

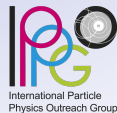


# À la recherche de nouvelles particules

---

Belle II international masterclasses

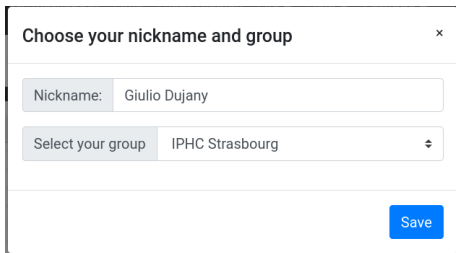
11 mars 2025



# Détails pratiques

---

- Connectez vous au site <https://belle2.ijs.si/masterclass/>
- Mettez comme nickname votre prénom et nom et comme group “IPHC Strasbourg”



The image shows a web form with the title "Choose your nickname and group" and a close button (x) in the top right corner. The form contains two input fields: a text field for "Nickname:" with the value "Giulio Dujany" and a dropdown menu for "Select your group" with the selected value "IPHC Strasbourg". A blue "Save" button is located at the bottom right of the form.

## Explication de l'exercice

---

- On va analyser des vraies données de Belle et de Belle II
- On combine différents blocs qui représentent les différentes parties du code nécessaire à analyser les données
- Le bloc **bleu** permet de charger les événements: on peut choisir entre deux fichiers de données de Belle (le fichier `Belle-1.root` qui a 629 000 événements et le fichier `Belle-2.root` qui a 5, 600 000 événements) et le fichier de données de Belle II `BelleII.root` qui a 7 000 000 événements. On peut aussi choisir le nombre d'événements à analyser.
- Le bloc **moutarde** permet de sélectionner des particules qu'on peut voir dans le détecteur (électrons, muons, photons, ...)
- Le bloc **vert** permet de combiner deux particules et calculer leur masse
- Le bloc **marron** permet de dessiner un histogramme

$$K_s \rightarrow \pi^+ \pi^-$$

Belle II Masterclass  
Number of events: 100000  
First event: 0  
Data Source BelleII.root  
Print particle list? No  
Particle List

Combine 2 particles

Particle 1

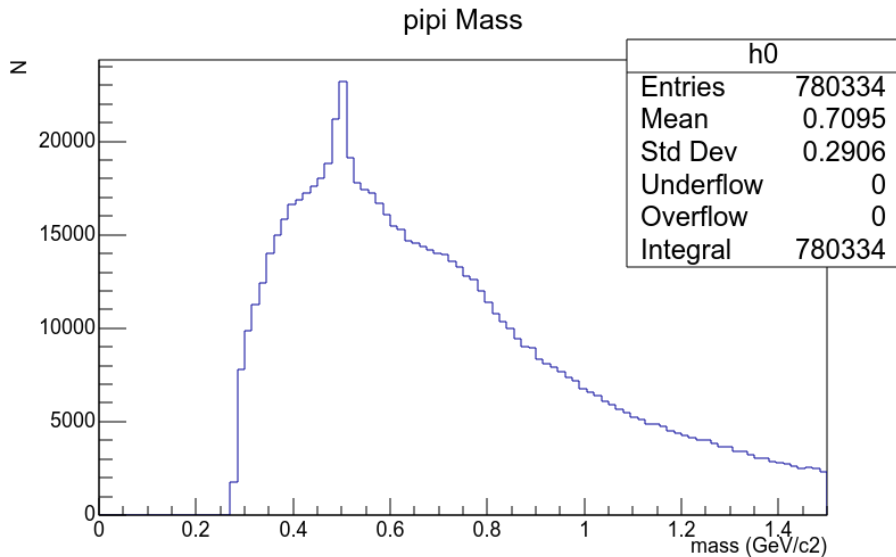
- Select Particles Simple
- Particle
- Charge -1
- Type pion
- Histograms

Particle 2

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge 1
- Type pion
- Histograms

Same particle lists? No  
Set identity to kaon  
Min mass [GeV/c<sup>2</sup>] : 0  
Max mass [GeV/c<sup>2</sup>] : 1.5  
Histograms

Histogram Title ppi Mass Number of bins 100 Min: 0 Max: 1.5 Variable mass



Belle II Masterclass

Number of events:

First event:

Data Source  ▾

Print particle list?  ▾

Particle List

Combine 2 particles

Particle 1

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge  ▾
- Type  ▾
- Histograms

Particle 2

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge  ▾
- Type  ▾
- Histograms

Same particle lists?  ▾

Set identity to  ▾

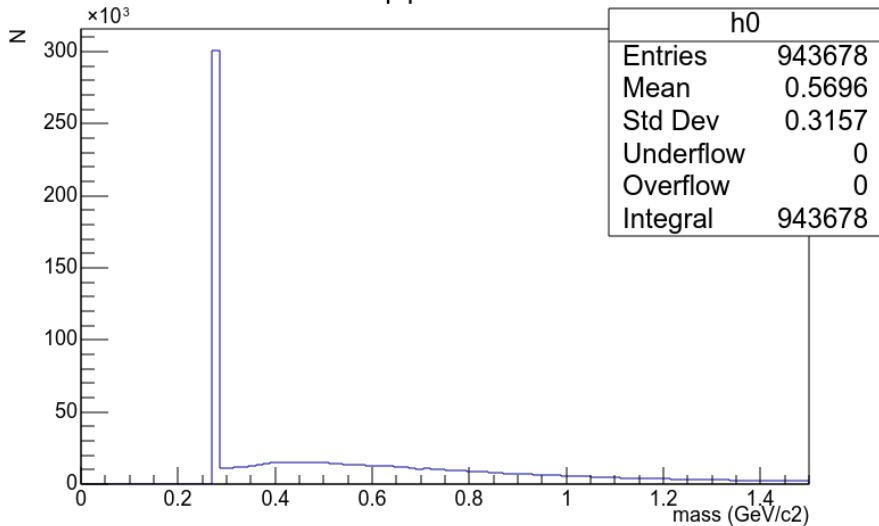
Min mass [GeV/c<sup>2</sup>] :

Max mass [GeV/c<sup>2</sup>] :

Histograms

Histogram Title  Number of bins  Min:  Max:  Variable  ▾

## pipi Mass



# $\pi^+ \pi^+$ pas la même particule deux fois

Belle II Masterclass

Number of events: **100000**

First event: **0**

Data Source **BelleII.root**

Print particle list? **No**

Particle List

Combine 2 particles

Particle 1

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge **1**
- Type **pion**
- Histograms

Particle 2

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge **1**
- Type **pion**
- Histograms

Same particle lists? **Yes**

Set identity to **kaon**

Min mass [GeV/c<sup>2</sup>] : **0**

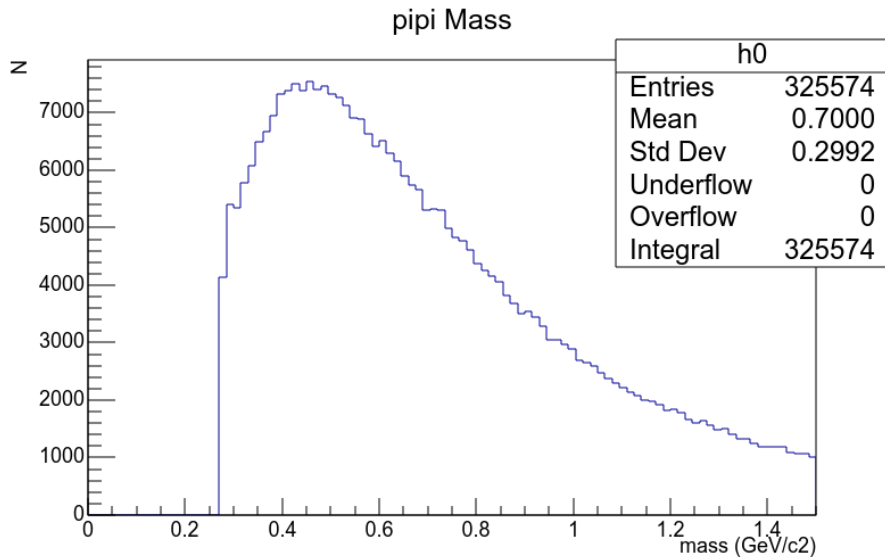
Max mass [GeV/c<sup>2</sup>] : **1.5**

Histograms

Histogram Title **pipi Mass** Number of bins **100** Min: **0** Max: **1.5** Variable **mass**



# $\pi^+\pi^+$ pas la même particule deux fois



# $K_s \rightarrow \pi^+ \pi^-$ fit

Belle II Masterclass  
Number of events: **100000**  
First event: **0**  
Data Source **BelleII.root** ▾  
Print particle list? **No** ▾  
Particle List

Combine 2 particles

Particle 1

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge **-1** ▾
- Type **pion** ▾
- Histograms

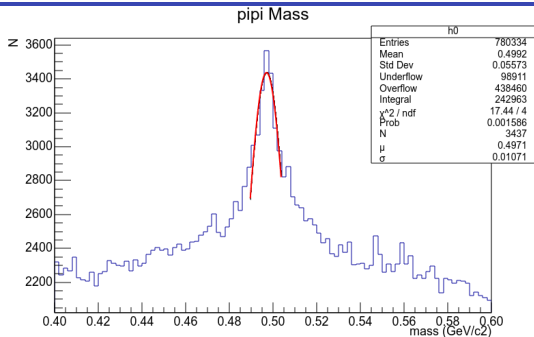
Particle 2

- Select Particles Simple
- Particle
- Charge **1** ▾
- Type **pion** ▾
- Histograms

Same particle lists? **No** ▾  
Set identity to **kaon** ▾  
Min mass [GeV/c<sup>2</sup>] : **0**  
Max mass [GeV/c<sup>2</sup>] : **1.5**  
Histograms

Histogram Title **pipi Mass** Number of bins **100** Min: **0.4** Max: **0.6** Variable **mass** ▾

# $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$ fit



Click to fit

Range: min = 0.485 max = 0.505  $\chi^2/\text{ndf} = 17.48 / 4 = 4.370$



Function: Gaus  $N \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$

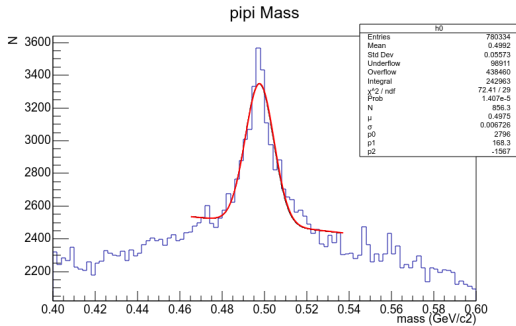
Name	Value	Min	Set	Max	Step
• $\mu$ :	0.4971	0.4	<input type="range"/>	0.6	0.0001
• $\sigma$ :	0.0107	0	<input type="range"/>	0.03999999	0.0001
• N:	3437.01	0	<input type="range"/>	7132	0.0001

Show/Hide Fit Panel

To Process

Show/Hide Send result

# $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$ fit



Click to fit

Range: min = 0.461 max = 0.531  $\chi^2/\text{ndf} = 72.47 / 29 = 2.499$

Function: **Gaus + Poly**  $N \cdot e^{-\left(\frac{x-\mu}{2\sigma}\right)^2} + p0 + p1 \cdot x + p2 \cdot x^2$

Name	Value	Min	Set	Max	Step
• $\mu$ :	0.4975	0.4	<input type="range"/>	0.6	0.0001
• $\sigma$ :	0.0067	0	<input type="range"/>	0.039999995	0.0001
• N:	856.2687	0	<input type="range"/>	7132	0.0001

Polynomial order: 2

Name	Value	Min	Set	Max	Step
• p0:	2796.3619	-10	<input type="range"/>	2901.24405	0.0001
• p1:	168.3	-10	<input type="range"/>	683.216125	0.0001
• p2:	-1566.8296	-5053.1178	<input type="range"/>	0	0.0001
• p3:	899.45783C	-1477.2267	<input type="range"/>	899.457925	0.0001
• p4:	0	-10	<input type="range"/>	10	0.0001

Show/Hide Fit Panel To Process Show/Hide Send result

# Sauvegarder ses découvertes

Show/Hide Fit Panel To Process Show/Hide Send result

Particle name:

Particle charge:

Mass [GeV/c<sup>2</sup>]:

Width [GeV/c<sup>2</sup>]:

Events:

Save to your worksheet

K ▾  
0 ▾  
0.497    
0.01    
3437

Saved to your worksheet



Belle II Particle Discovery - Giulio Dujany - IPHC Strasbourg

My worksheet

Quiz Event Display File ▾ Help ▾ Settings ▾



Belle II Masterclass Student worksheet

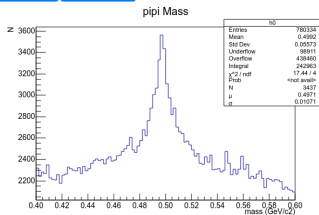
Send results to server

Clear worksheet

Close Window

mission: 0  
particle: K  
charge: 0  
mass: 0.497  
width: 0.01  
events: 3437

Show diagram  
Delete this mission



Belle II Masterclass  
Number of events: 130000  
Hit event: 0  
Data Source:   
Print particle list:   
Particle List

Combine 2 particles:

Particle 1:   
Particle:   
Charge:   
Type:   
Histograms:

Particle 2:   
Particle:   
Charge:   
Type:   
Histograms:

Same particle list?   
Set category to:   
Max mass [GeV/c<sup>2</sup>]:   
Max mass [GeV/c<sup>2</sup>]:   
Histograms:

Number of bins:  Min:  Max:  Variables:

## Maintenant c'est à vous

- Suivez les différentes missions et découvrez les particules étudiées par les physiciens à Belle II
- Documentez vos découvertes en sauvant les histogrammes avec les fits e en prenant note de la masse de la particule observée
- Partagez vos résultats avec vos collègues dans le monde

### Missions suggérés

- Mission 3 ( $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ )
- Mission 4 ( $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ , vu dans l'exemple)
- Mission 5 ( $\phi \rightarrow K^+K^-$ )

#### Salle 1

- Mission 6 ( $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  et  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ )
- Mission 8 ( $B^+ \rightarrow J/\psi K^+$  et  $B^+ \rightarrow J/\psi K^-$ )

#### Salle 2

- Mission 7 ( $D^0 \rightarrow K^+\pi^-$  et  $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$ )
- Mission 9 ( $D^{*+} \rightarrow D^0\pi^+$  et  $D^{*-} \rightarrow D^0\pi^-$ )