

Phénoménologie de $(g-2)_\mu$ [MB,LdB]

- Le moment magnétique anormal du muon est mesuré à BNL à plus de 3 à 4 σ de son estimation théorique.
- Nouvelles mesures de $(g-2)_\mu$ prévues à FNAL et J-Parc avec une précision améliorée d'un facteur 4 vs BNL

D'où : nécessité de réduire drastiquement les erreurs dues aux contributions de QCD non-perturbative (« Hadronic Vacuum Polarization » et « light-by-light ») à $(g-2)_\mu$

- Réduire l'erreur sur la HVP
- Résoudre le « e^+e^- vs τ » puzzle

Régime non perturbatif de QCD

Traitement des Effets non-perturbatifs

- Modele : HLS(contraintes de QCD)+ **Brisures Sym.**
- A une boucle : **mélange dynamique** (ρ, ω, ϕ)
- Modèle permet un fit **simultané** de **toutes les données** $\{e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-/\pi^0\gamma/\eta\gamma/ \pi^+\pi^-\pi^0/K^+K^-/K_LK_S\}$ & celles du spectre dipion dans $\tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^0\nu$ **jusque vers ≈ 1.05 GeV** (≈ 1200 mesures)
- Modèle déduit $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ de $\tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^0\nu$ (+PDG)

M.Benayoun *et al* EPJ C72 (2012) 1848 (73)

M. Benayoun *et al* EPJ C73 (2013)2453 (99)

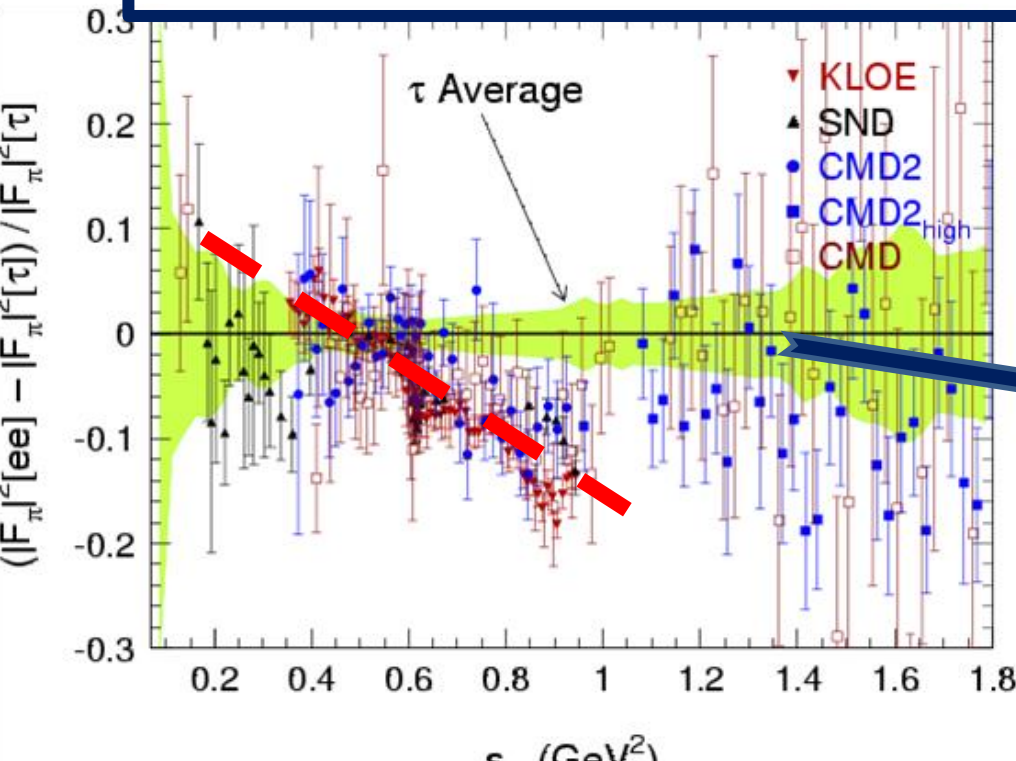
M. Benayoun *et al* EPJ C75 (2015) 613 (15)

Le puzzle « e+e- versus τ »

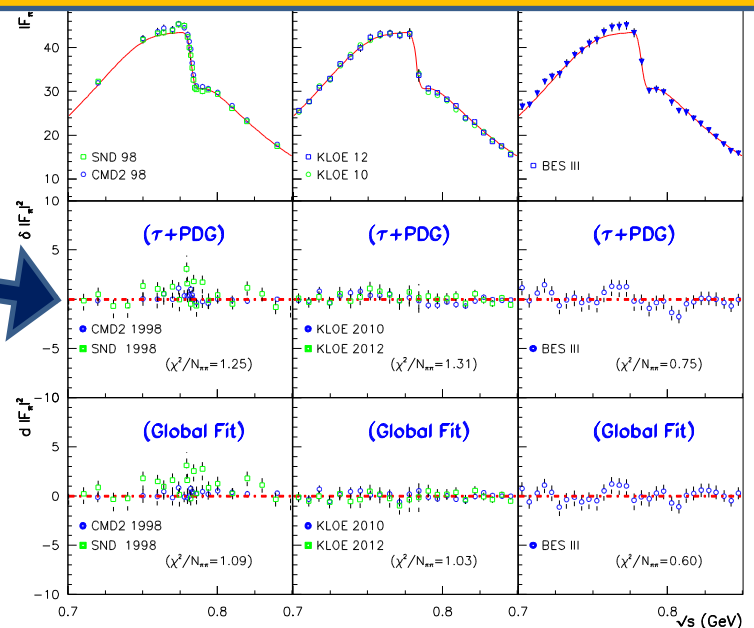
Désaccord **levé** entre les spectres dipions dans

$$e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^- \text{ \& \ } \tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^0 \nu$$

→ combinaison e+e- & τ+ pour estimer (g-2)_μ

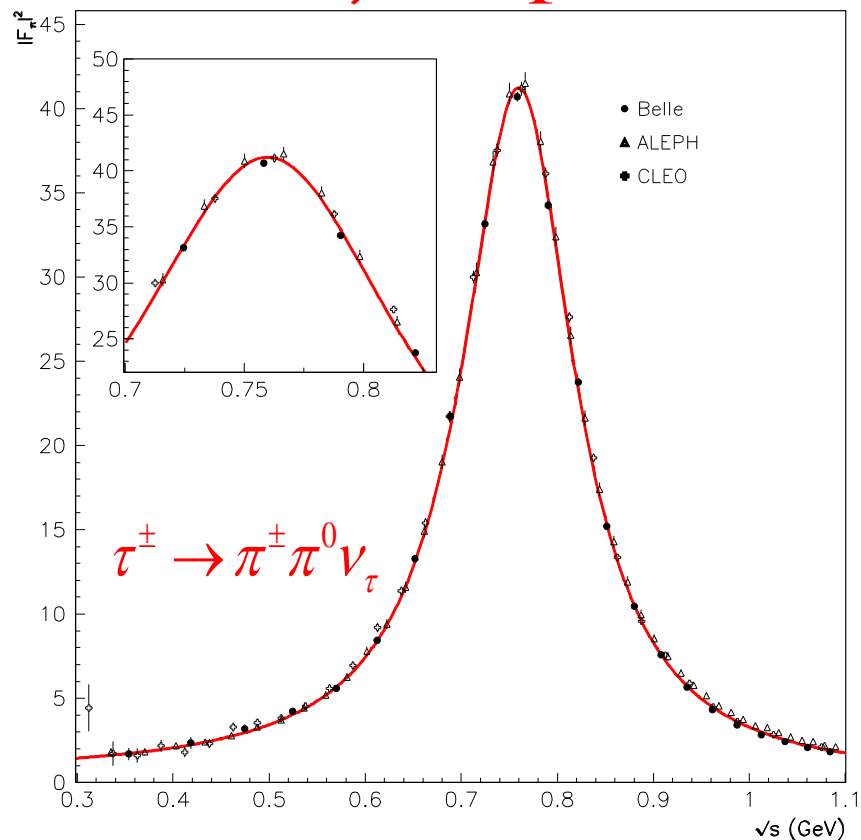
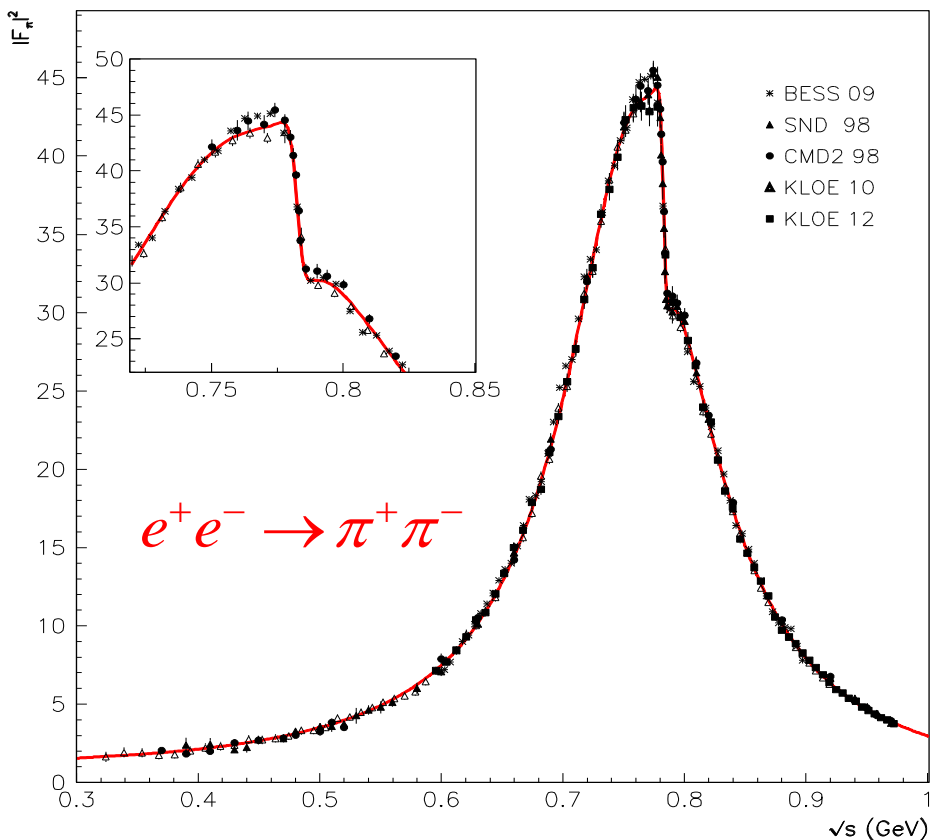


τ + PDG prédiction vs données e+e-

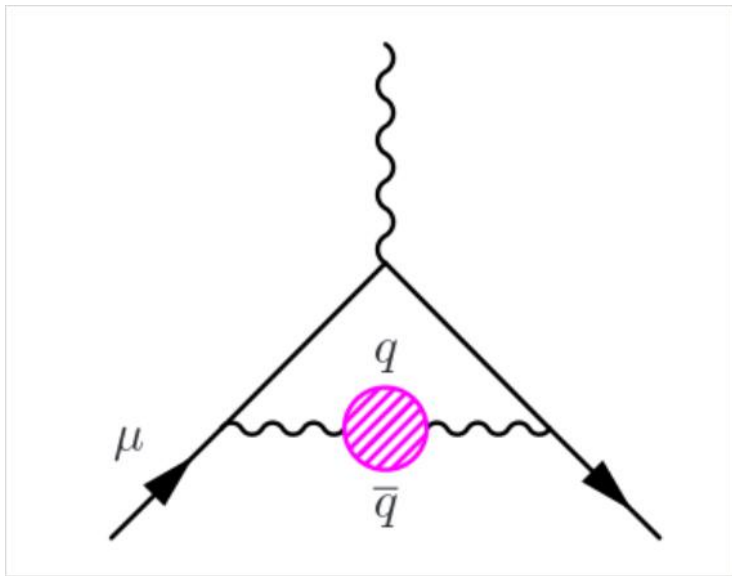


Dipion Spectra (τ & NSK+KLOE+BES)

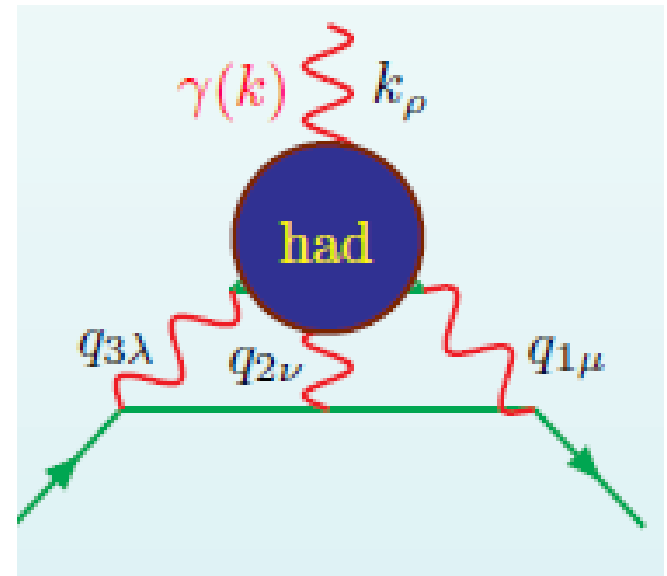
$$\chi^2 / N_p = 361.5 / 404 \text{ (Prob } \approx 99\%) \quad \chi^2 / N_p = 86.8 / 85$$



$(g-2)_\mu$: Contributions non-perturbatives



HVP



Light by Light

$(g-2)_\mu$ & Global Models/Fits

- Contributions Non-Pert. à HVP pour le canal H_i :

$$a_\mu(H_i) \approx \int_{s_{th}}^{s_{cut}} ds K(s) \sigma(e^+ e^- \rightarrow H_i, s) \leftarrow \text{Section efficace Mesurée}$$

- Le modèle permet un **fit global contraint** -> Toutes les sections efficaces HLS reconstruites **simultanément** (param. fittés & matrice de covariance des erreurs) :

Section efficace **Mesurée**

Section efficace **fittée**(ϕ)

- HLS couvre 85% de la HVP totale
- → Pour $\sqrt{s} \geq 1.05$ GeV : (WA) Xsection Expérimentale

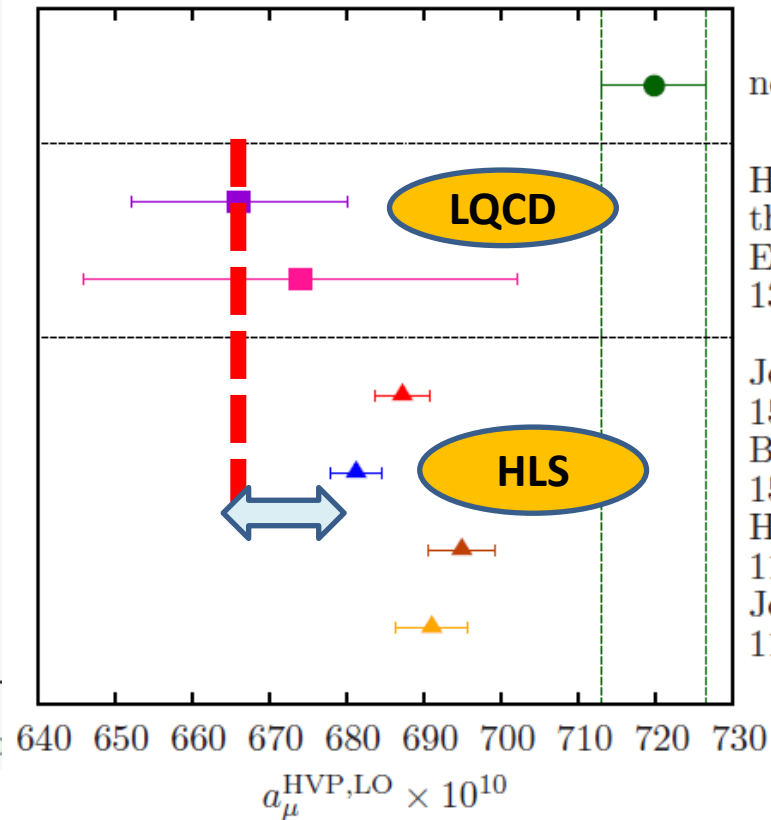
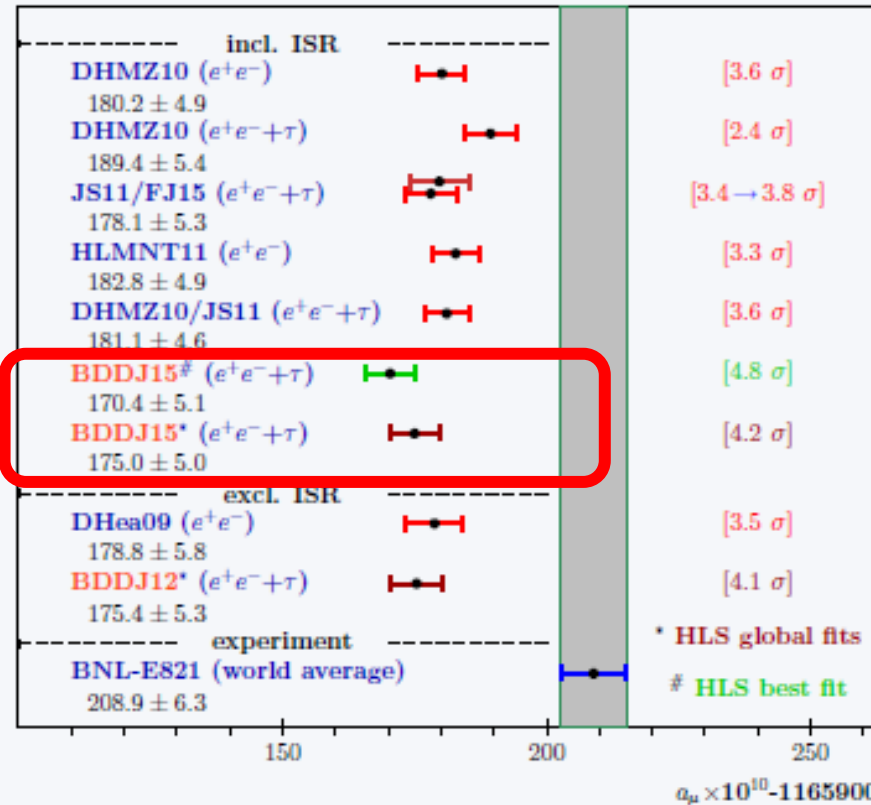
HVP : contributions à a_μ ($E \leq 1.05$ GeV)

- σ réduite d'un facteur 4 (pour $\sqrt{s} \leq 1.05$ GeV) !

Channel	$A=M_0$ (incl. τ)	Direct Estimate
$\pi^+\pi^-$	493.46 ± 0.69	(492.98 ± 3.38)
$\pi^0 \gamma$	4.42 ± 0.02	3.67 ± 0.11
$\eta \gamma$	0.64 ± 0.004	0.56 ± 0.02
$\pi^+ \pi^- \pi^0$	40.86 ± 0.51	43.54 ± 1.29
$K_L K_S$	11.67 ± 0.07	12.21 ± 0.33
K^+K^-	17.14 ± 0.16	17.72 ± 0.52
Total < 1.05 GeV	568.20 ± 0.89	(570.68 ± 3.67)

$(10^{10} \times a_\mu)$

$(g-2)_\mu$ vs Lattice QCD



no new physics

HPQCD
this paper
ETMC
1308.4327

Jegerlehner
1511.04473
Benayoun et al
1507.02943
Hagiwara et al
1105.3149
Jegerlehner et al
1101.2872

En Résumé : 2014-2016

- Publications dans EPJC : 3 + une en cours
- Présentations récentes (+proceedings):
 - 3^e et 4^e Workshops `` $(g-2)_\mu$, EDM and LVF''
(Paris déc. 2014, Marseille Mai 2016)
 - Int. Conf . ``Photon 2015 '' , Novosibirsk Juin 2015
 - Int. Workshop "Flavour Changing and Conserving Processes", (FCCP 2015), Anacapri sept. 2015

Prévisions 2016-2018

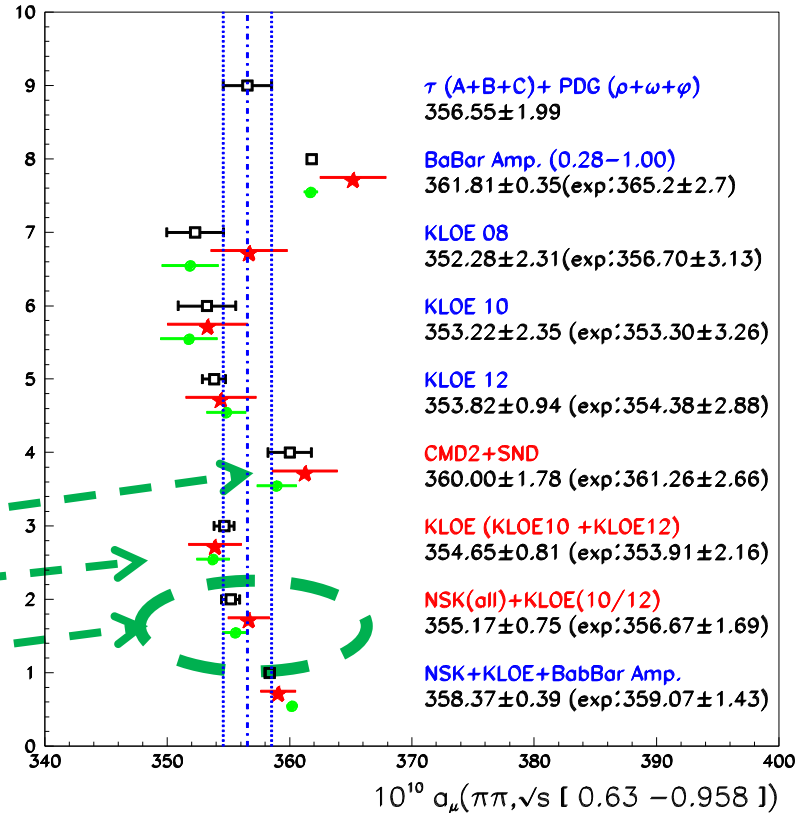
- Etendre HLS aux régions de genre espace ($s < 0$)
- Estimer les systématiques de modèle
 - pour réduire encore les incertitudes sur HVP
- Application HLS au ``Light by Light''
- Participation au GDR QCD (thème E)
- Collaboration avec des chercheurs extérieurs
- Chercheurs intéressés du Labo: welcome!

$a_\mu(\pi^+\pi^-\tau, \sqrt{s}=[0.630,0.958] \text{ GeV})$

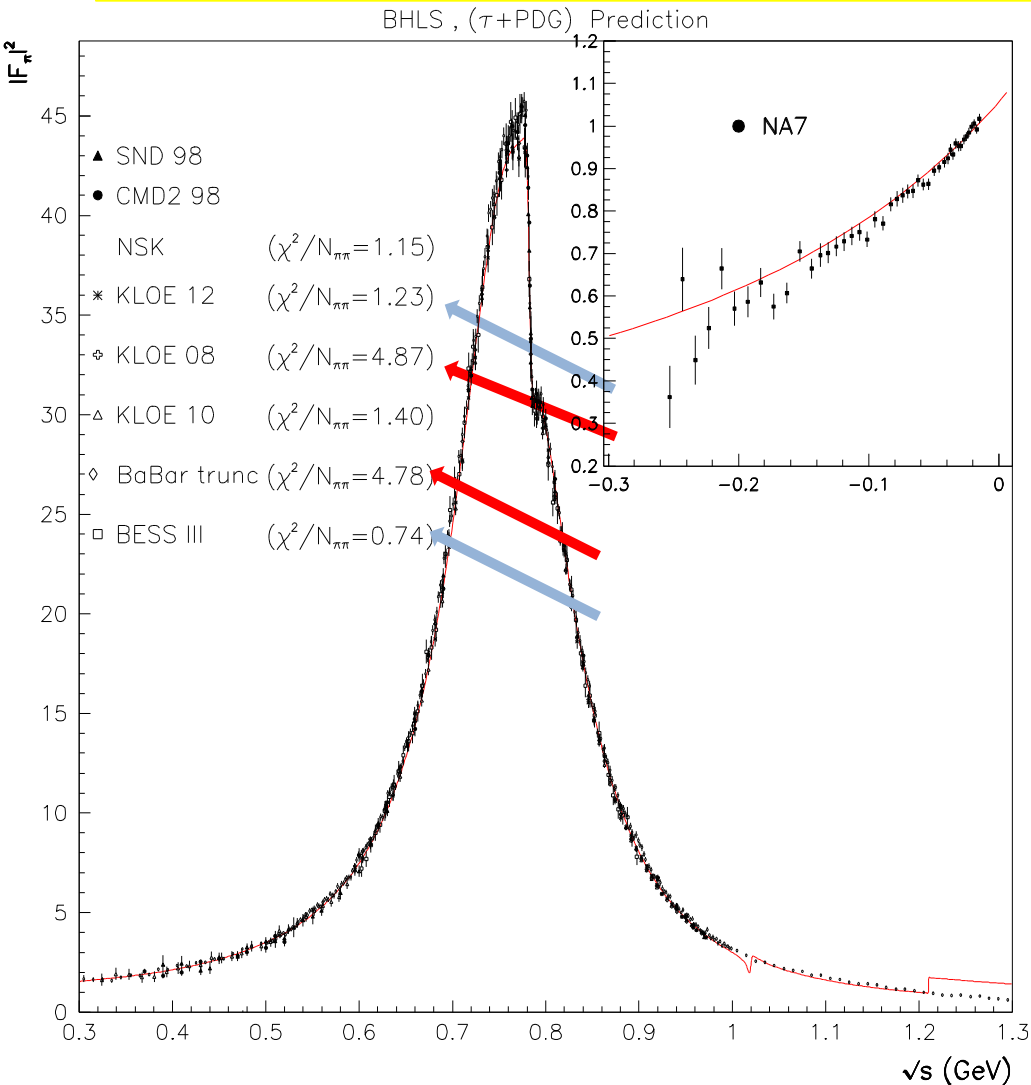
Data and BHLS estimates

- **Green** : $A = \sigma_{\text{exp}}$ (it=0)
- **Black** : $A = \sigma_{\text{iter}}$ (it=1)
- **Red** : Exp. Values

$It=0 \approx It=1$



$\pi^+ \pi^-$ Spectra : τ + PDG Predictions

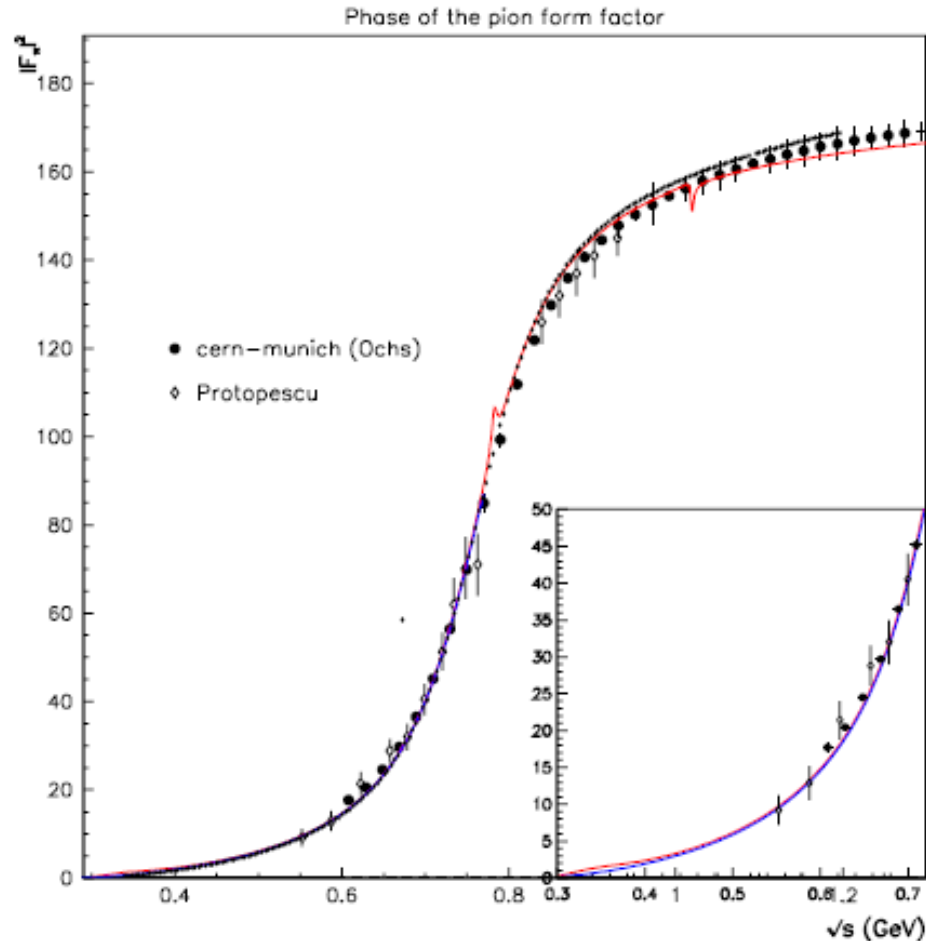


τ + PDG predictions
In spacelike & timelike
regions

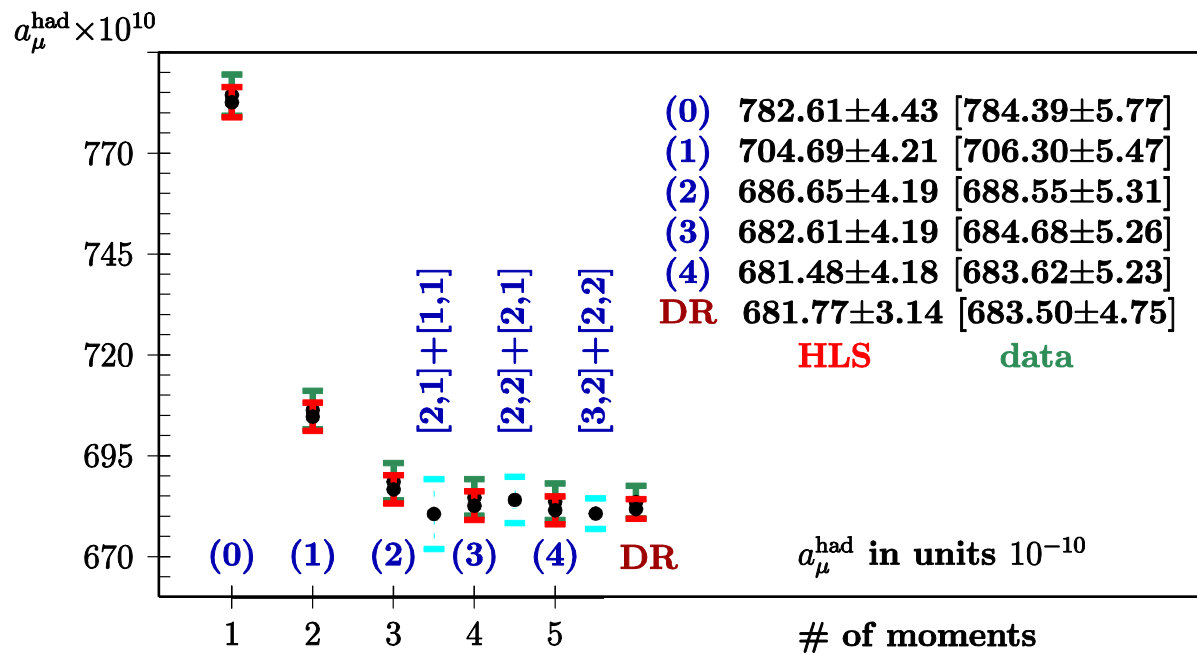
$\pi\pi$ samples **NOT FITTED**
Average χ^2 distance to
 τ + PDG prediction displayed
(conf. B)

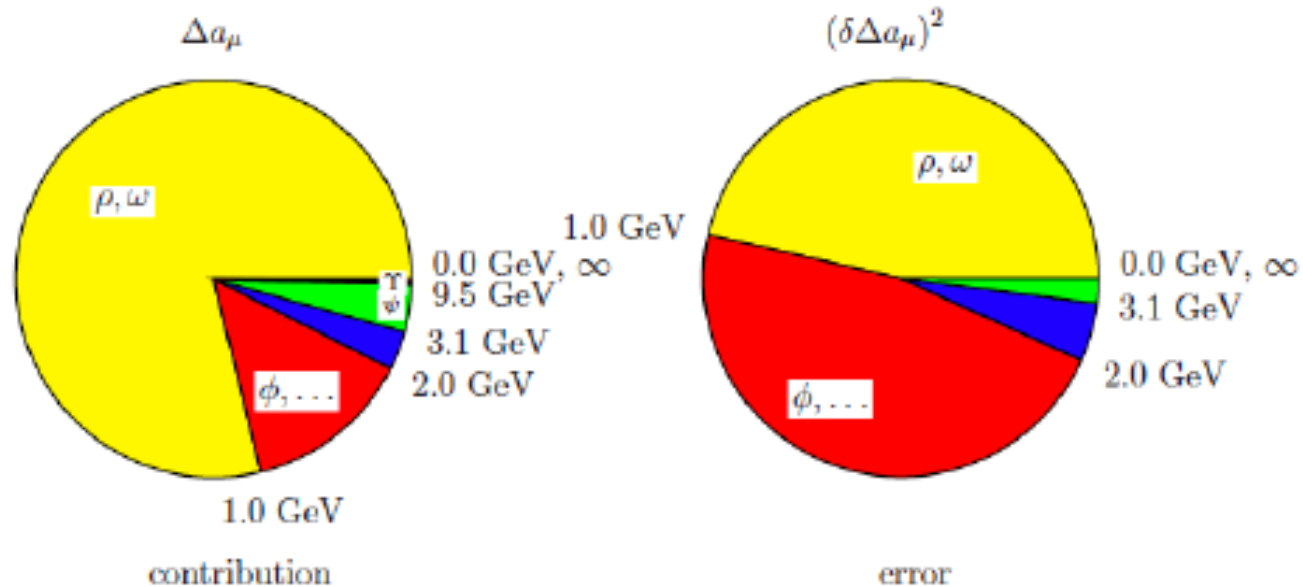
M. Benayoun *et al* EPJ C73 (2013)2453

Phase $\pi\pi$ Onde P : HLS vs Data



$(g-2)_\mu$ HLS vs Data (Méth. Moments)





$$a_\mu^{\text{had}(1)} = (688.6 \pm 4.8)[688.9 \pm 3.5] 10^{-10}$$

e^+e^- -data based [incl. τ JS11]

