

Hypatia

4 Fenêtres Hypatia

The image displays the Hypatia software interface with four main windows:

- Canvas Window:** Shows a top-down view of the ATLAS detector with tracks overlaid. The tracks are colored in blue, red, and green.
- Track Momenta Window:** Displays a table of track parameters. The table has columns for Track, +/-, P [GeV], Pt [GeV], ψ , and θ . The data rows are as follows:

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ψ	θ
Tracks 0	-	11.68	4.28	-1.319	0.375
Tracks 1	+	126.06	39.41	-2.413	0.318
Tracks 2	+	4.57	4.56	-2.783	1.649
Tracks 3	-	167.90	53.01	0.906	0.321
Tracks 4	-	124.12	11.18	2.943	1.175
Tracks 5	-	11.18	11.18	1.818	0.214
Tracks 6	+	18.61	3.94	1.818	0.214
- Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS version 7.3 - Invariant Mass Window:** A window for calculating invariant masses, with a table for parameters like File Name, ETMis [GeV], Track, P [GeV], +/-, Pt [GeV], ψ , η , M(2) [GeV], M(4) [GeV], and e/m/g.
- HYPATIA - Control Window:** A control panel with tabs for Parameter Control, Interaction and Window Control, and Output Display. The Cuts tab is active, showing a list of selection criteria (Status, InDet, Calo, MuonDet, Objects) with checkboxes.

Atlas vu de face

Atlas vu de côté

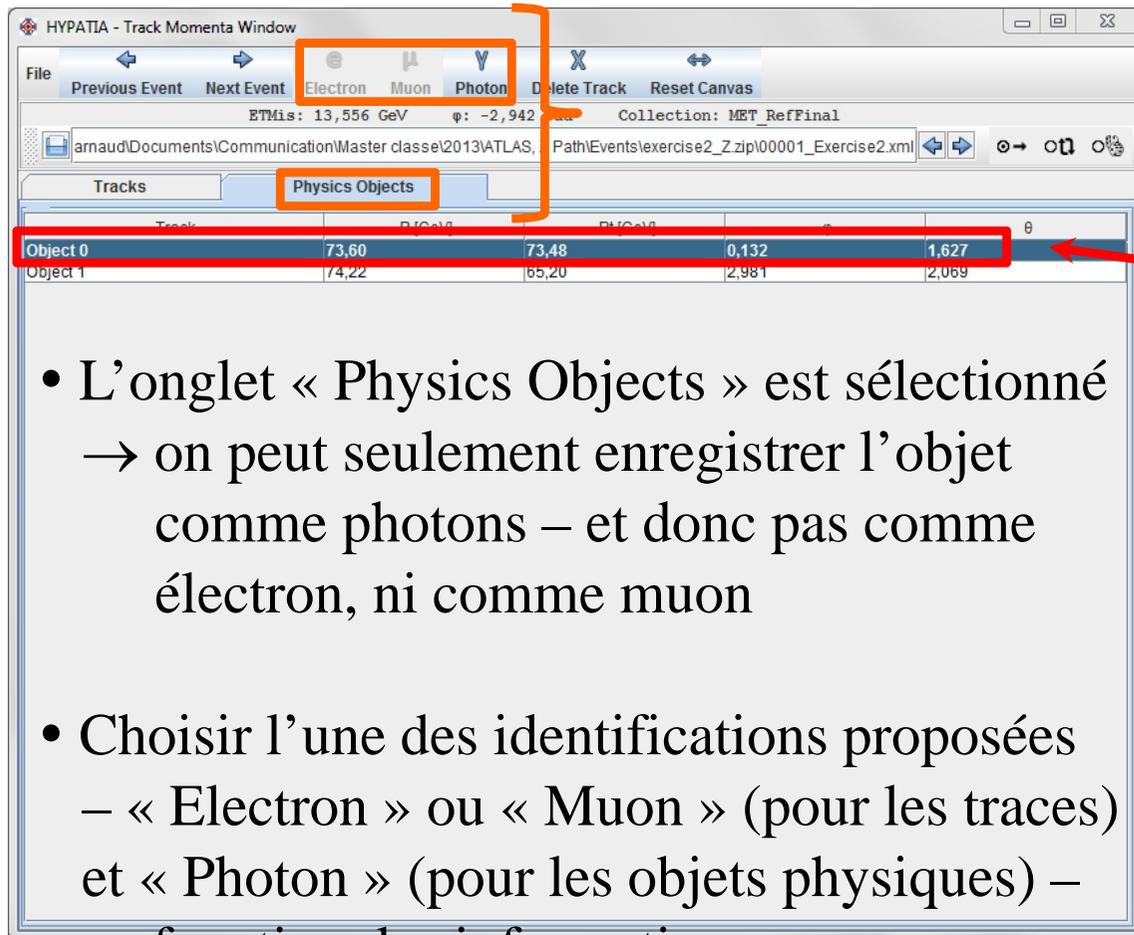
Liste des traces/objets physiques

Feuille de calcul des masses invariantes : à remplir par vous au fur et à mesure de l'analyse de vos événements

Menu de sélection des traces à afficher (« coupures »)

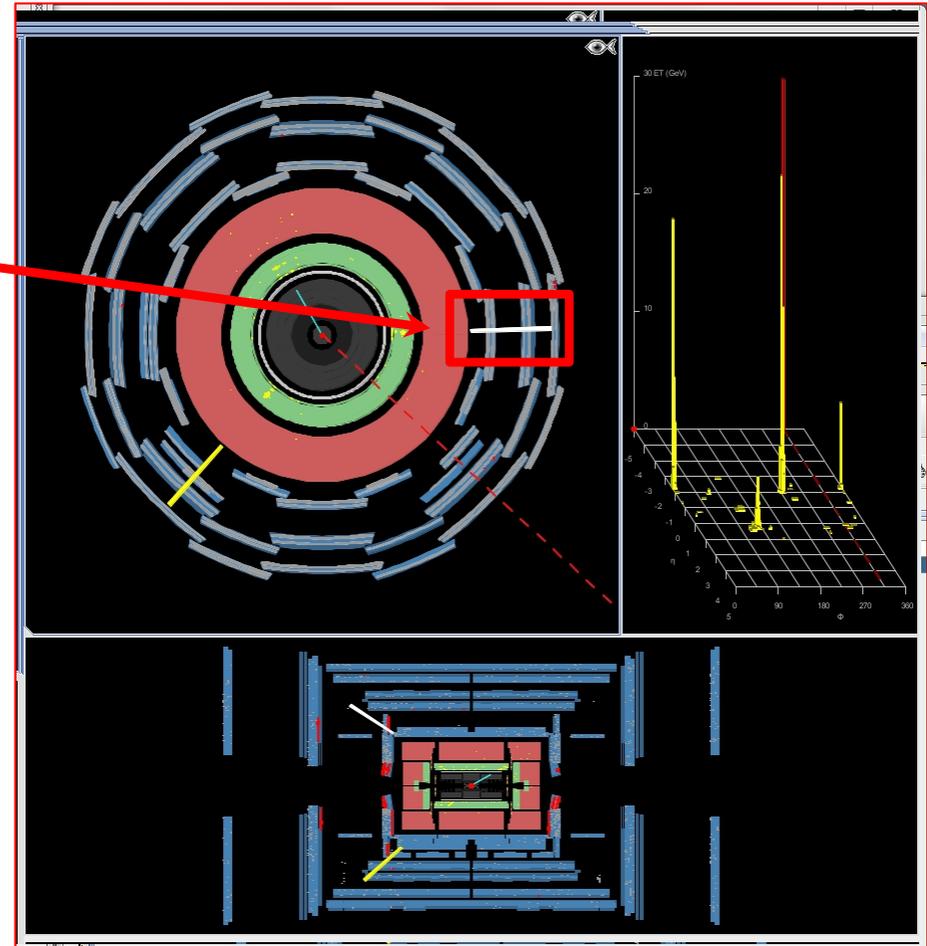
Sélection des traces/objets physiques

- En **cliquant** sur une entrée dans la liste
- En **choisissant** un objet sur une vue du détecteur ATLAS
- L'objet sélectionné devient **grisé**



Track	p_T (GeV)	η	θ	
Object 0	73.60	73.48	0.132	1.627
Object 1	74.22	65.20	2.981	2.069

- L'onglet « Physics Objects » est sélectionné
→ on peut seulement enregistrer l'objet comme photons – et donc pas comme électron, ni comme muon
- Choisir l'une des identifications proposées – « Electron » ou « Muon » (pour les traces) et « Photon » (pour les objets physiques) – en fonction des informations que vous avez recueillies sur un objet particulier



Sélection des traces/objets physiques

- But : « nettoyer » l'événement de toutes les traces inintéressantes et de basse énergie
- Moyen : le menu « Cuts » (« Coupures »). Où couper ?
- Sur l'impulsion transverse (P_t)
 - « Nettoie » l'événement des traces trop peu énergétiques pour être intéressantes
 - Coupure conseillé : 10 GeV
 - Passer à 5 GeV pour une étude approfondie de l'événement : recherche de signature 4 leptons
- Sur le nombre de coups dans le SCT
 - Pour vérifier que la trace étudiée provient bien de la collision
- Sur le nombre de coups dans le TRT
 - Pour que la trace ait une longueur suffisante

The screenshot shows the 'Cuts' menu in the ATLAS software. The parameters are listed in a table with columns for Name, Unit, and Value. Red boxes highlight the 'Number SCT Hits' and 'Number TRT Hits' parameters. Red text annotations explain their function.

Name	Unit	Value
<input checked="" type="checkbox"/> PT	>	5.0 GeV
<input checked="" type="checkbox"/> d0	<	2.5 mm
<input checked="" type="checkbox"/> z0	<	20.0 cm
<input type="checkbox"/> d0 Loose	<	2.0 cm
<input type="checkbox"/> z0-zVtx	<	2.5 mm
<input type="checkbox"/> Layer	>	0
<input checked="" type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>=	2
<input checked="" type="checkbox"/> Number SCT Hits	>=	7
<input type="checkbox"/> Number TRT Hits	>=	15
<input type="checkbox"/> [Sim. Particle PDG-ID]	<	40
<input type="checkbox"/> Sim. Particle Barcode	=	0
<input type="checkbox"/> Sim. Particle Type		charged hadron
<input type="checkbox"/> SimVertex	=	0
SCT/Pixel		All
TRT_DriftCircle		All
<input type="checkbox"/> η module	>=	0
<input type="checkbox"/> Φ module	>=	0
<input type="checkbox"/> Track Index	=	0
Hits By SimTrack		All
Hits By RecTrack		All
Hits By Segment		All
Hit Type		All
<input type="checkbox"/> Group	>	0
<input type="checkbox"/> TRT Threshold		high
<input type="checkbox"/> TRT Noise Cut		
<input checked="" type="checkbox"/> TRT Time Over Threshold	>	20.0
<input type="checkbox"/> [Author]	=	1
<input checked="" type="checkbox"/> RVx tracks	>=	3
<input type="checkbox"/> RVx primary only	>=	1

Valeur de la coupure à varier

Cocher (décocher) pour inclure (exclure) ces coupures

Un autre exemple

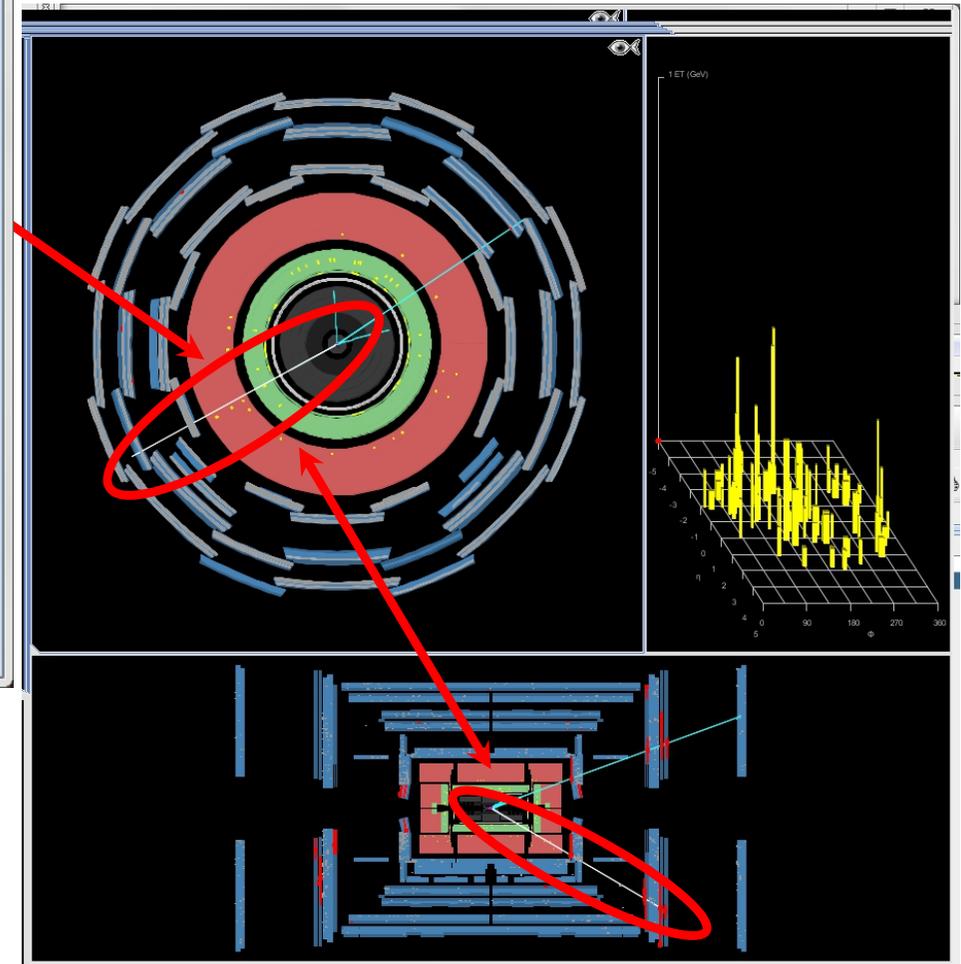
HYPATIA - Track Momenta Window

File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 7,369 GeV ϕ : 2,796 rad Collection: MET_RefFinal

arnaud\Documents\Communication\Master classe\2013\ATLAS, Z Path\Events\exercice2_Z.zip\00007_Exercice2.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 22	-	139,51	47,69	0,576	0,349
Tracks 139	+	73,73	37,69	-2,627	0,537
Tracks 238	+	19,76	10,90	0,291	0,584
Tracks 239	-	105,93	54,03	1,630	0,535



- Les deux vues du détecteur ATLAS apportent des informations complémentaires sur l'événement
→ Toujours regarder les deux

Exemple de signature e^+e^-

HYPATIA - Track Momenta Window

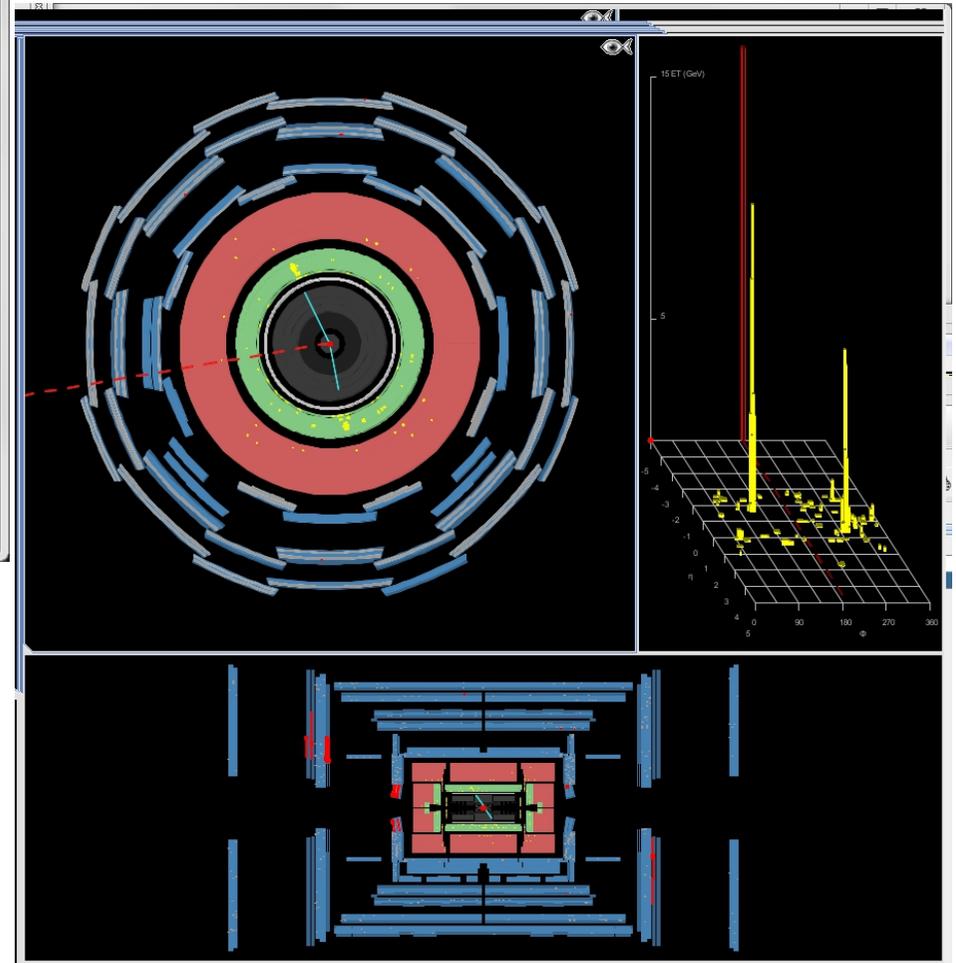
File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 16 | Insert selected electron track | ad Collection: MET_RefFinal

arnaud\Documents\Communication\Master classe\2013\ATLAS, Z Path\Events\exercice2_Z.zip\00003_Exercice2.xml

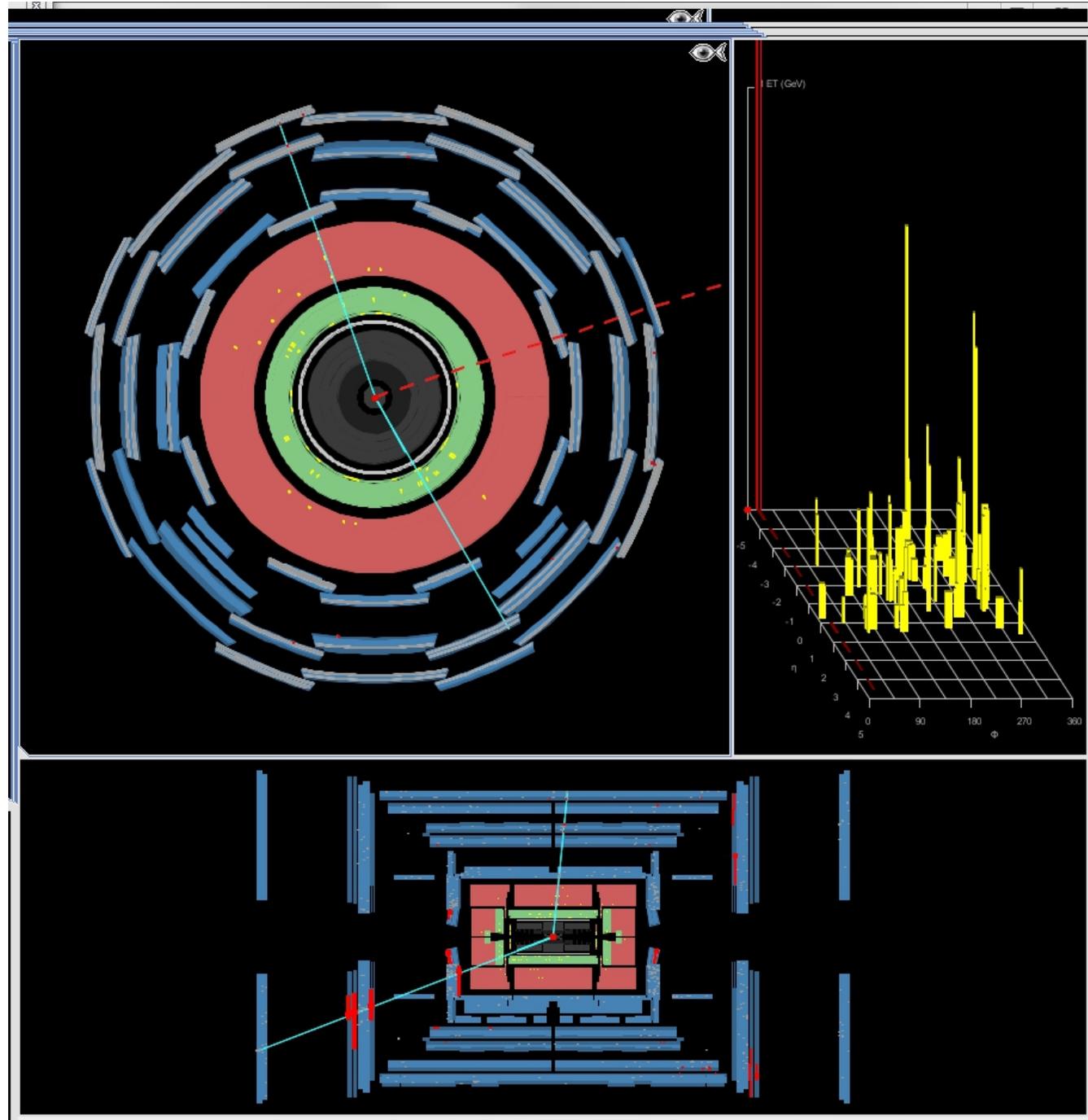
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ψ	θ
Tracks 2	+	40,57	33,41	-1,366	0,968
Tracks 141	-	51,42	43,19	2,018	2,144

Traces de charges électriques opposées



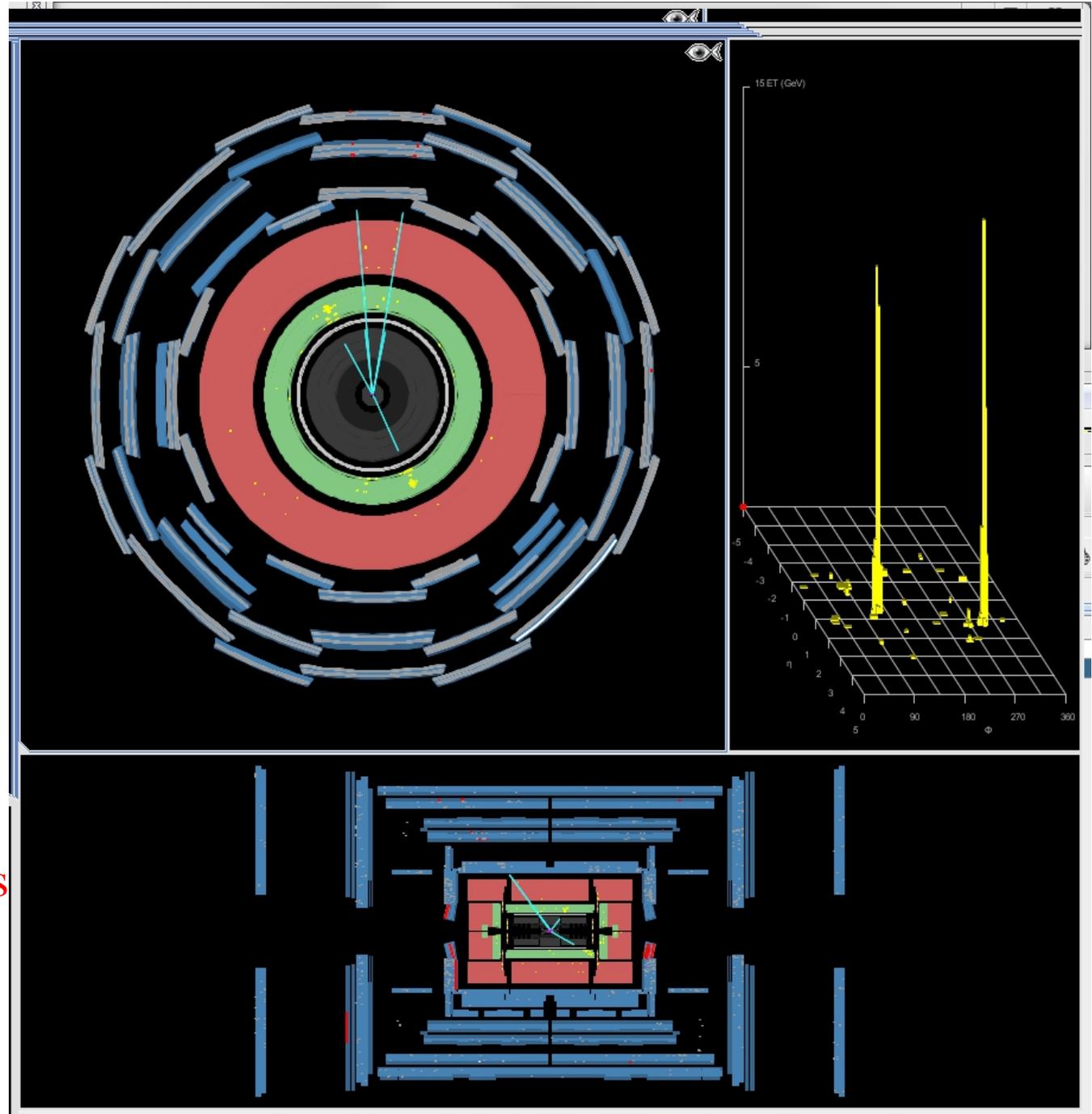
Exemple de signature $\mu^+\mu^-$

- Les **muons** sont représentés par de **longues traces** dans Hypatia



Exemple de signature 4 leptons

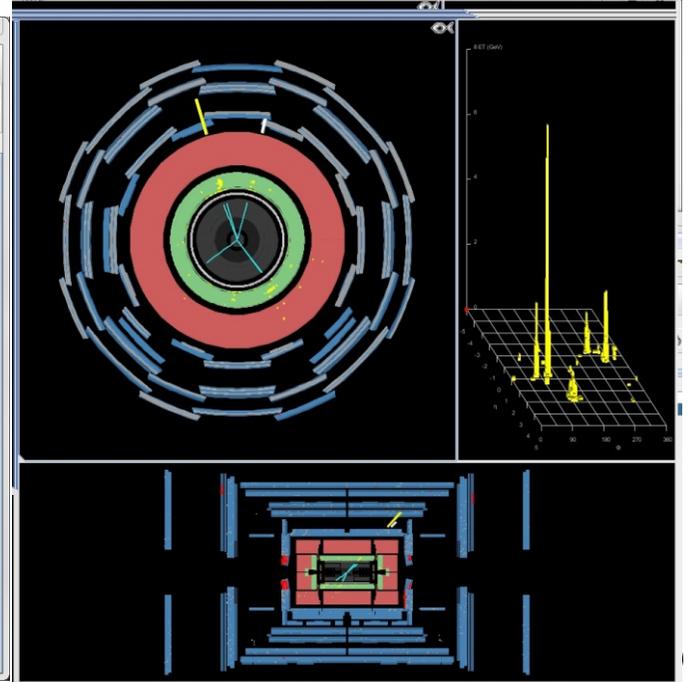
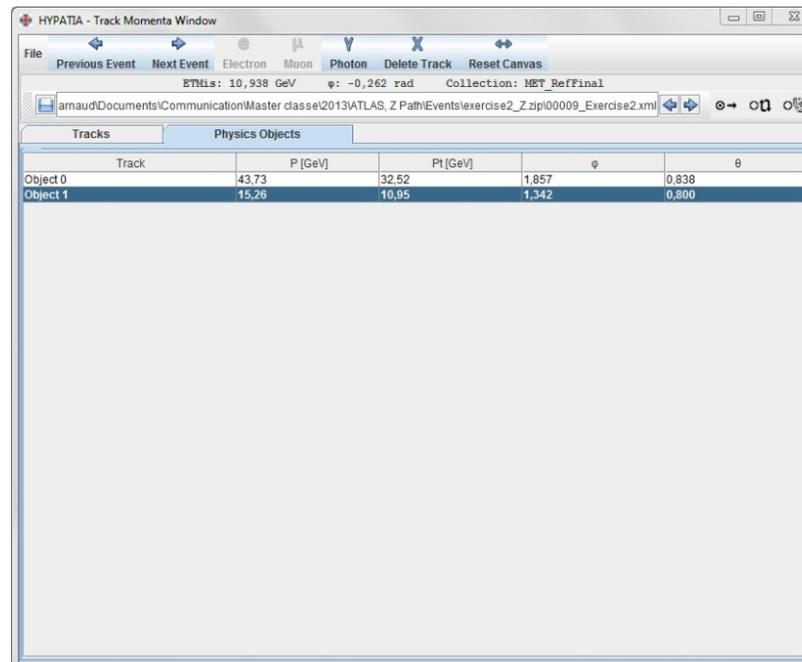
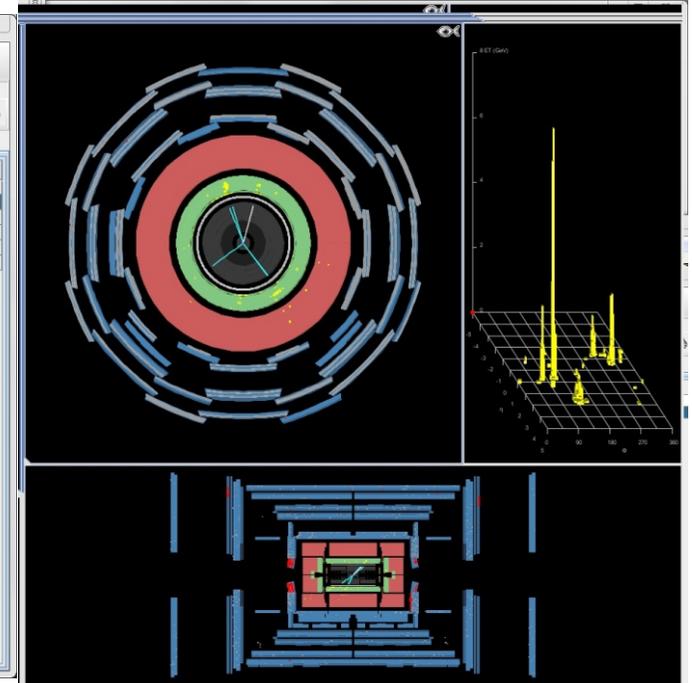
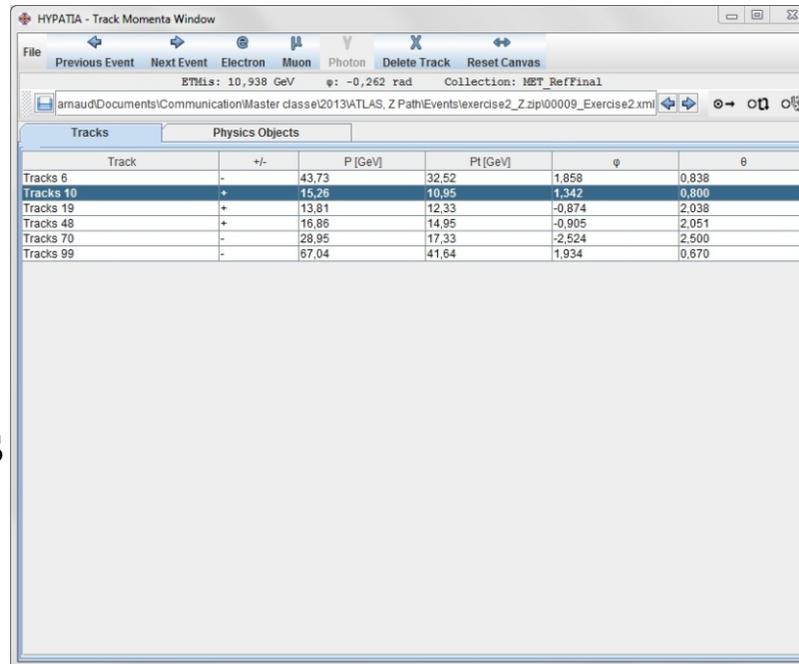
- **Evénements rares**
→ Les étudier en détail
- **Grouper les quatre traces en deux paires de charges opposées**
- **Combinaisons possibles :**
 - $\{1^{\text{er}} + \text{avec } 1^{\text{er}} -\}$ et $\{2^{\text{nd}} + \text{avec } 2^{\text{nd}} -\}$
ou
 - $\{1^{\text{er}} + \text{avec } 2^{\text{nd}} -\}$ et $\{2^{\text{nd}} + \text{avec } 1^{\text{er}} -\}$
- **Ce choix modifie les masses invariantes des paires de leptons mais pas celle des quatre leptons**



Electrons

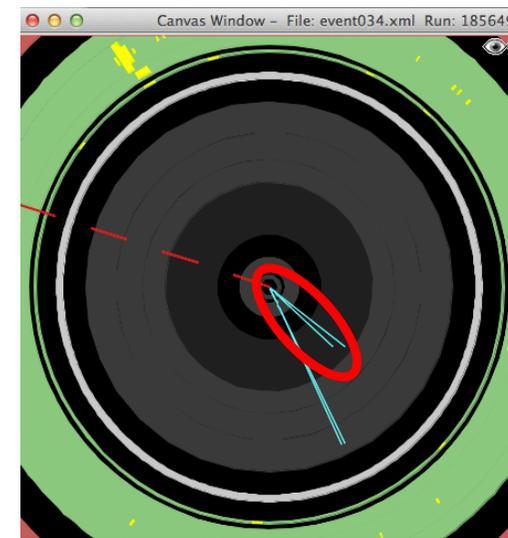
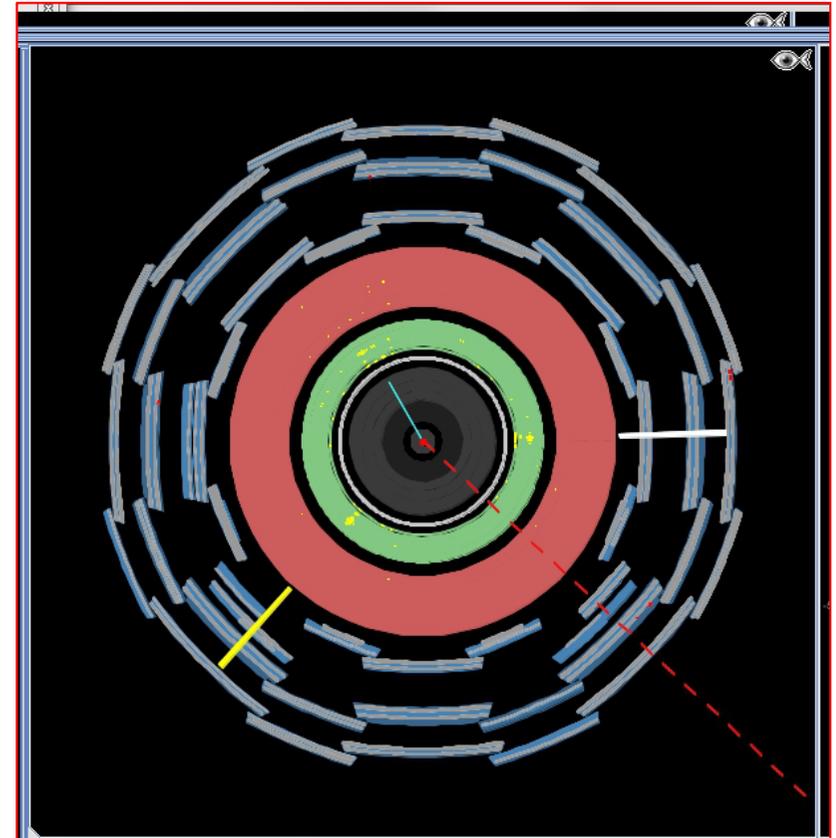
- Un électron apparaît *souvent* dans la liste des traces et dans la liste des objets physiques. Les deux entrées ont les mêmes caractéristiques
- *Mais* ce n'est *pas toujours* le cas : il peut arriver que la relation entre la trace chargée et le dépôt d'énergie associé ne soit pas visible dans Hypatia

→ Rester vigilant



Photons

- **Le photon est une particule neutre** électriquement
 - Il ne laisse *normalement* aucune trace dans le trajectographe, sensible aux particules chargées
 - Dans Hypatia : on voit un **objet physique** qui n'est dans le prolongement d'aucune trace chargée
- **Mais il existe également des photons convertis en paire électron-positron**
 - Deux traces proches dans les deux vues, de charges opposées et de masse invariante très faible ($m_{\text{photon}} = 0$)
- Ils sont assez difficiles à repérer : n'hésitez pas à demander conseil si vous en voyez ...
- Une **devinette** : comment voir si beaucoup de vrais électrons ont été incorrectement interprétés comme des photons convertis ?



Fenêtre de calcul de masse invariante

HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.3 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ψ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g	
00001_Exercise2.xml	13,556	Object 0	73,6		73,5	0,132	-0,057	140,722		g	
		Object 1	74,2		65,2	2,981	-0,520			g	
00002_Exercise2.xml	29,666	Object 0	94,1		62,4	-2,308	-0,969	117,352		g	
		Object 1	115,5		64,3	0,027	-1,191			g	
00003_Exercise2.xml	16,187	Tracks 2	40,6	+	33,4	-1,366	0,643	90,869		e	
		Tracks 141	51,4	-	43,2	2,018	-0,608			e	
00004_Exercise2.xml	26,332	Tracks 22	78,3	+	27,8	-1,048	-1,698	94,954		m	
		Tracks 121	39,7	-	39,4	1,891	0,113			m	
00005_Exercise2.xml	26,729	Object 0	264,8		64,1	2,893	2,096	132,130		g	
		Object 1	27,1		27,1	-0,353	0,027			g	
00006_Exercise2.xml	8,309	Tracks 1	151,2	+	33,4	-1,747	-2,191	92,003		e	
		Tracks 38	43,1	-	36,0	1,378	-0,617			e	
00007_Exercise2.xml	7,369	Tracks 22	139,5	-	47,7	0,576	1,736	86,854		m	
		Tracks 139	73,7	+	37,7	-2,627	1,291			m	
00008_Exercise2.xml	12,211	Tracks 2	34,2	-	42,2	-1,153	1,315	89,694	126,269	e	
		Tracks 43	53,1	+	43,1	2,075	0,668			e	
		Tracks 6	9,9	+	8,1	1,725	-0,656			3,110	e
		Tracks 41	10,1	-	8,3	1,343	-0,647			e	
00009_Exercise2.xml	10,938	Tracks 6	43,7	-	32,5	1,858	0,808	9,665		e	
		Tracks 10	15,3	+	10,9	1,342	0,861			e	
00010_Exercise2.xml	10,774	Tracks 0	87,9	+	106,9	0,496	1,962	90,175	264,540	e	
		Tracks 20	31,0	-	18,0	2,915	1,138			e	
		Tracks 1	62,5	+	56,4	-2,831	0,460			91,030	e
		Tracks 18	140,5	-	28,5	-1,883	2,279			e	

Identification de l'événement

2 ou 4 traces/objets par événement

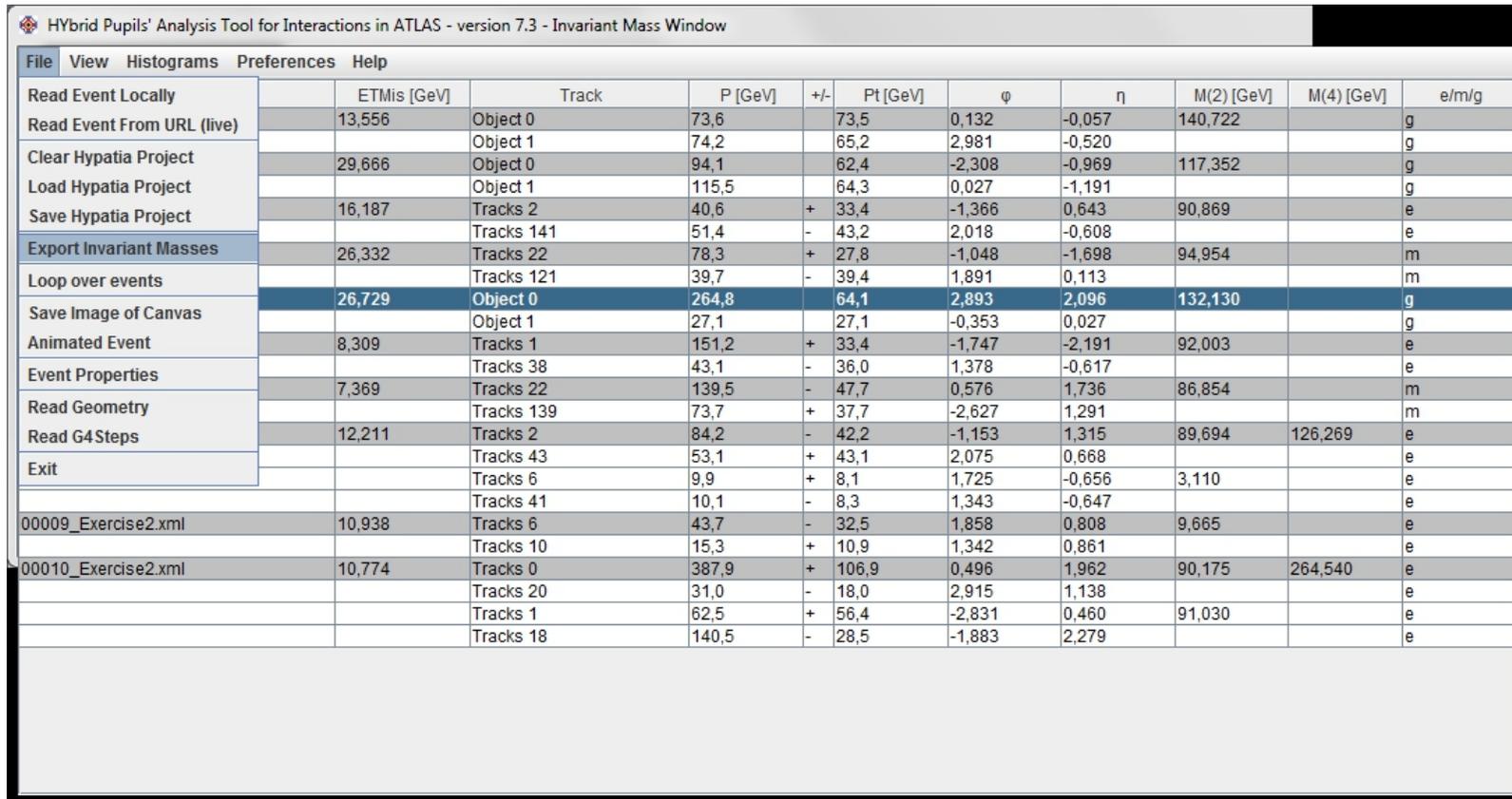
Masse Invariante
2 4
particules

- Vous pouvez changer les traces d'un événement passé en revenant l'étudier avec les touches 
- Pour effacer une trace, la sélectionner et appuyer sur 

electron
muon
gamma (photon) 11
Type

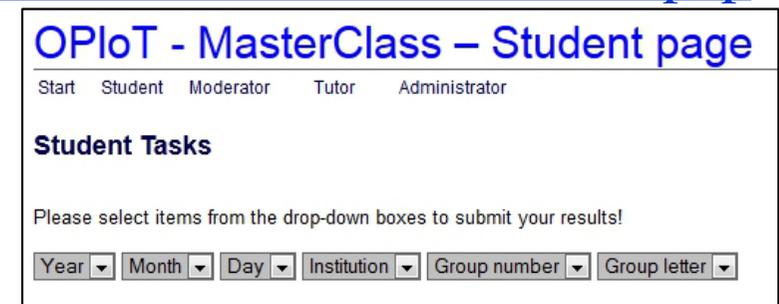
Exporter la feuille de calcul de masses invariantes

- Exporter le fichier sur le bureau de l'ordinateur



	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g
Read Event Locally		Object 0	73,6		73,5	0,132	-0,057	140,722		g
Read Event From URL (live)		Object 1	74,2		65,2	2,981	-0,520			g
Clear Hypatia Project	29,666	Object 0	94,1		62,4	-2,308	-0,969	117,352		g
Load Hypatia Project		Object 1	115,5		64,3	0,027	-1,191			g
Save Hypatia Project	16,187	Tracks 2	40,6	+	33,4	-1,366	0,643	90,869		e
Export Invariant Masses	26,332	Tracks 141	51,4	-	43,2	2,018	-0,608			e
Loop over events		Tracks 22	78,3	+	27,8	-1,048	-1,698	94,954		m
Save Image of Canvas	26,729	Tracks 121	39,7	-	39,4	1,891	0,113			m
Animated Event	8,309	Object 0	264,8		64,1	2,893	2,096	132,130		g
Event Properties		Object 1	27,1		27,1	-0,353	0,027			g
Read Geometry	7,369	Tracks 1	151,2	+	33,4	-1,747	-2,191	92,003		e
Read G4Steps	12,211	Tracks 38	43,1	-	36,0	1,378	-0,617			e
Exit		Tracks 22	139,5	-	47,7	0,576	1,736	86,854		m
00009_Exercise2.xml	10,938	Tracks 139	73,7	+	37,7	-2,627	1,291			m
		Tracks 2	84,2	-	42,2	-1,153	1,315	89,694	126,269	e
		Tracks 43	53,1	+	43,1	2,075	0,668			e
		Tracks 6	9,9	+	8,1	1,725	-0,656	3,110		e
		Tracks 41	10,1	-	8,3	1,343	-0,647			e
		Tracks 6	43,7	-	32,5	1,858	0,808	9,665		e
		Tracks 10	15,3	+	10,9	1,342	0,861			e
00010_Exercise2.xml	10,774	Tracks 0	387,9	+	106,9	0,496	1,962	90,175	264,540	e
		Tracks 20	31,0	-	18,0	2,915	1,138			e
		Tracks 1	62,5	+	56,4	-2,831	0,460	91,030		e
		Tracks 18	140,5	-	28,5	-1,883	2,279			e

- Se connecter comme 'Student' au site <http://cernmasterclass.uio.no/OPloT/index.php>
 - Remplir correctement les champs proposés
 - Demander une confirmation si besoin ...
 - Charger le fichier sauvé précédemment
 - Fin de la partie « analyse de données »



OPloT - MasterClass – Student page

Start Student Moderator Tutor Administrator

Student Tasks

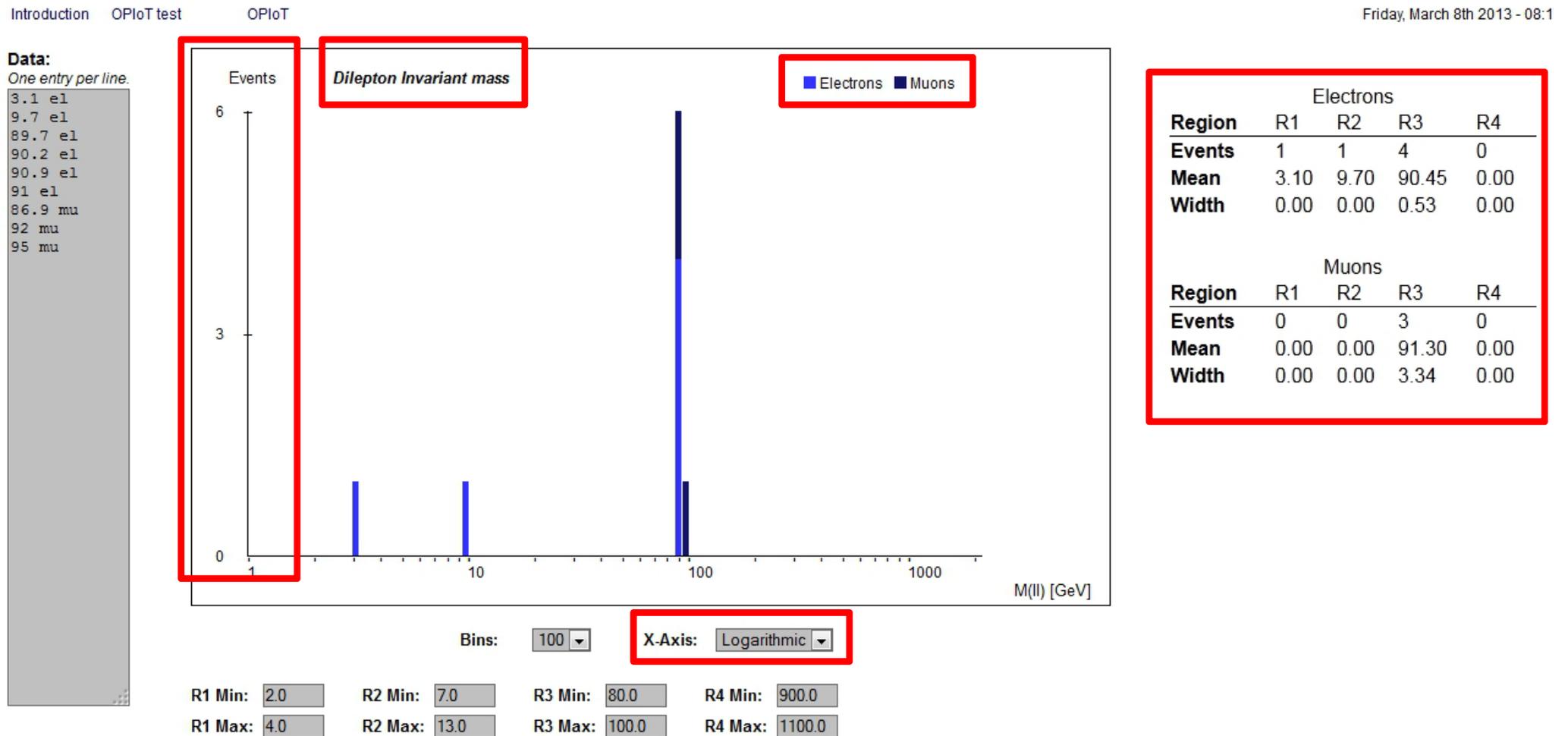
Please select items from the drop-down boxes to submit your results!

Year Month Day Institution Group number Group letter

OPlot

Exemple d'histogramme

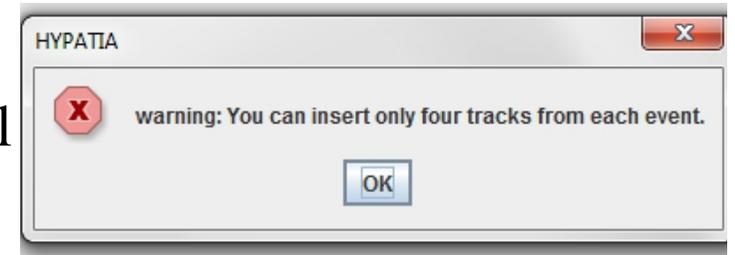
- Un histogramme parmi beaucoup d'autre



- Statistique très faible – 9 événements en tout
- 4 régions « intéressantes » : R1, R2, R3, R4 – on en reparle *après* votre analyse !

Erreurs et messages d'erreur

- Pas plus de 4 traces/événement dans la feuille de calcul



- On ne peut pas réutiliser deux fois la même trace



- Toujours calculer la masse invariante avec des particules de même type

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ψ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g
00010_Exercise2.xml	10,774	Tracks 0	387,9	+	106,9	0,496	1,962	Incompatible		e
		Tracks 18	140,5	-	28,5	-1,883	2,279			m

→ Pas un électron et un muon – comme dans l'exemple ci-dessus

- Par contre, le logiciel ne se fâche pas si vous associez des traces de même charge !

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ψ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g
00010_Exercise2.xml	10,774	Tracks 0	387,9	+	106,9	0,496	1,962	200,765	264,540	e
		Tracks 1	62,5	+	6,4	-2,831	0,460			e
		Tracks 18	140,5	-	28,5	-1,883	2,279	41,014		e
		Tracks 20	31,0	-	8,0	2,915	1,138			e

