (l'Onde S $K\pi$) on utilise le lineshape LASS.



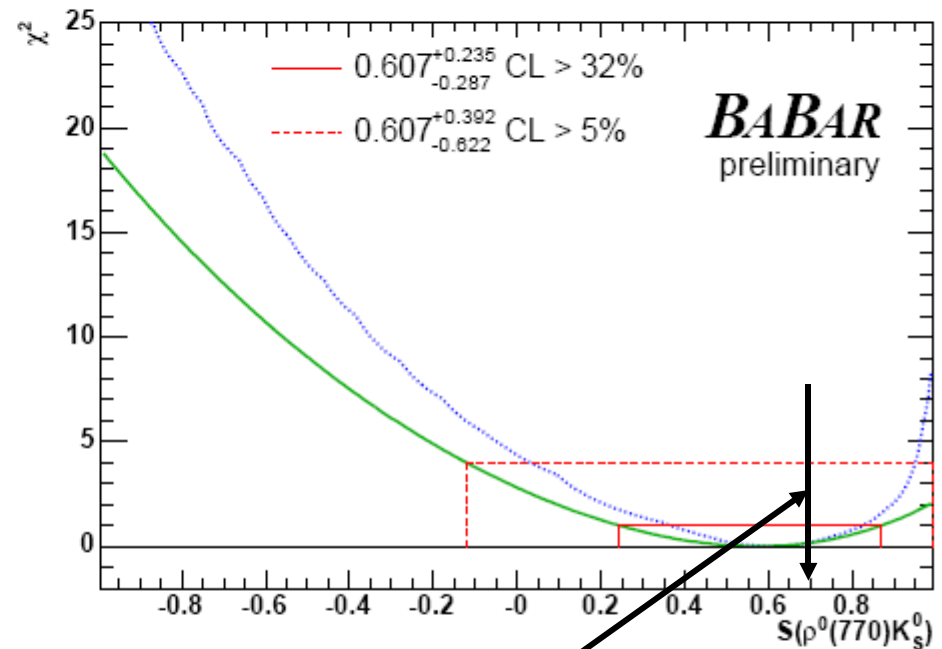
- La présence de $f_x(1300)K_S^0$ et $f_2(1270)K_S^0$ non attendue, mais améliore considérablement le fit (voir plus tard)
- La composante Non résonante a une lineshape plat sur tout le plan Dalitz.

Les Paramètres Mesurés: S

$S[f_0(980)K_s^0]$



$S[\rho^0(770)K_s^0]$



**Absence de violation de CP
exclue à $\sim 3.9\sigma$**

S modes GOLDEN

$$(-0.94^{+0.09}_{-0.04})^0 \text{ (stat + syst)}$$

$$(0.61^{+0.24}_{-0.29})^0 \text{ (stat + syst)}$$

Analyses phénoménologiques avec le système $K^*\pi$

Le Système $K\pi$ (thèse Julie)

- **Inconnues:**
 - 11 paramètres QCD et 2 CKM.
 - Des hypothèses théoriques peuvent réduire les inconnues
 - **Canaux:**
 - $B^+ \rightarrow K^0\pi^+$.
 - $B^+ \rightarrow K^+\pi^0$.
 - $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$.
 - $B^0 \rightarrow K^0\pi^0$.
- 4 BF, 4 DCPA et 1 S,
9 observables au total.
- Système non contraint...**

Le Système $K^*\pi$

- **Inconnues: même nombre que pour $K\pi$**
 - **Canaux:**
 - $B^0 \rightarrow K^0\pi^0\pi^0$.
 - $B^+ \rightarrow K^0\pi^0\pi^+$. (Jennifer, Jacques)
 - $B^0 \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$. (Alejandro, Eli, José)
 - $B^+ \rightarrow K^+\pi^0\pi^0$.
 - $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$. (Jacques, José)
 - $B^+ \rightarrow K^+\pi^-\pi^+$.
- 4 BF, 4 DCPA, 1 S,
 $\Delta\phi[K^*(892)\pi]$, plus 4 autres phases
Plusieurs mesures redondantes.
- Système Surcontraint!**

Succès et faiblesses du SM

■ Succès:

- Le SM est en très bien accord avec toutes les mesures expérimentales jusqu'à la date.

■ Faiblesses: beaucoup des questions ouvertes

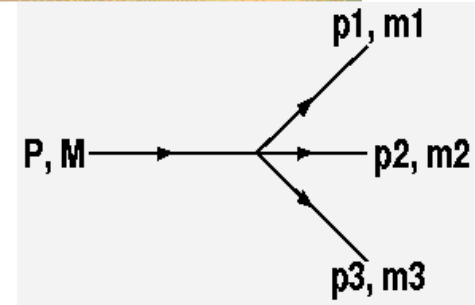
- Le Boson de Higgs n'a pas été observé
- Les 3 interactions que le SM décrit ne sont pas unifiées, et n'y incluent pas l'interaction gravitationnelle
- Le nombre de familles, nombre de particules élémentaires et leurs masses ne sont pas expliqués
- Des résultats obtenus provenant des études de cosmos montrent la présence de substances pas incluses dans le SM: la "Matière Noire" et "l'Énergie Noire"
- L'hierarchie dans la matrice CKM n'est pas prédite
- Le mécanisme de violation de CP dans le SM n'explique pas la asymétrie matière antimatière à grande échelle

Le SM peut être une réduction effective d'une théorie globale

- Les expérimentalistes sont en train d'observer de la physique au-delà du SM avec les données prises jusqu'à la date
- Les Théoriciens sont en train de construire de nouveaux modèles ("Modèles de Nouvelle Physique")

Le Plan de Dalitz (DP):

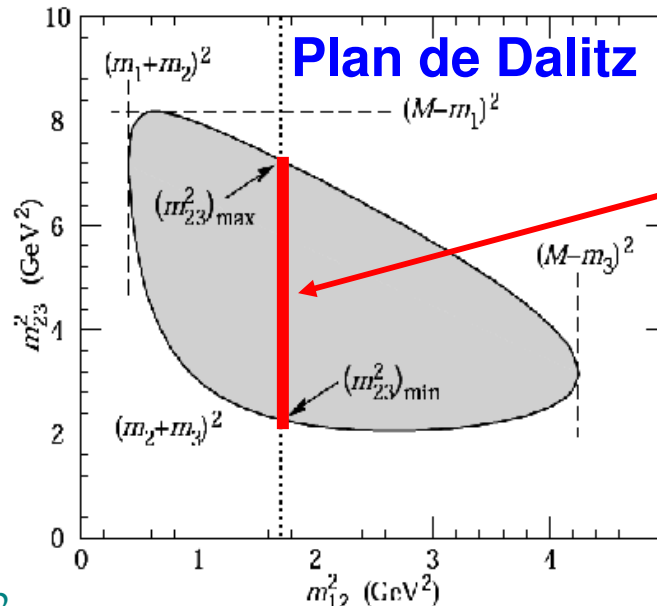
- En principe dans une désintégration à 3 corps on a besoin de 12 paramètres



- La conservation de l'impulsion (4 contraintes) les réduit à 8
- Masses de l'état final (3 constraints) les réduit à 5
- 3 angles sans contenu physique, les réduit à 2

Pour décrire la désintégration on choisit les masses invariantes à 2 corps

$$m_{ij}^2 = (p_i + p_j)^2$$



Résonance
 $P \rightarrow P_{res} + p_3$
 $P_{res} \rightarrow p_1 + p_2$

Mesures Existantes

Time-dependent

\overline{CP} parameters	BaBar hep-ex/0408095	Belle hep-ex/0507037
$S(f_0(980)K_S^0)$	$-0.95_{-0.23}^{+0.32} \pm 0.10$	$-0.47 \pm 0.36 \pm 0.08$
$C(f_0(980)K_S^0)$	$-0.24 \pm 0.31 \pm 0.15$	$-0.23 \pm 0.23 \pm 0.13$
$S(\rho^0(770)K_S^0)$	$0.20 \pm 0.52 \pm 0.24$	—
$C(\rho^0(770)K_S^0)$	$0.64 \pm 0.41 \pm 0.20$	—

	<u>Time-integrated</u>	<u>Time-integrated</u>
$B(B^0 \rightarrow \text{Mode})[10^{-6}]$	BaBar Q2B PRD 73, 031101	Belle DP PRD 75, 012006
$K_S^0 \pi^+ \pi^-$	$43.0 \pm 2.3 \pm 2.3$	$47.5 \pm 2.4 \pm 3.7$
$f_0(980)(\rightarrow \pi^+ \pi^-)K_S^0$	$5.5 \pm 0.7 \pm 0.5 \pm 0.3$	$7.6 \pm 1.7 \pm 0.7_{-0.7}^{+0.5}$
$\rho^0(770)K_S^0$	—	$6.1 \pm 1.0 \pm 0.5_{-0.4}^{+0.6}$
$K^{*+}(892)\pi^-$	$11.0 \pm 1.5 \pm 0.5 \pm 0.5$	$8.4 \pm 1.1 \pm 0.8_{-0.4}^{+0.6}$
$K_0^{*+}(1430)\pi^-$	—	$49.7 \pm 3.8 \pm 6.7_{-4.8}^{+1.2}$
nonresonant $K_S^0 \pi^+ \pi^-$	$< 2.1 @ 90\% \text{ CL}$	$19.9 \pm 2.5 \pm 1.6_{-1.2}^{+0.7}$
$\mathcal{A}_{CP}(K^{*+}\pi^-)$	$-0.11 \pm 0.14 \pm 0.05$	—

- Both agree reasonably well
 - Discrepancy in the nonresonant contribution
 - Belle also observes structure near 1.3 GeV/c² in the $\pi^+\pi^-$ spectrum

Data Set

■ Signal MC (SP8):

- Non resonant (5401K events)
- $B^0 \rightarrow f_0(980) K^0_S$ (134K events)
- $B^0 \rightarrow \rho^0(770) K^0_S$ (143K events)
- $B^0 \rightarrow K^*(892)\pi$ (134K events)
- Dalitz plot model, with interference
- B Background MC. See

(<http://www.slacstanford.edu/BFROOT/www/Organization/CollabMtgs/2007/detFeb07/Thur1b/aperez.pdf>)

- Generic charge and Neutral
- Exclusive Modes

■ Data

- On/off resonance

Run 1-5

386x10⁶ (B anti-B)

R18b BToCPP skim
with BToCPP__K_S0pi
+pi-
tagbit

Processed with QnBUser package in analysis-32

Event Selection

- π candidates from GoodTrackLoose list
- K^0_S candidates from KsDefault list
- B^0 candidates vertexed using TreeFitter
- $5.272 < m_{ES} < 5.286$ GeV
- $-65 < \Delta E < 65$ MeV

- $|\Delta t| < 20$ ps
- $\sigma(\Delta t) < 2.5$ ps

- $|M(K^0_S) - M(K^0_S)_{PDG}| < 15$ MeV
- “lifetime significance” > 5
- $\cos(K^0_S, K^0_S \text{ daughters}) < 0.999$

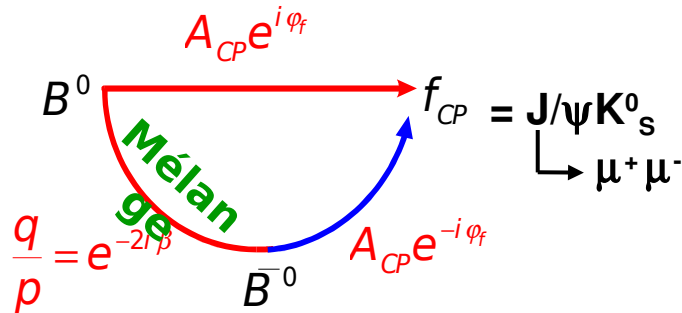
- $NN > -0.4$
- PID requirements to separate from Kaons and reject Leptons

Total Efficiency $\cong 25\%$

Multiple candidate: we select the candidate arbitrarily, in order not to bias the ΔE distribution:

$\text{Mod}(\text{timeStamp}, n\text{Cands})$

Asymétrie CP Dépendent de temps



Asymétrie dépendent de temps

$$A_{f_{CP}}(t) = \frac{\Gamma(B^0 \rightarrow f_{CP}) - \Gamma(B^{\bar{0}} \rightarrow f_{CP})}{\Gamma(B^0 \rightarrow f_{CP}) + \Gamma(B^{\bar{0}} \rightarrow f_{CP})}$$

$$= -\eta_{CP} [S_{f_{CP}} \sin(\Delta m t) - C_{f_{CP}} \cos(\Delta m t)]$$

$$A_{CP}[J/\psi K_s^0](t) = \sin(2\beta) \sin(\Delta m_d t)$$

$$\sin(2\beta) = 0.647 \pm 0.026$$

