

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-00 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: wsY7GeNG
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 0

☞ Prénom.....: 0

☞ Classe.....: 0

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 0 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

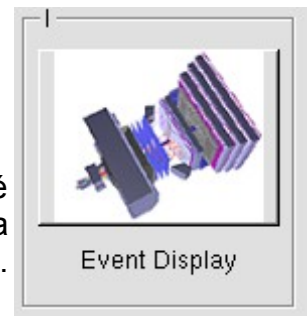
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

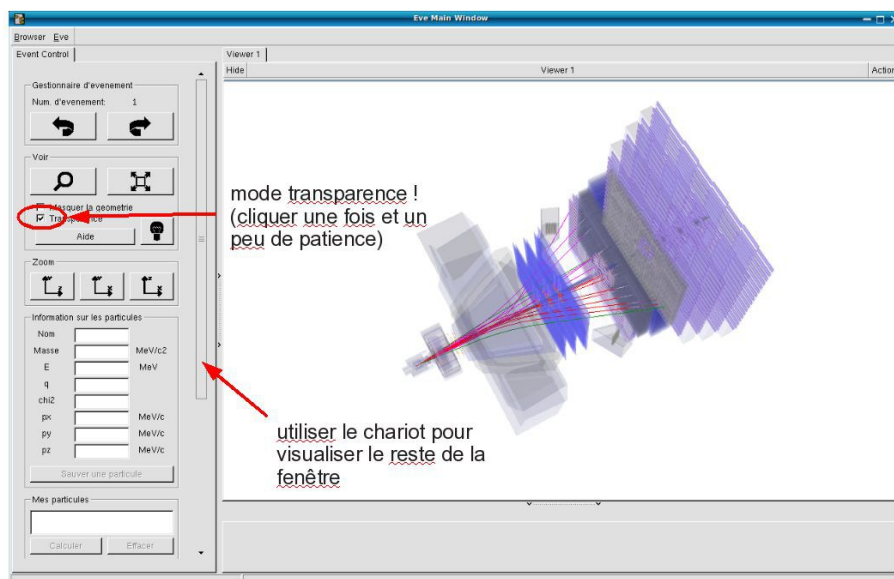
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-01 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 9UvehAW6
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 1

☞ Prénom.....: 1

☞ Classe.....: 1

☞ Number.....: sélectionner

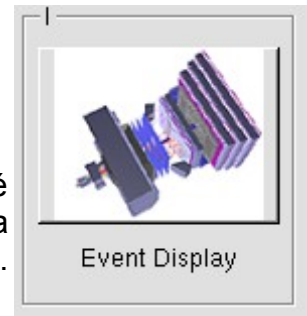
« Combinaison 1 »

☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with buttons for EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a form for entering user coordinates, including fields for Nom, Prénom, Classe, and Number, with an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "Event Display" (showing a detector schematic) and "D0 Exercise" (showing a histogram). At the bottom, there is a "Set output directory" field with an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

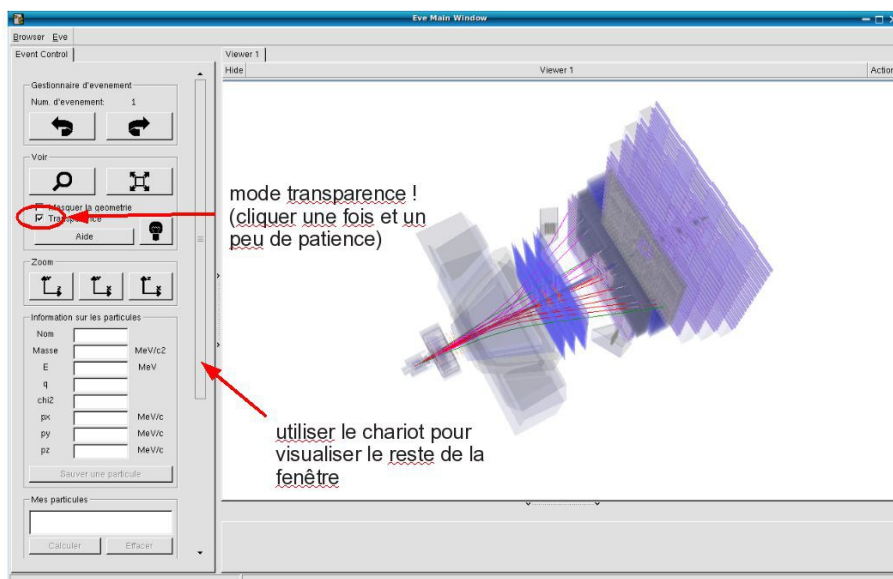
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-02 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: b9CbIHNU
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 2

☞ Prénom.....: 2

☞ Classe.....: 2

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 2 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

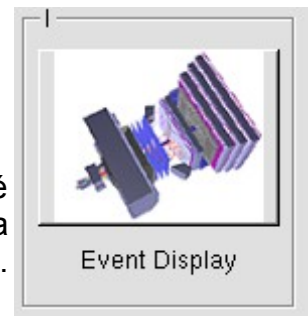
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- ↘ visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

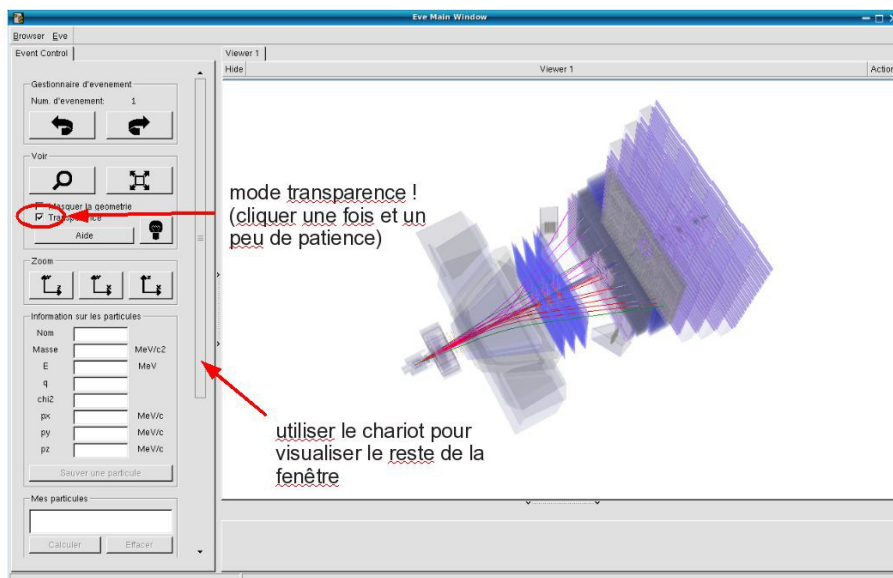
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- ↘ **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- ↘ Quitter (↘ Quitter)

- ↘ **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-03 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 86woJSg6
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 3

☞ Prénom.....: 3

☞ Classe.....: 3

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 3 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

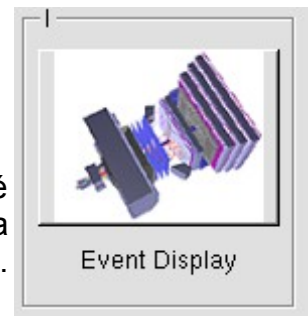
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↘ visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

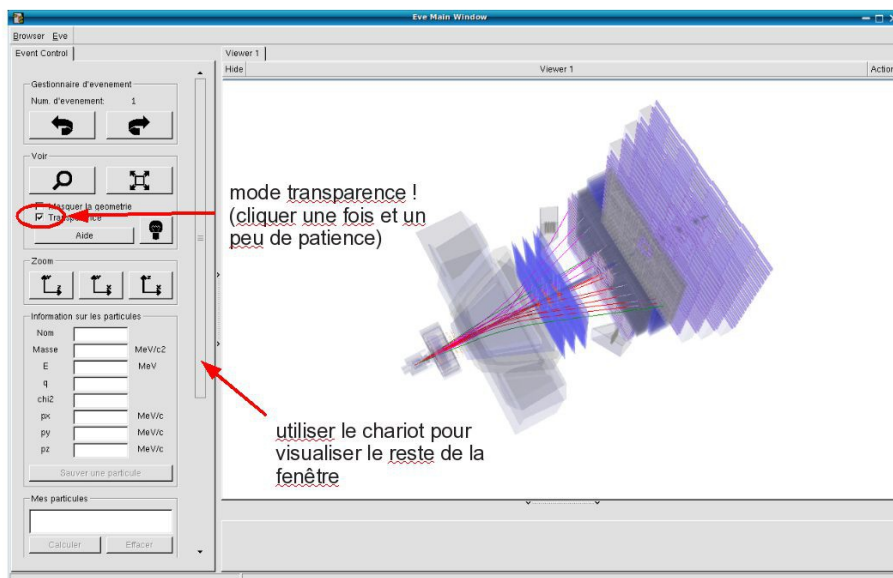
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↘ **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

↘ Quitter (↘ Quitter)

↘ **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-04 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: Qm9zthrJ
3. Lancer l'application du TD : ➤ Application ➤ LHCbMasterclass ➤ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

➤ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

➤ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 4

☞ Prénom.....: 4

☞ Classe.....: 4

☞ Number.....: sélectionner

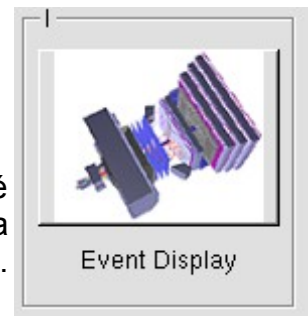
« Combinaison 4 »


☞ Enregistrer l'exercice

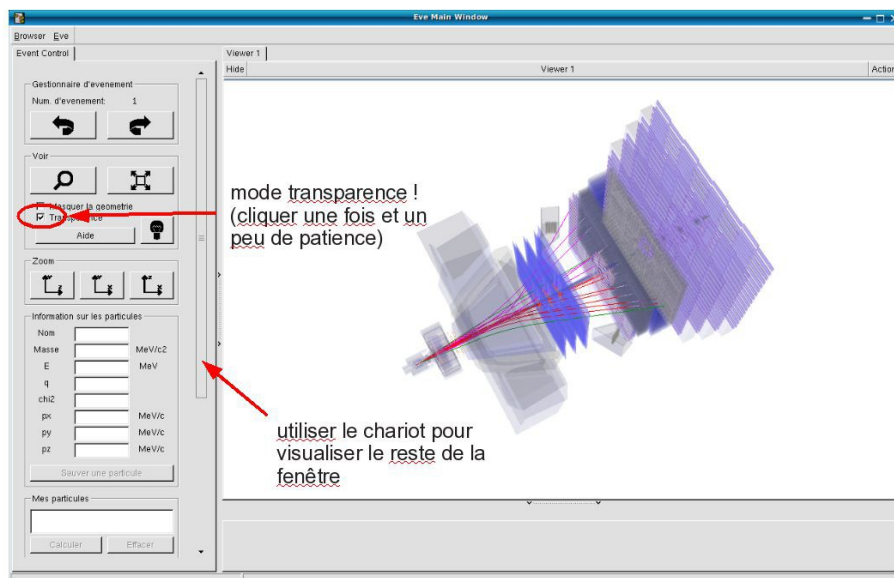
The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with buttons for EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a form for entering coordinates with fields for Nom, Prénom, Classe, and Number, and an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "I" showing a 3D detector model and "II" showing a 2D histogram plot. At the bottom, there is a "Set output directory" section with an input field and an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↳ Ajouter)
    - 4) Passer à l'événement suivant (↳  )
- ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
  - ↳ visualiser l'historgramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
    - ↳ que représente-t-il ?
    - ↳ que voyez vous ?
    - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
    - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
  - ↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'historgramme)
  - ↳ Quitter (↳ Quitter)
  - ↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-05 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: uMiB257K
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 5

☞ Prénom.....: 5

☞ Classe.....: 5

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 5 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

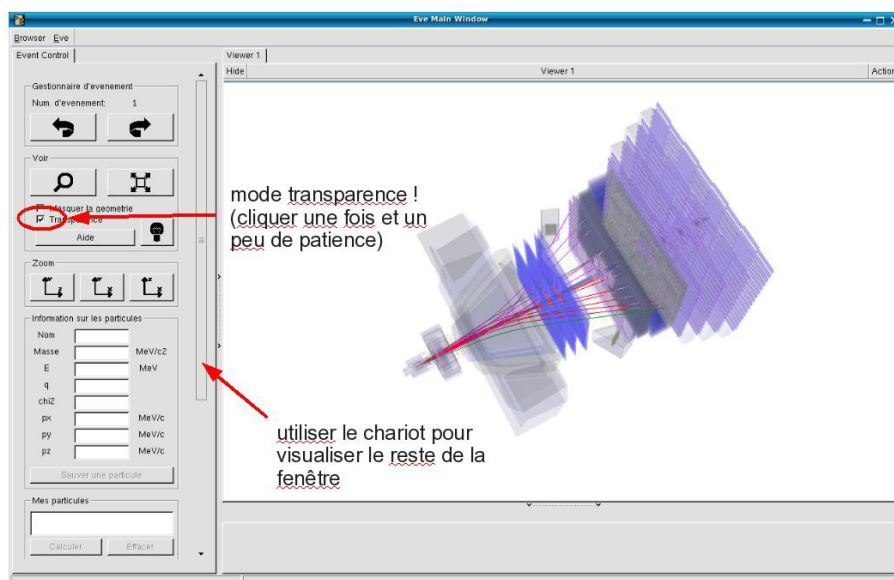
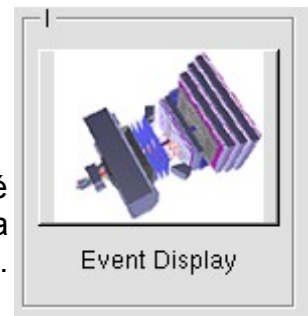
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-06 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: vWzg9p9w
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 6

☞ Prénom.....: 6

☞ Classe.....: 6

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 6 »

☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It contains the following elements:

- Langue:** A row of buttons for language selection: EN, FR, DE, RO, IT.
- Entrez vos coordonnées:** A form with four input fields: "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number". Below these fields is a button labeled "Enregistrer l'exercice".
- Event Display:** A window labeled "I" showing a 3D visualization of the LHCb detector.
- D0 Exercise:** A window labeled "II" showing a 2D histogram plot.
- Set output directory:** A text input field followed by an "OK" button.
- Exit:** Two buttons labeled "Infos" and "Quitter".

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

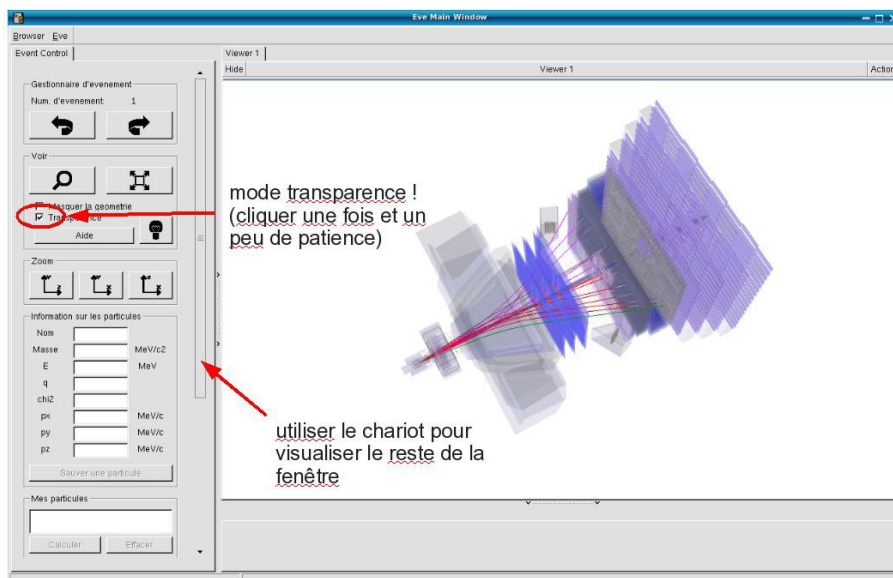
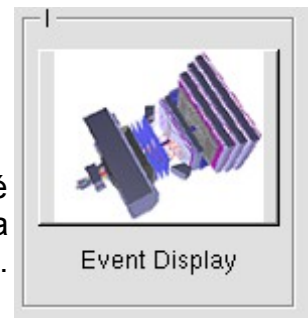
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-07 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 7Y5ptwmU
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 7

☞ Prénom.....: 7

☞ Classe.....: 7

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 7 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

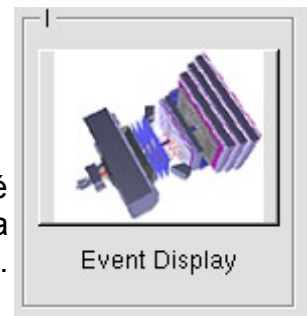
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

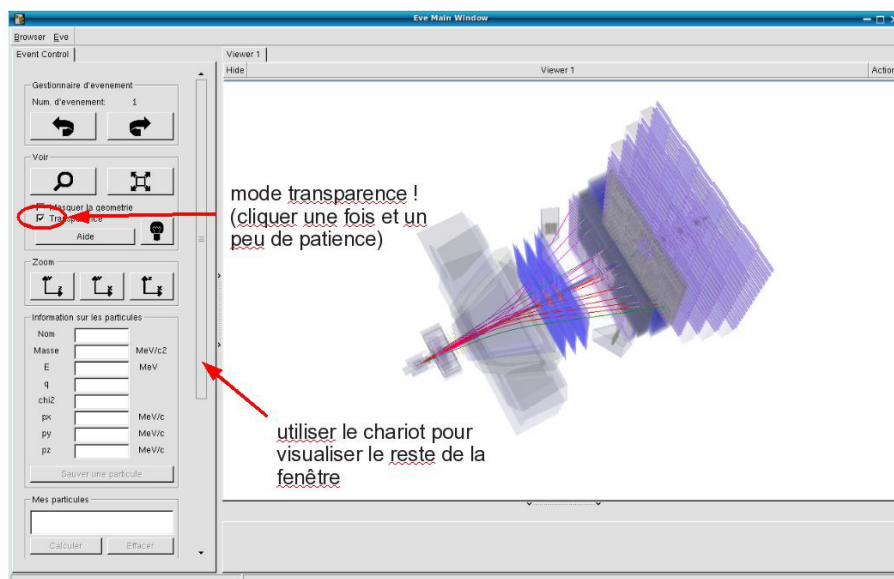
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
  - ↳ que représente-t-il ?
  - ↳ que voyez vous ?
  - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
  - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)
- 3) Quitter (↘ Quitter)
- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-08 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 1aqUvNze
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 8

☞ Prénom.....: 8

☞ Classe.....: 8

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 8 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

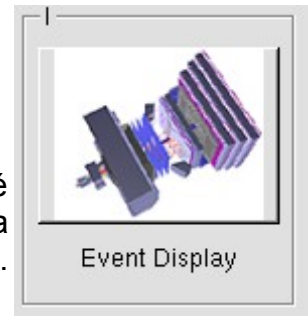
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événement

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

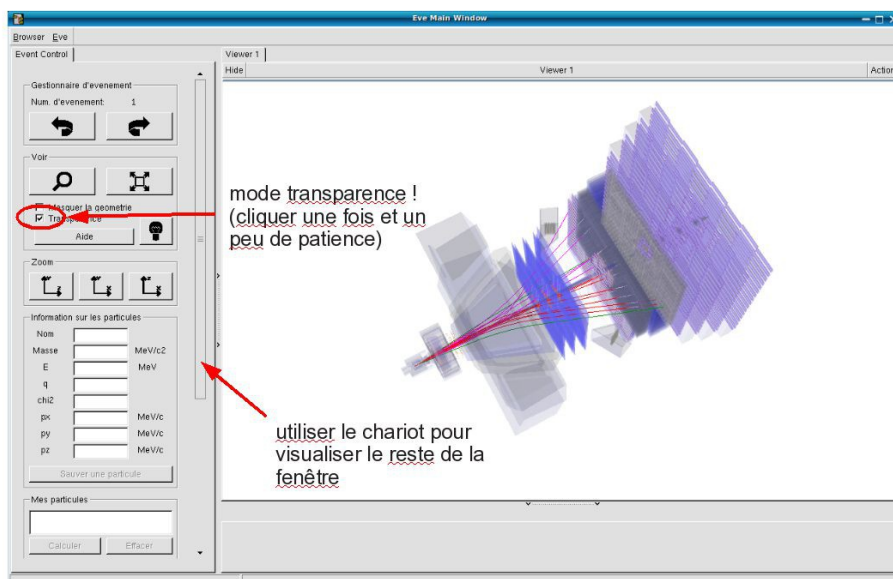
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-09 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 8yAw9ziB
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 9

☞ Prénom.....: 9

☞ Classe.....: 9

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 9 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

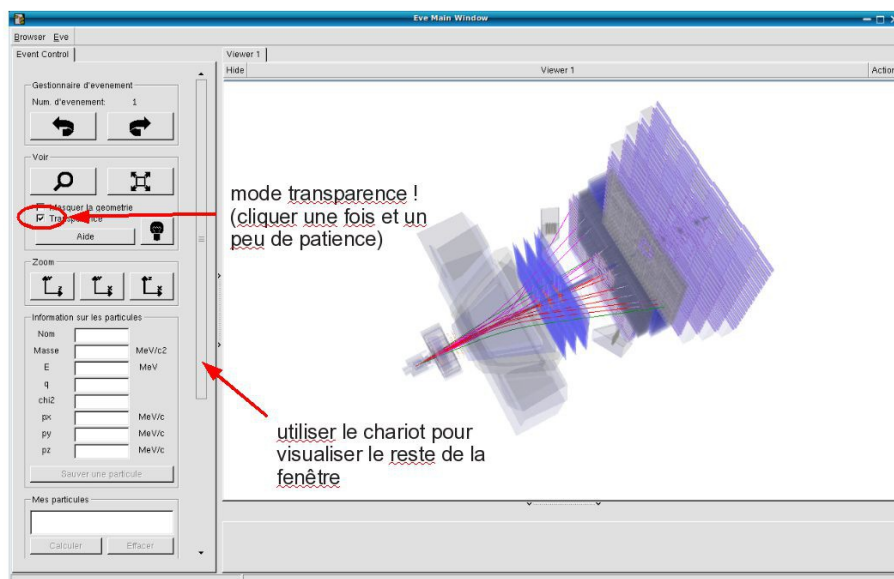
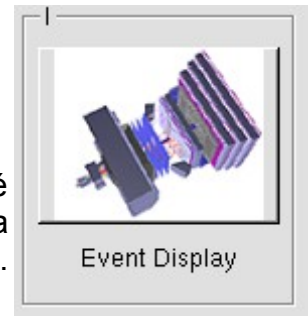
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

2) **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

3) Quitter (↳ Quitter)

4) **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-10 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: Wmh3CeC1
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 10

☞ Prénom.....: 10

☞ Classe.....: 10

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 10 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

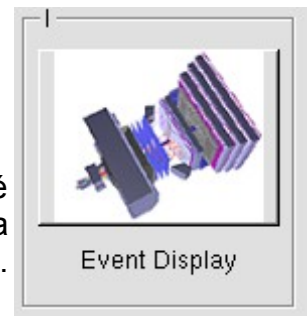
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

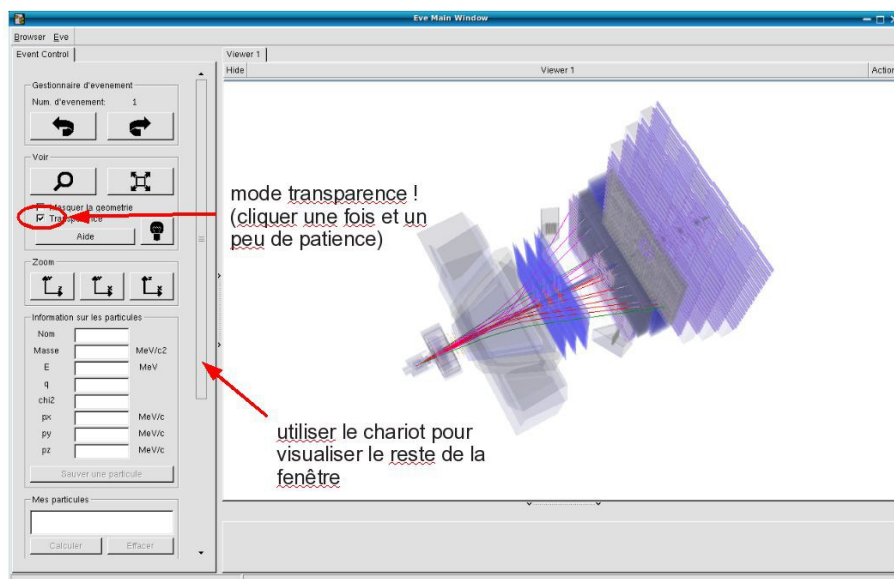
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
  - ↳ que représente-t-il ?
  - ↳ que voyez vous ?
  - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
  - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)
- 3) Quitter (↘ Quitter)
- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-11 (commence avec un / comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 7BkoBrbY
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 11

☞ Prénom.....: 11

☞ Classe.....: 11

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 11 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

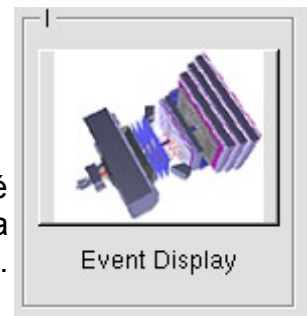
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

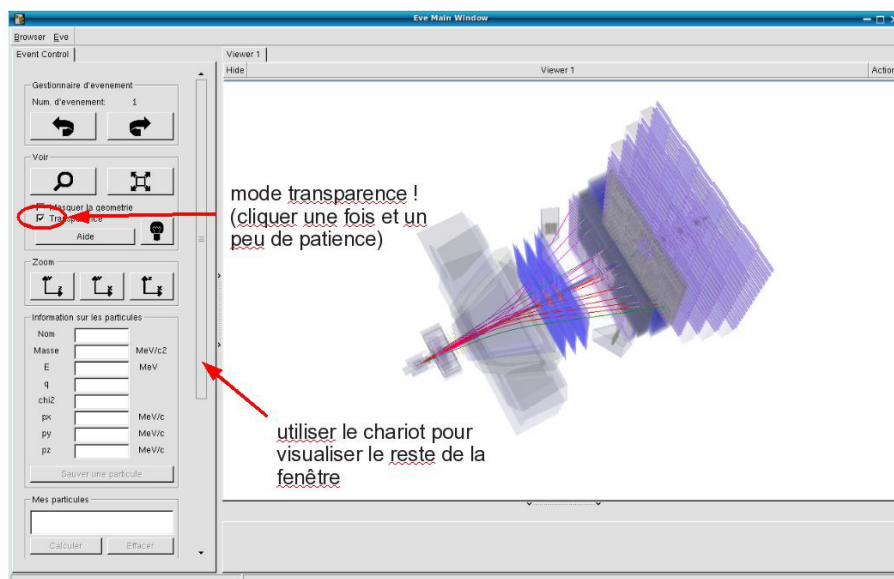
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
  - ↳ que représente-t-il ?
  - ↳ que voyez vous ?
  - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
  - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)
- 3) Quitter (↘ Quitter)
- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-12 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: n8ckXWuh
3. Lancer l'application du TD : ➤ Application ➤ LHCbMasterclass ➤ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

➤ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

➤ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 12

☞ Prénom.....: 12

☞ Classe.....: 12

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 12 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

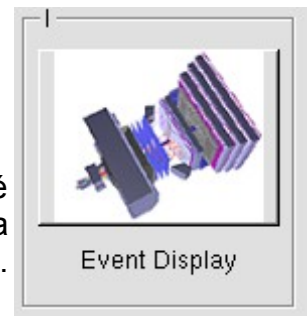
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

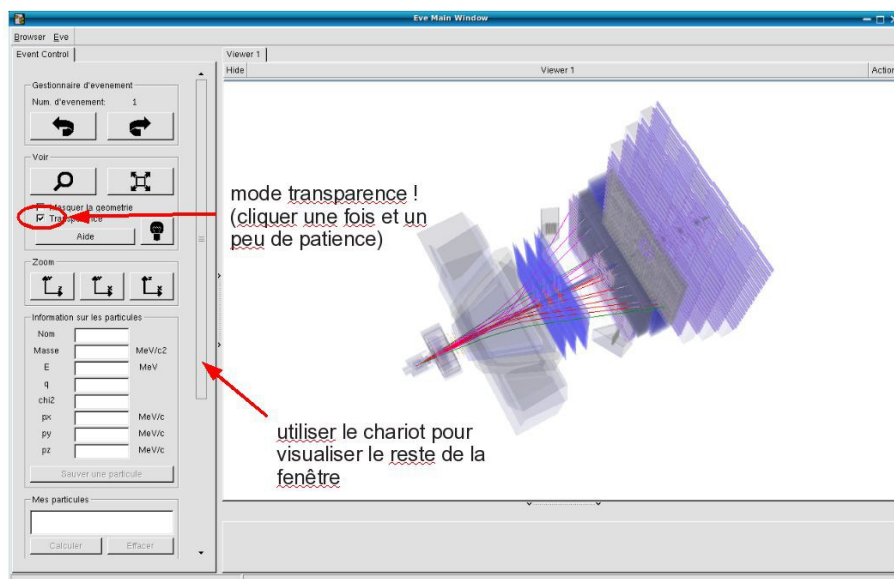
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
  - ↳ que représente-t-il ?
  - ↳ que voyez vous ?
  - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
  - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)
- 3) Quitter (↘ Quitter)
- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-13 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: q8EddG8v
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 13

☞ Prénom.....: 13

☞ Classe.....: 13

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 13 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

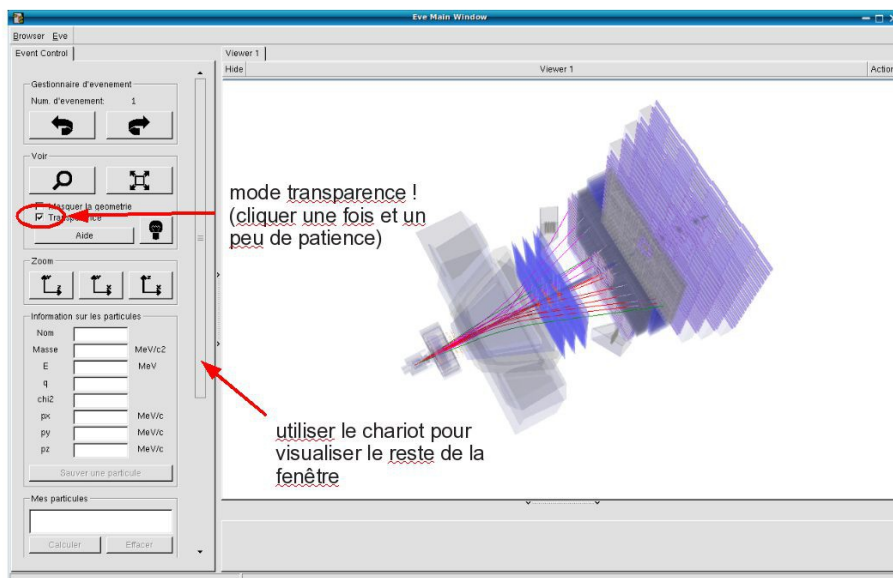
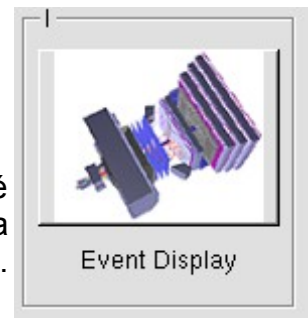
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-14 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: i93ThBk5
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 14

☞ Prénom.....: 14

☞ Classe.....: 14

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 14 »

☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with options for EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a registration form with fields for "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number", followed by an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "Event Display" (showing a detector schematic) and "D0 Exercise" (showing a histogram). At the bottom, there is a "Set output directory" field with an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

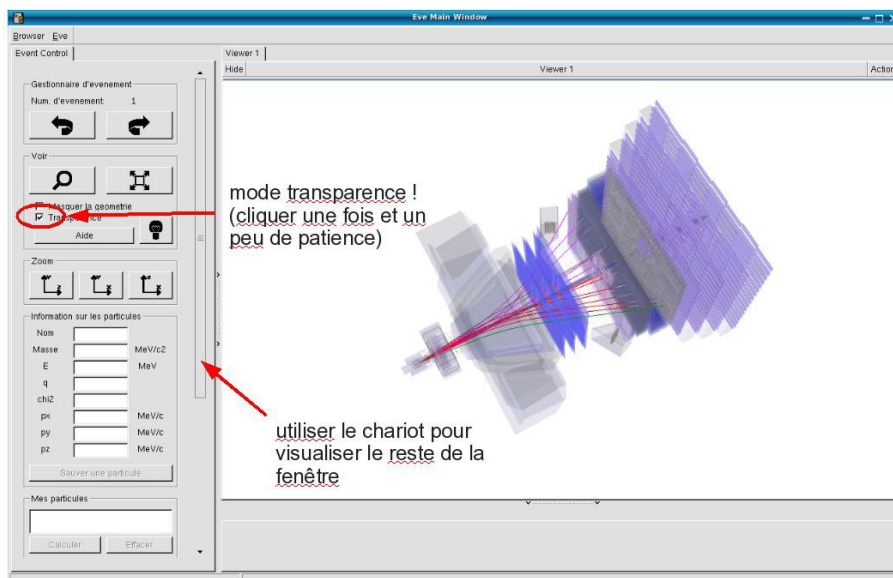
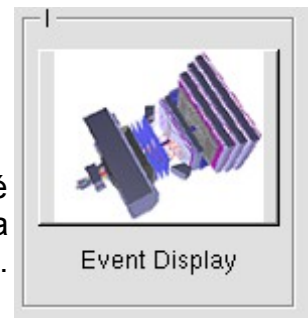
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-15 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: aHeTLRJE
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 15

☞ Prénom.....: 15

☞ Classe.....: 15

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 15 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

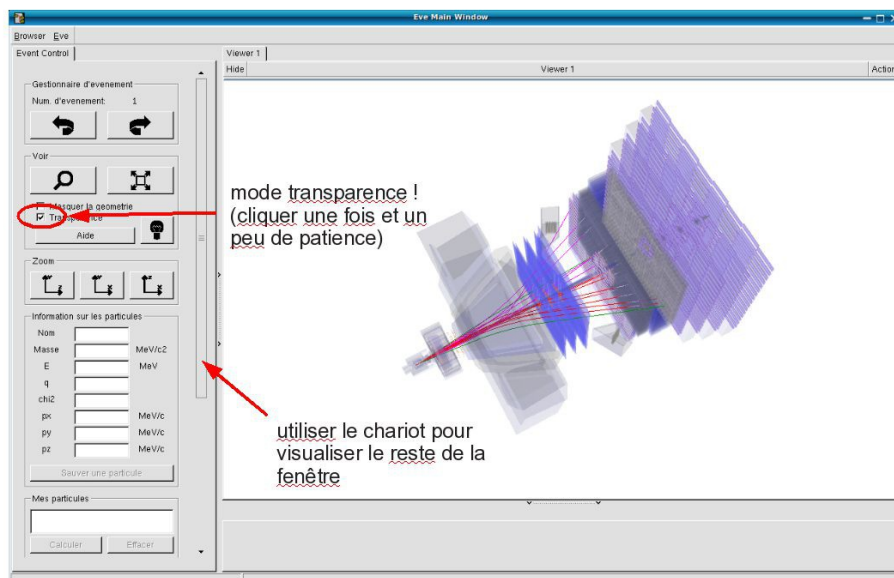
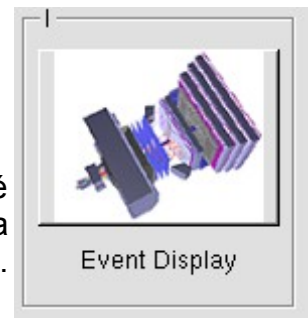
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-16 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: H5G37nXy
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 16

☞ Prénom.....: 16

☞ Classe.....: 16

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 16 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

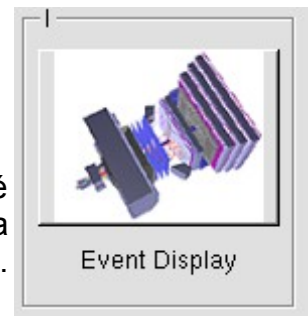
OK


Exit

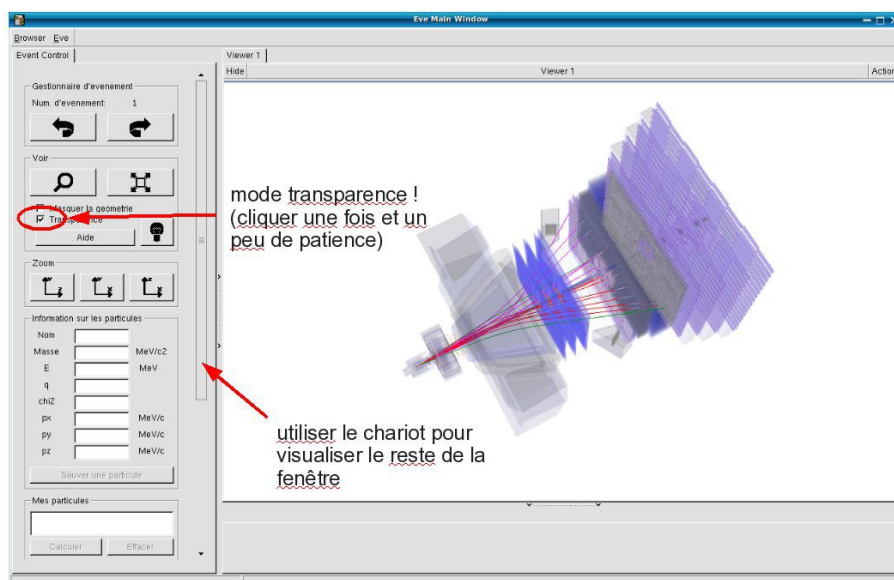
Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↳ Ajouter)
    - 4) Passer à l'événement suivant (↳  )
- ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
  - ↳ visualiser l'historgramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
    - ↳ que représente-t-il ?
    - ↳ que voyez vous ?
    - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
    - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
  - ↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'historgramme)
  - ↳ Quitter (↳ Quitter)
  - ↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-17 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: xGYdMLdQ
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 17

☞ Prénom.....: 17

☞ Classe.....: 17

☞ Number.....: sélectionner

« Combination 17 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

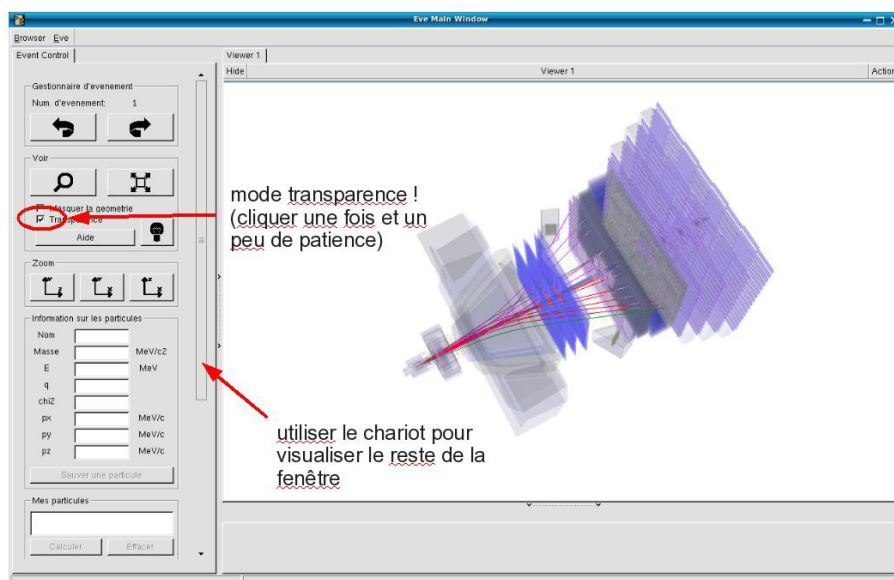
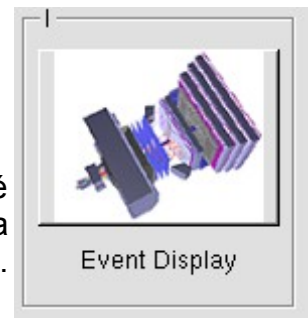
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-18 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: E8kcVvuH
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 18

☞ Prénom.....: 18

☞ Classe.....: 18

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 18 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

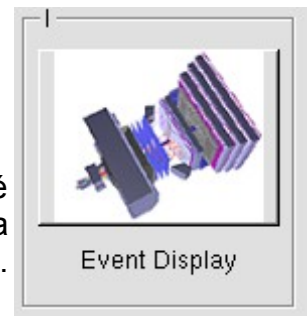
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événement

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

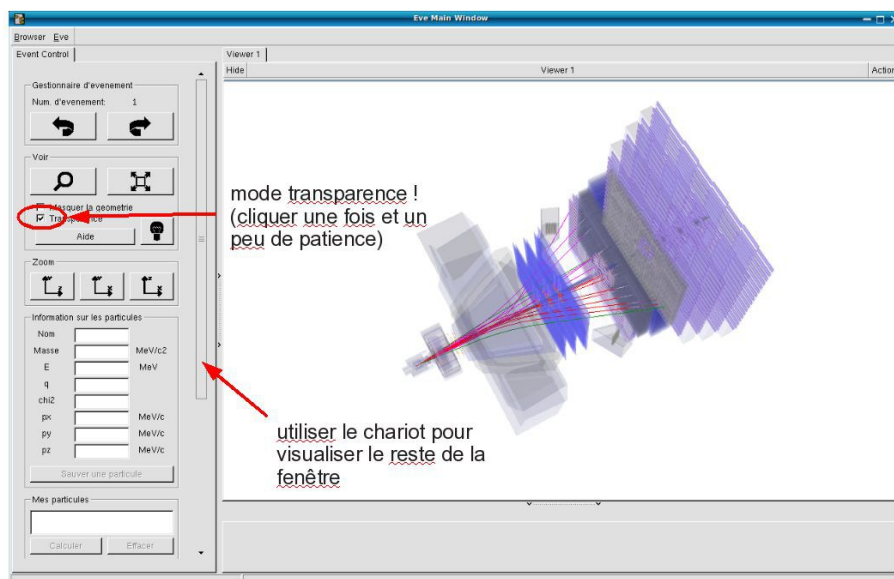
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-19 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: o4nukQQ9
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 19

☞ Prénom.....: 19

☞ Classe.....: 19

☞ Number.....: sélectionner

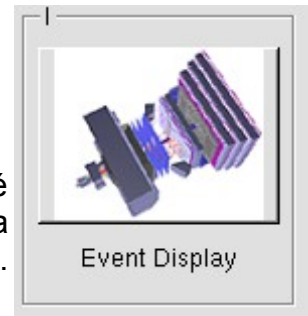
« Combinaison 19 »

☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with buttons for EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a registration form with fields for "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number", followed by an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "Event Display" (showing a detector layout) and "D0 Exercise" (showing a plot). At the bottom, there is a "Set output directory" field with an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

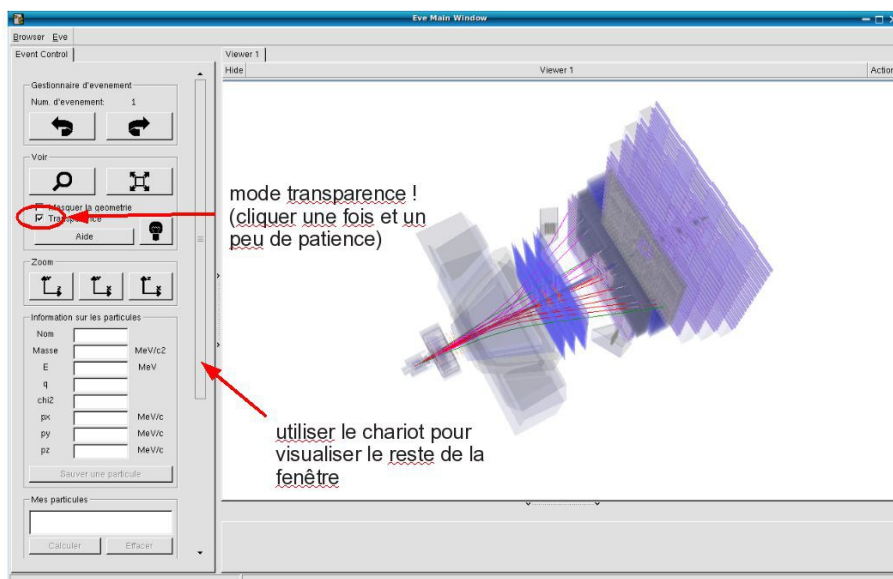
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'histogramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-20 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: dg3gJEt3
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 20

☞ Prénom.....: 20

☞ Classe.....: 20

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 20 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

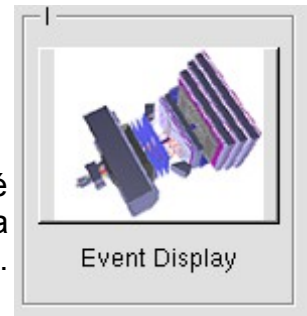
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

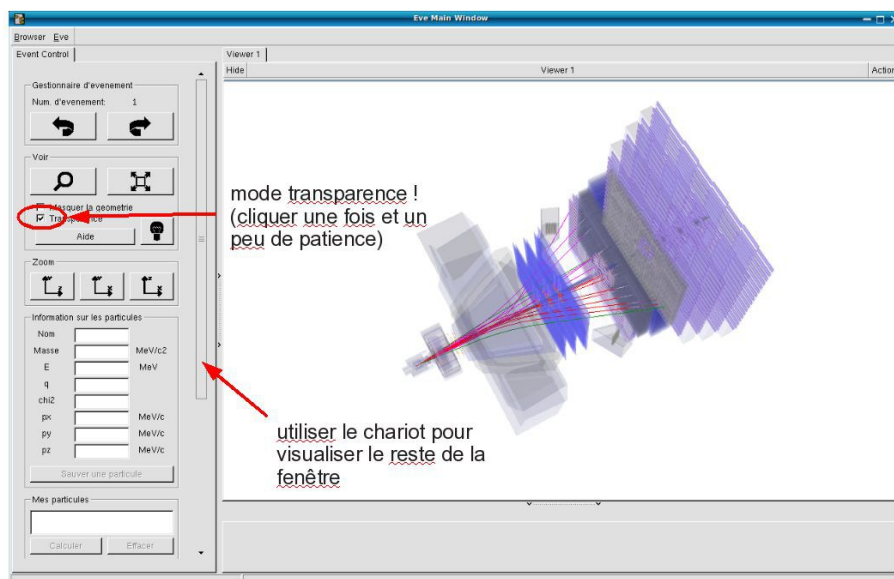
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'histogramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-21 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: QCYimKMW
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 21

☞ Prénom.....: 21

☞ Classe.....: 21

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 21 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

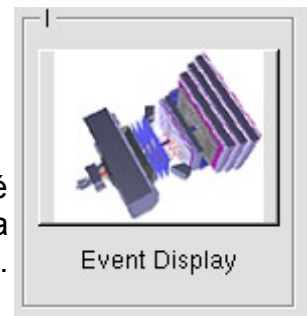
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

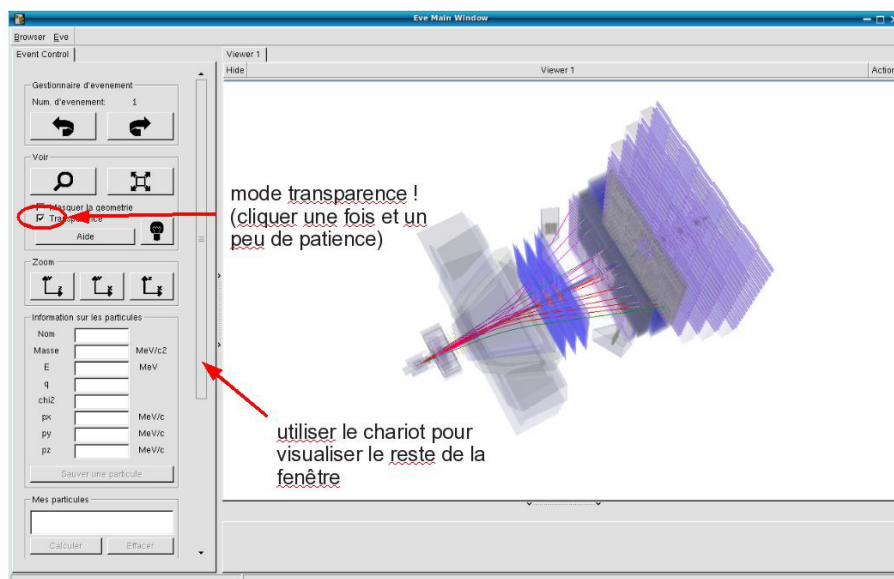
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
  - ↳ que représente-t-il ?
  - ↳ que voyez vous ?
  - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
  - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)
- 3) Quitter (↘ Quitter)
- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-22 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: gMghoAuJ
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 22

☞ Prénom.....: 22

☞ Classe.....: 22

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 22 »

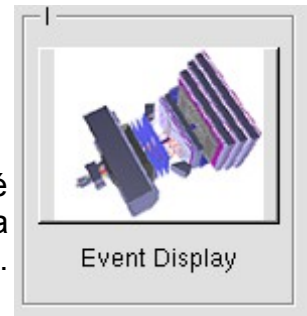
☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It contains several sections for user interaction:

- Langue:** A row of buttons for selecting the language: EN, FR, DE, RO, IT. The "FR" button is highlighted.
- Entrez vos coordonnées:** A section for entering personal information with four input fields: "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number". Below these fields is a button labeled "Enregistrer l'exercice".
- Event Display:** A window labeled "I" showing a 3D visualization of the LHCb detector.
- D0 Exercise:** A window labeled "II" showing a 2D histogram plot of a particle distribution.
- Set output directory:** A section with an empty text input field and an "OK" button.
- Exit:** A section at the bottom with two buttons: "Infos" and "Quitter".

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événement

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

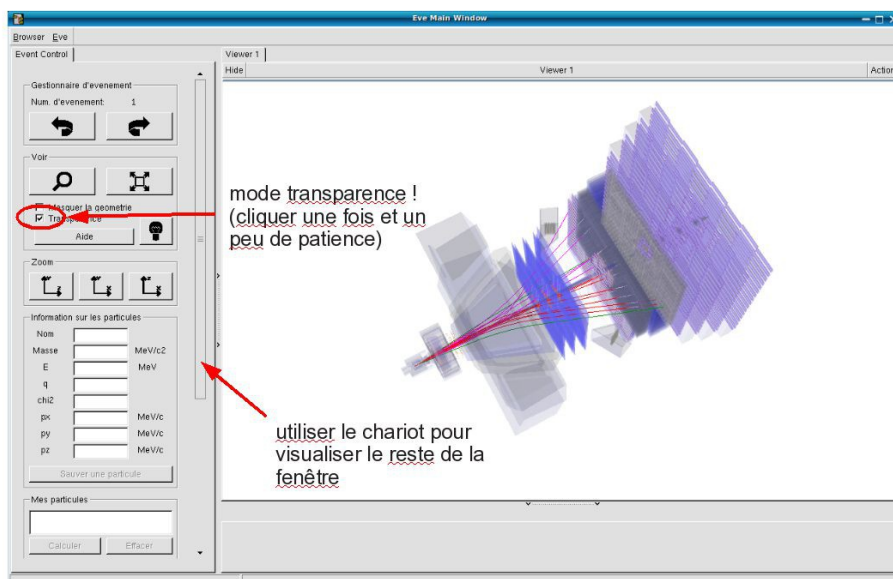
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-23 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: p8q52KtL
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 23

☞ Prénom.....: 23

☞ Classe.....: 23

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 23 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

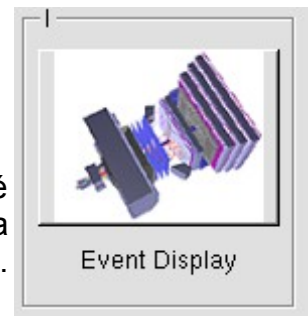
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- ↘ visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

- ↘ que représente-t-il ?

- ↘ que voyez vous ?

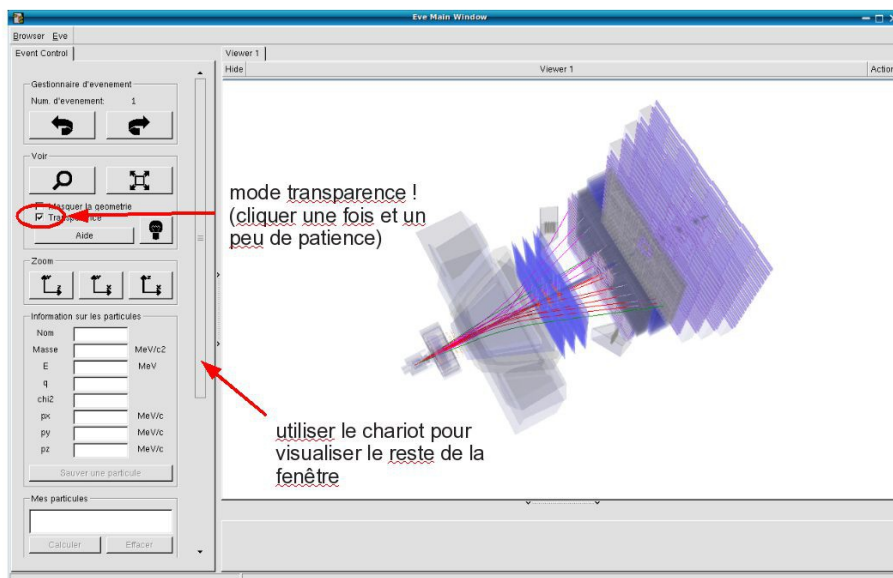
- ↘ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

- ↘ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- ↘ **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- ↘ Quitter (↘ Quitter)

- ↘ **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-24 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: GR9h3A6a
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 24

☞ Prénom.....: 24

☞ Classe.....: 24

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 24 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

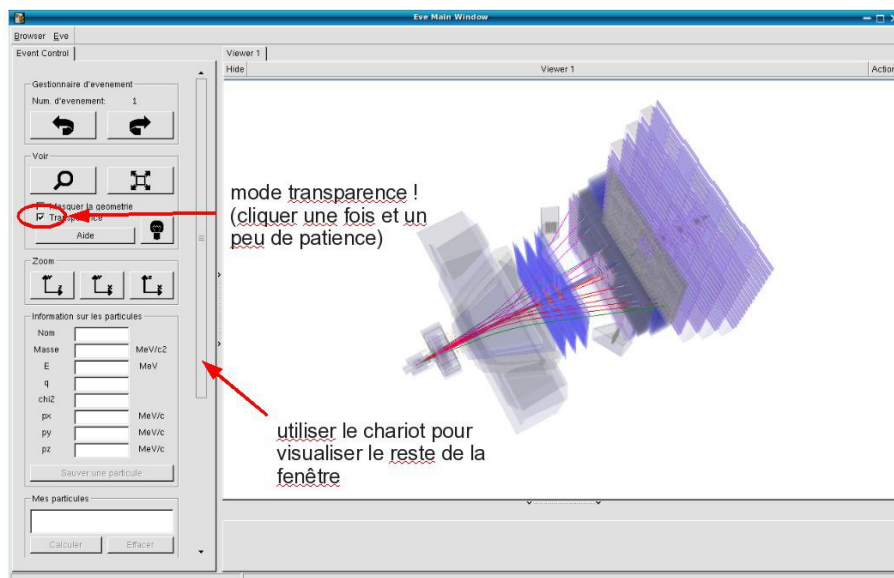
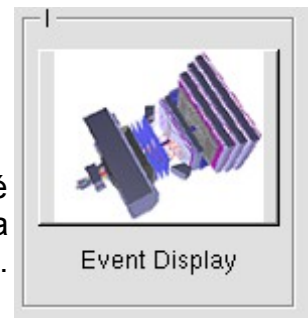
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-25 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: H6ztNoP3
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 25

☞ Prénom.....: 25

☞ Classe.....: 25

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 25 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

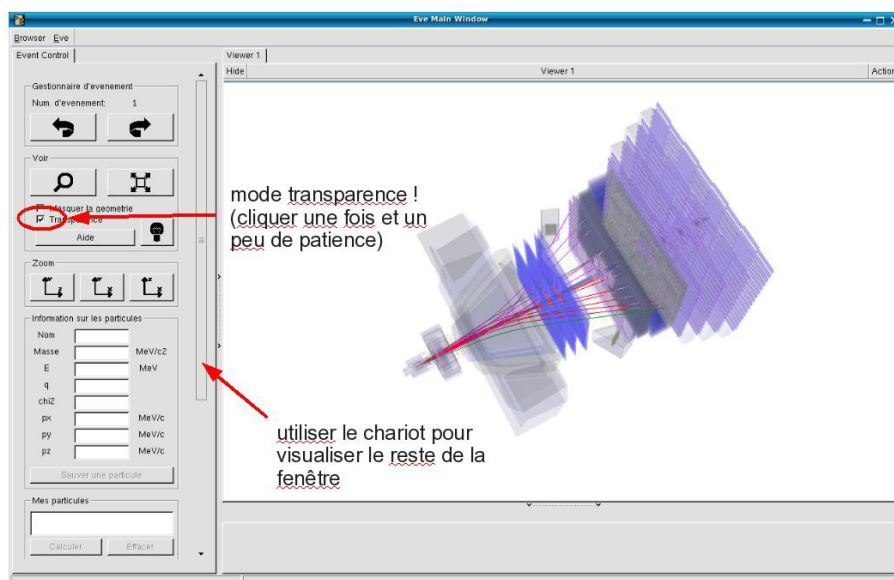
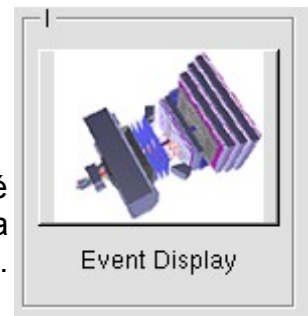
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/vy$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-26 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: jff6tHiW
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 26

☞ Prénom.....: 26

☞ Classe.....: 26

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 26 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.

⇒ A vous de les retrouver !

↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon


⇒ Pour chaque événements

1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

○ son impulsion, sa nature, sa charge

2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

4) Passer à l'événement suivant (↳  )

↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

↳ que représente-t-il ?

↳ que voyez vous ?

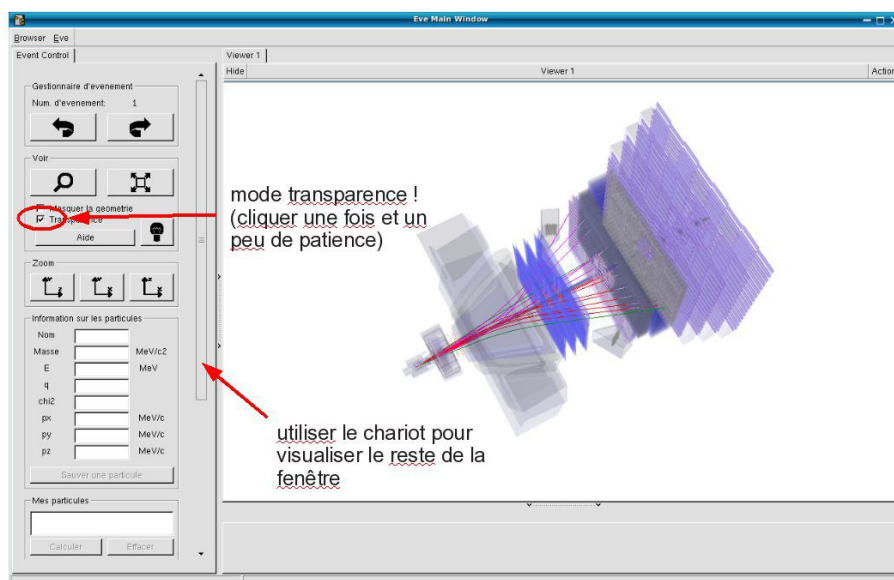
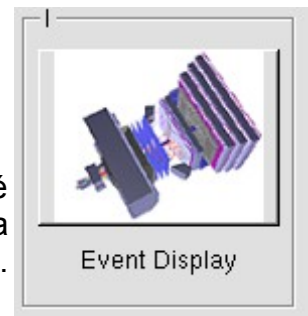
↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

↳ Quitter (↳ Quitter)

↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-27 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 7oUR1kYs
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 27

☞ Prénom.....: 27

☞ Classe.....: 27

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 27 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

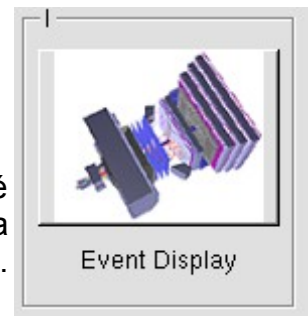
OK


Exit

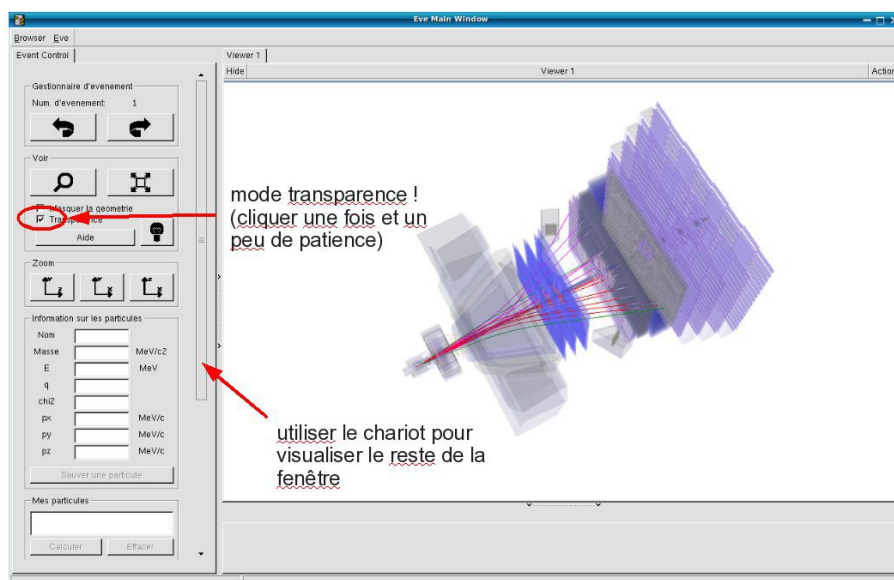
Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - 3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)
    - 4) Passer à l'événement suivant (↳  )
- ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
  - ↳ visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
    - ↳ que représente-t-il ?
    - ↳ que voyez vous ?
    - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
    - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
  - ↳ **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)
  - ↳ Quitter (↳ Quitter)
  - ↳ **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-28 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: XZfJ3UBq
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 28

☞ Prénom.....: 28

☞ Classe.....: 28

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 28 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

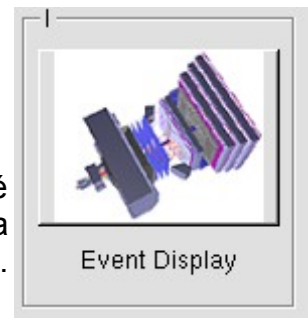
OK


Exit

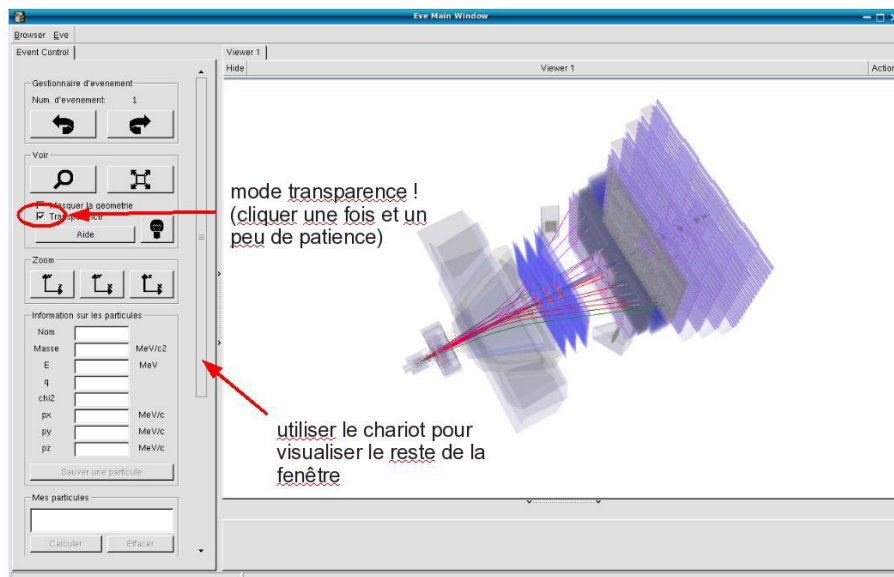
Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - ↳ Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - ↳ Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - ↳ Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)
    - ↳ Passer à l'événement suivant (↳  )
  - ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
    - 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
      - ↳ que représente-t-il ?
      - ↳ que voyez vous ?
      - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
      - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
    - 2) **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)
    - 3) Quitter (↳ Quitter)
    - 4) **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-29 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: 5XHrjFE3
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 29

☞ Prénom.....: 29

☞ Classe.....: 29

☞ Number.....: sélectionner

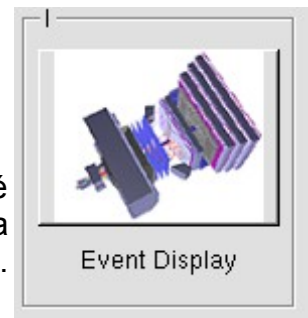
« Combinaison 29 »


☞ Enregistrer l'exercice

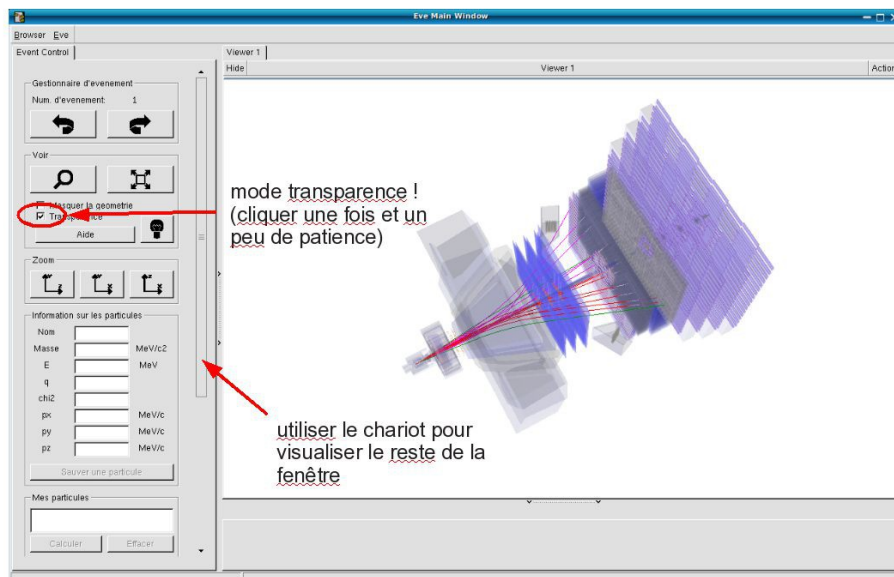
The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with options EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a registration form with fields for "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number", followed by an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "Event Display" (showing a detector diagram) and "D0 Exercise" (showing a histogram). At the bottom, there is a "Set output directory" field with an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - ↳ Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - ↳ Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - ↳ Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)
    - ↳ Passer à l'événement suivant (↳  )
  - ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
    - 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
      - ↳ que représente-t-il ?
      - ↳ que voyez vous ?
      - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
      - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
    - 2) **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)
    - 3) Quitter (↳ Quitter)
    - 4) **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↳ Lancer l'exercice 2 (↳ image « D0 Exercise »)

↳ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↳ A vous !

- 1) ↳ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↳ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↳ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↳ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↳ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-30 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: z5CbzJRh
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 30

☞ Prénom.....: 30

☞ Classe.....: 30

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 30 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I Event Display

II D0 Exercise

Set output directory

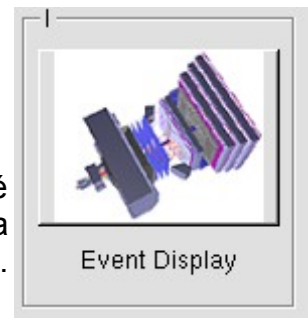
OK


Exit

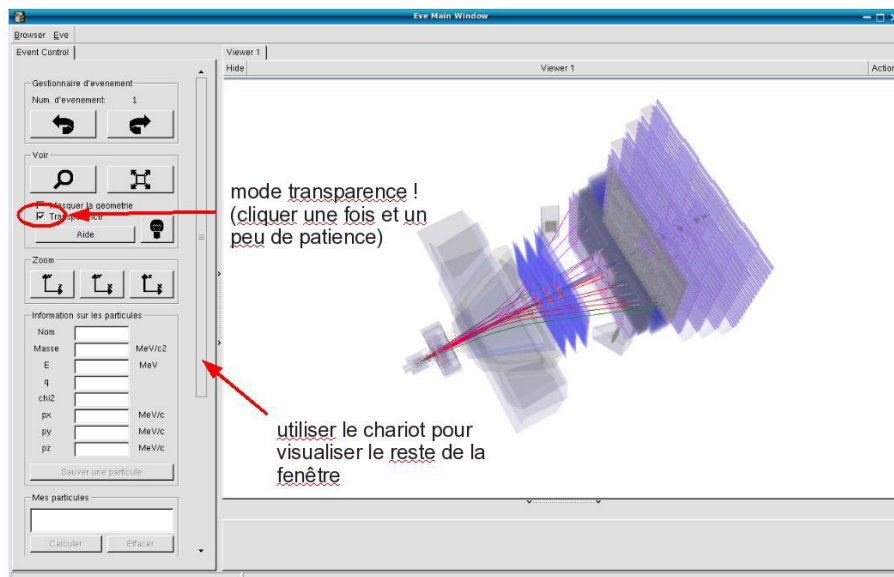
Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - ↳ Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - ↳ Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - ↳ Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)
    - ↳ Passer à l'événement suivant (↳  )
- ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
  - 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)
    - ↳ que représente-t-il ?
    - ↳ que voyez vous ?
    - ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
    - ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
  - 2) **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)
  - 3) Quitter (↳ Quitter)
  - 4) **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-31 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: dQgLA4V6
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 31

☞ Prénom.....: 31

☞ Classe.....: 31

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 31 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prenom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

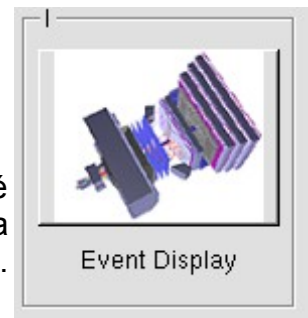
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↳ Lancer l'exercice 1 (↳ image « Event Display »)
- ↳ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↳ Traiter les 30 événements de l'échantillon


⇒ Pour chaque événements

- ↳ Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :

- son impulsion, sa nature, sa charge

- ↳ Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)

- ↳ Ajouter cette masse à l'histogramme (↳ Ajouter)

- ↳ Passer à l'événement suivant (↳  )

- ↳ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↳ Dessiner)

- ↳ que représente-t-il ?

- ↳ que voyez vous ?

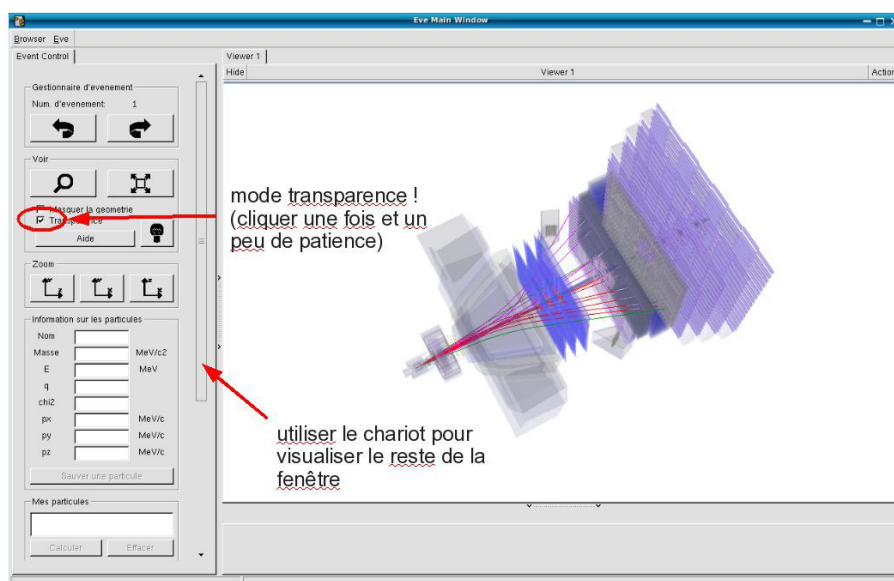
- ↳ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

- ↳ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↳ Sauver l'histogramme)

- 3) Quitter (↳ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↳ Application ↳ LHCbMasterclass ↳ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-32 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: y7BmmVfy
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 32

☞ Prénom.....: 32

☞ Classe.....: 32

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 32 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

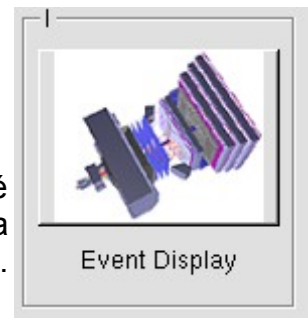
OK


Exit

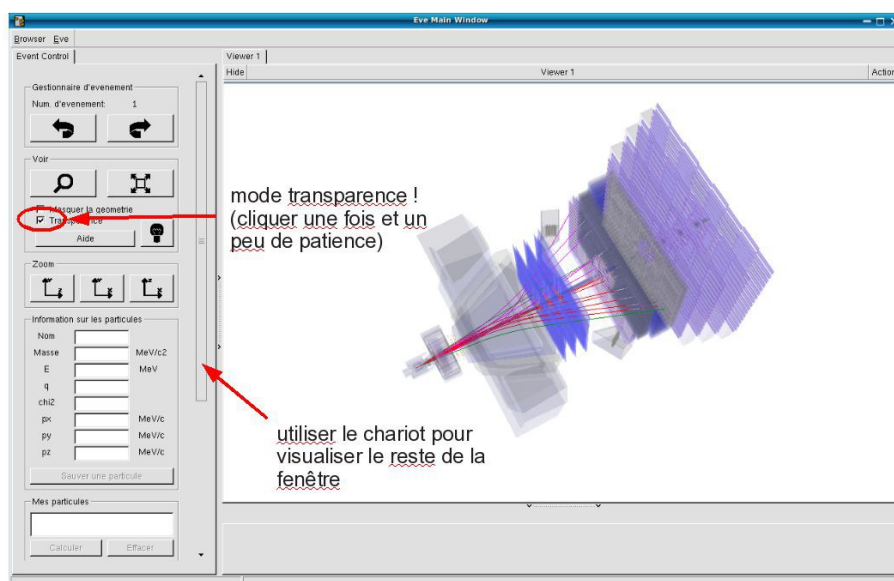
Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$

- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



- ⇒ A vous de les retrouver !
- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon
  - ⇒ Pour chaque événements
    - ↘ Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
      - son impulsion, sa nature, sa charge
    - ↘ Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
    - ↘ Ajouter cette masse à l'histogramme (↘ Ajouter)
    - ↘ Passer à l'événement suivant (↘  )
- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,
  - 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↘ Dessiner)
    - ↗ que représente-t-il ?
    - ↗ que voyez vous ?
    - ↗ combien d'événements avez-vous reconstruits ?
    - ↗ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?
  - 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'histogramme)
  - 3) Quitter (↘ Quitter)
  - 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?

## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-33 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: kDigYHYR
3. Lancer l'application du TD : Application → LHCbMasterclass → Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

☞ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

☞ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 33

☞ Prénom.....: 33

☞ Classe.....: 33

☞ Number.....: sélectionner

« Combinaison 33 »

☞ Enregistrer l'exercice

Langue

EN FR DE RO IT

Entrez vos coordonnées

Nom

Prénom

Classe

Number

Enregistrer l'exercice

I

Event Display

II

D0 Exercise

Set output directory

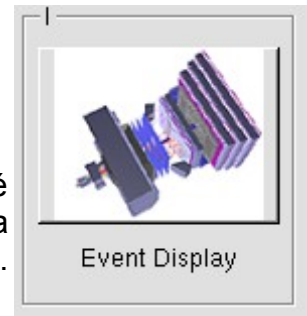
OK

Exit

Infos Quitter

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événements

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'histogramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'histogramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

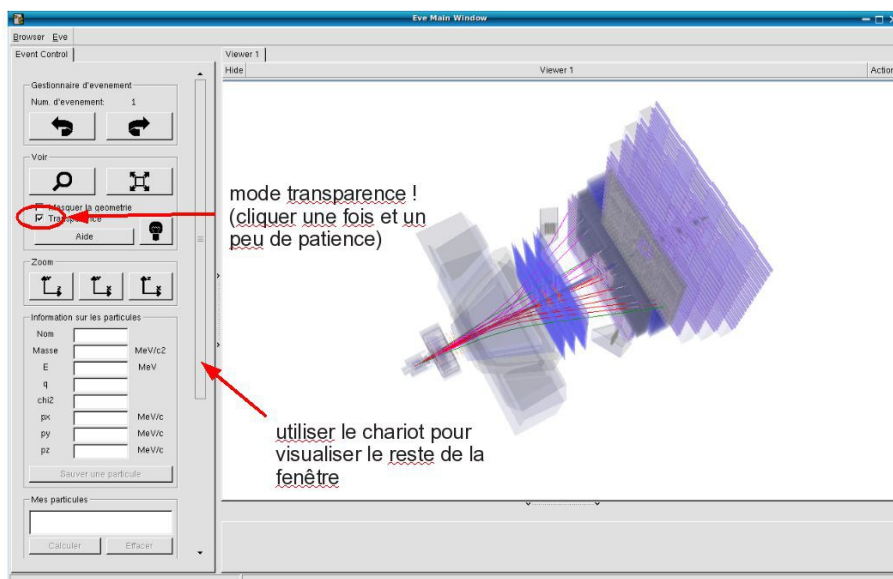
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'histogramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?



## LHCb Masterclass : Instructions pratiques

### 1) Démarrage

1. Allumer l'ordinateur (vérifier que l'écran est allumé)
2. Ouvrir une session
  - ☞ login .....: lt-master-34 (commence avec un *l* comme *lepton* !)
  - ☞ password.....: jKGxBBja
3. Lancer l'application du TD : ↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Start LHCb
4. Dans la fenêtre qui va apparaître :

↘ Sélectionner la langue française :

☞ **FR**

↘ Renseigner le formulaire avec votre numéro de binôme dans tous les champs à renseigner :

☞ Nom.....: 34

☞ Prénom.....: 34

☞ Classe.....: 34

☞ Number.....: sélectionner

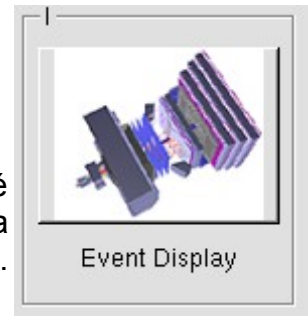
« Combinaison 34 »

☞ Enregistrer l'exercice

The screenshot shows a software window titled "LHCb Masterclass". It features a language selection menu with options for EN, FR, DE, RO, and IT. Below this is a registration form with fields for "Nom", "Prénom", "Classe", and "Number", and an "Enregistrer l'exercice" button. The interface also includes two preview windows: "Event Display" (showing a detector schematic) and "D0 Exercise" (showing a histogram). At the bottom, there is a "Set output directory" field with an "OK" button, and an "Exit" section with "Infos" and "Quitter" buttons.

## 2) Exercice I : sélection des $D \rightarrow K \pi$


- ↘ Lancer l'exercice 1 (↘ image « Event Display »)
- ↘ Vous avez en main un échantillon contenant 30 collisions proton-proton enregistrées par LHCb. Ces événements ont été sélectionnés parce qu'il semble que dans chacun, la collision a produit un méson D qui s'est désintégré en un kaon et un pion.



⇒ A vous de les retrouver !

- ↘ Traiter les 30 événements de l'échantillon

⇒ Pour chaque événement

- 1) Sélectionner les traces correspondants à un kaon et à un pion de charges opposées avec un vertex déplacé ; pour chaque particule on mesure :
  - son impulsion, sa nature, sa charge
- 2) Calculer la masse du système K- $\pi$  (à l'aide de leur impulsion et de leur masse)
- 3) Ajouter cette masse à l'historgramme (↘ Ajouter)
- 4) Passer à l'événement suivant (↘  )

- ↘ Une fois traité l'ensemble de l'échantillon,

- 1) visualiser l'historgramme que vous avez construit (↘ Dessiner)

⇒ que représente-t-il ?

⇒ que voyez vous ?

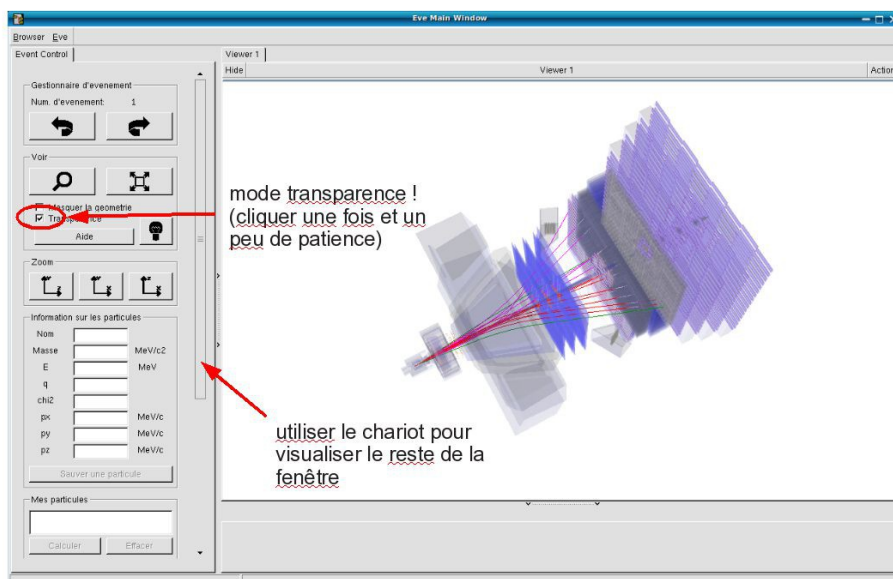
⇒ combien d'événements avez-vous reconstruits ?

⇒ combien d'événements correspondent à des désintégrations de D ?

- 2) **Enregistrer** depuis l'application (↘ Sauver l'historgramme)

- 3) Quitter (↘ Quitter)

- 4) **SAUVEGARDER** (↘ Application ↘ LHCbMasterclass ↘ Save)



### 3) Exercice II : mesure du temps de vie du D

↘ Lancer l'exercice 2 (↘ image « D0 Exercise »)

↘ Vous avez en main un échantillon contenant environ 50000 candidats D0. Vous allez les utiliser pour essayer de déterminer le temps de vie du D0. Vous ferez ainsi, en accéléré, toutes les étapes d'une analyse de physique visant à mesurer un paramètre fondamental

- 1) Distinguer et soustraire le bruit de fond du signal
- 2) Ajuster un modèle aux données
- 3) Évaluer les erreurs systématiques sur la mesure

↘ A vous !

- 1) ↘ Tracer la masse du D0 : vous obtenez l'histogramme de la masse du D0 (comme vous l'aviez construite pendant l'exercice 1 mais avec plus d'événements)
- 2) ↘ Ajuster la distribution de masse : vous ajustez deux fonctions sur la distribution des masses ; l'une « gaussienne » rend compte de la forme attendue pour la distribution des masses reconstruites pour des véritables D0, l'autre « droite » s'ajuste au niveau du bruit de fond aléatoire correspondant à une erreur dans l'association des produits de désintégrations des D0.
- 3) Déterminer la région en masse où se trouve le signal et ajuster le « signal range »
- 4) ↘ Tracer les distributions :
  - Quelques quantités intéressantes :
    - $p_T$  : l'impulsion transverse du D0
    - $t$  : le decay time ( $l/v\gamma$ )
    - IP : le paramètre d'impact (distance d'approche entre le D0 et le vertex de production)
  - Signal et bruit de fond :
    - rouge : le bruit de fond estimé à partir de la région que vous avez déterminée dans le domaine de masse
    - bleu : le signal lui aussi déterminée par le domaine de masse une fois le bruit de fond soustrait
  - ↳ comment les quantités tracées se comportent pour les deux catégories ?
  - Exclure les parties où le bruit de fond est trop important
- 5) ↘ Ajuster le temps de désintégrations du signal : on ajuste une loi exponentielle caractéristique des désintégrations des particules instables. Si l'ajustement est bon :
  - ↳ combien trouvez-vous ?
  - ↘ Enregistrer et ajuster

6) Refaire les étapes 1) à 5) en variant la coupure sur le paramètre d'impact entre -2 et 1.5

7) ↘ Tracer la tendance

↪ Comment varie le temps de vie estimé ? Pourquoi ?