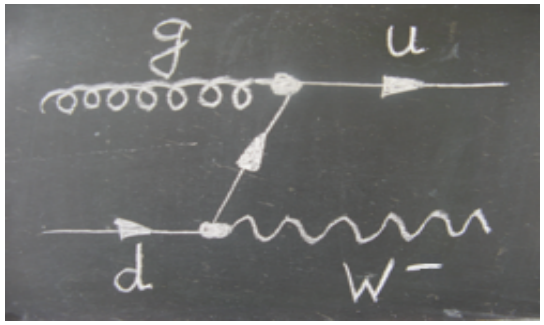
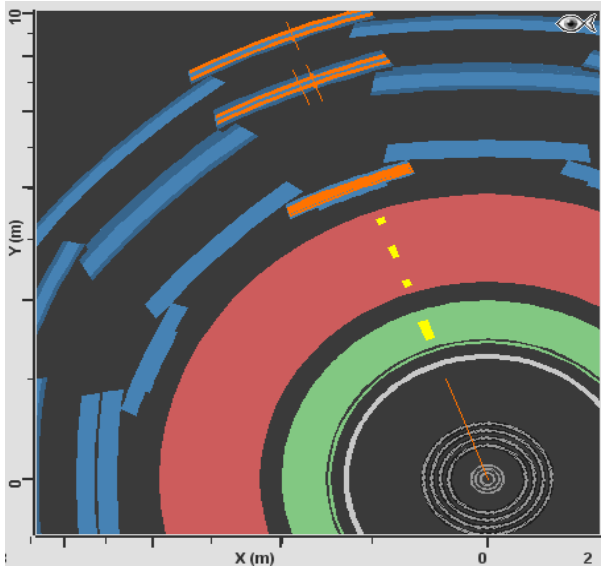
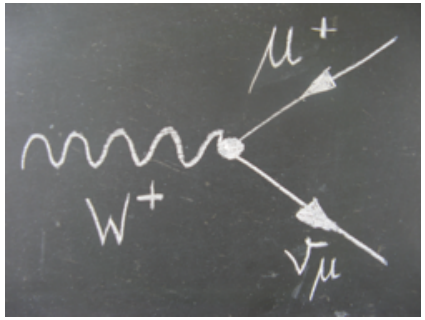
Présentation des exercices: Etude des Bosons W dans ATLAS







QU'EST CE QUE VOUS ALLEZ FAIRE?

Un binôme va analyser un lot de **50 évènements**, contenant **des événements intéressants avec des W = signal**, mais aussi ceux qui ne le sont pas pour cette analyse. On les appelle **du bruit de fond.**

Parmi le signal, il y a des W^+ (charge positive), de W^- (charge négative).

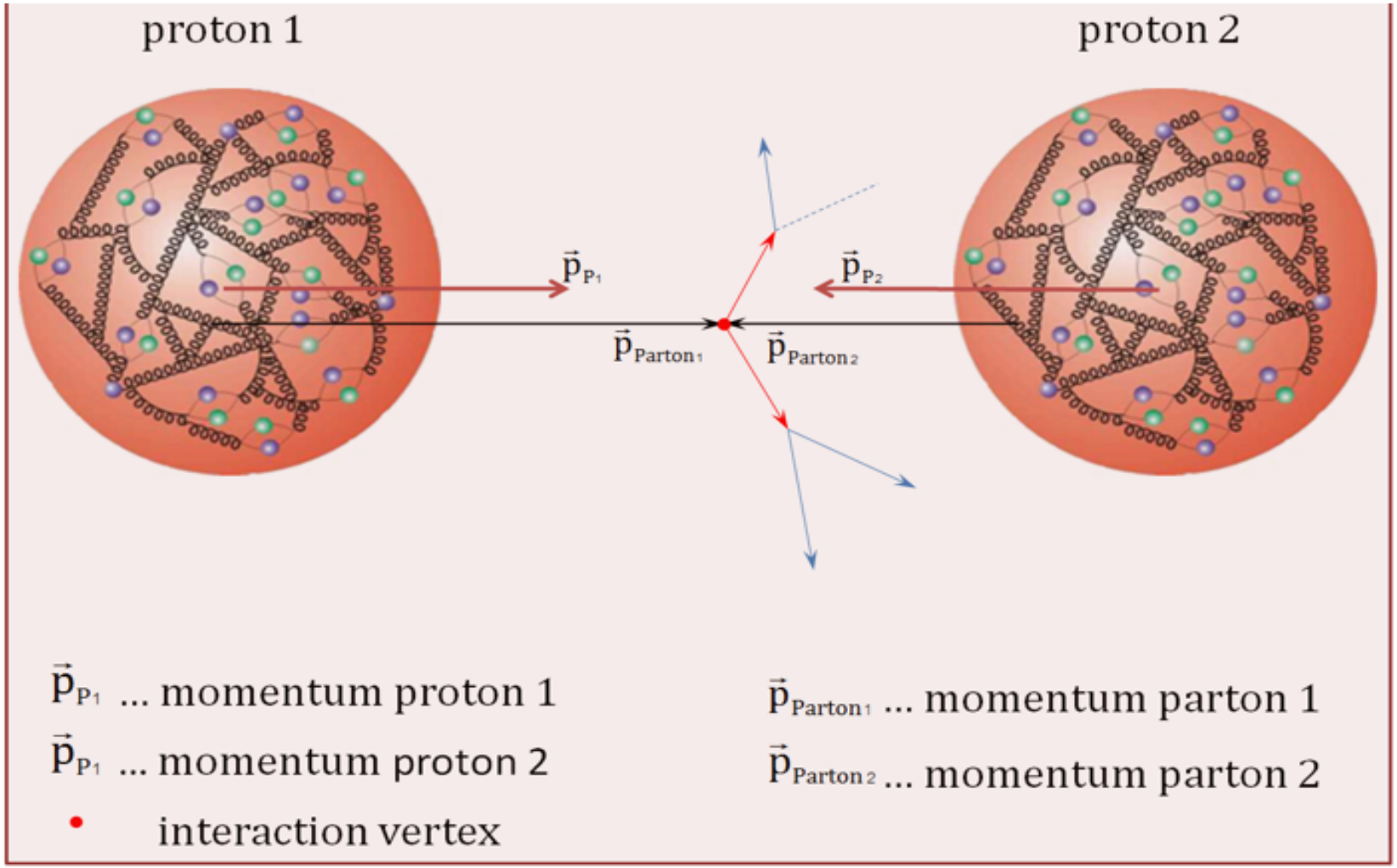
Il vous faut compter le nombre de W de chaque charge.

Il y a aussi quelques **événements W+W- ,** dont certains proviennent de la désintégration du **boson de Higgs,** dans les lots. A vous de les démasquer!

Le résultat du comptage est noté par chaque groupe dans la feuille distribuée en salle de TP.

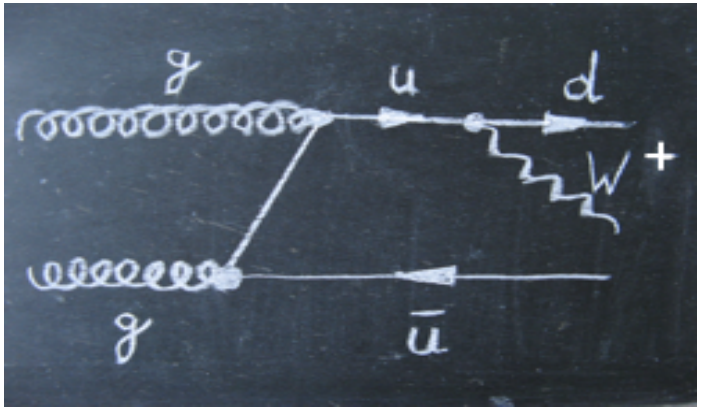
On ajoutera à la fin les résultats de chaque groupe, et on va les comparer à ceux des autres pays, et a celui que ATLAS a publié, lors de la vidéo conférence à 16:00

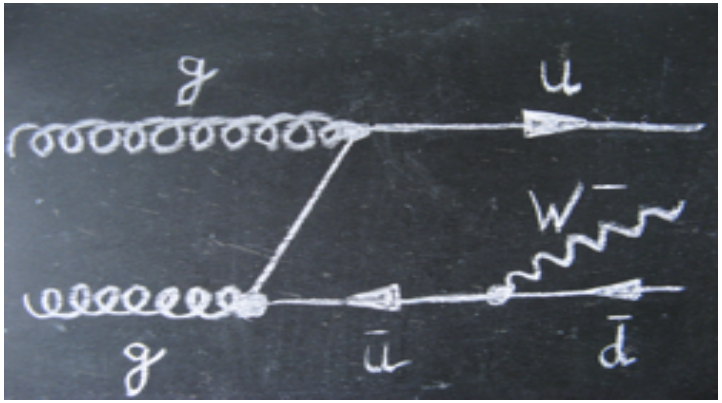
Collision au LHC: Le proton est complexe

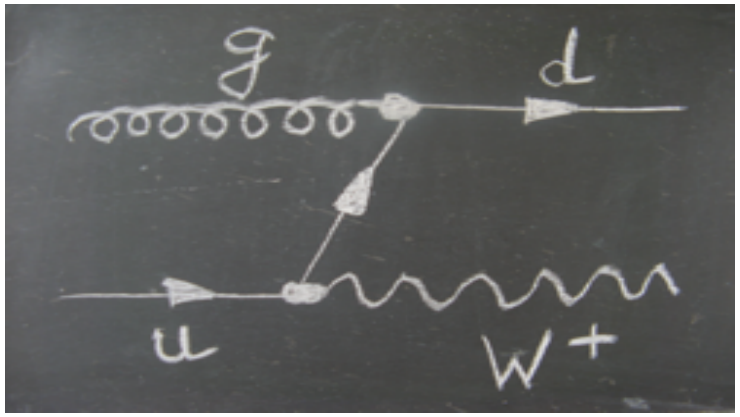


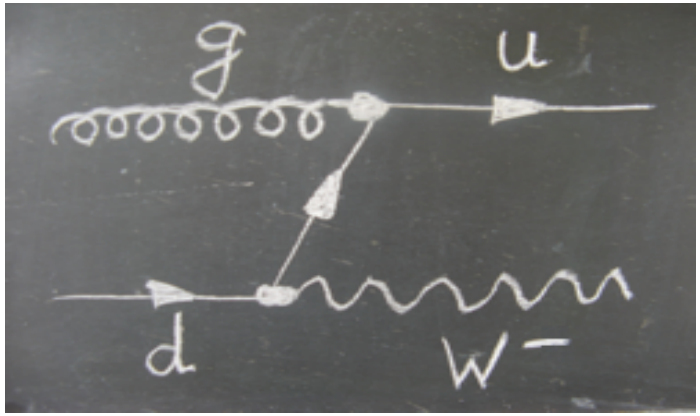
Interaction entre quarks et gluons, ou gluons et gluons
ou quarks quarks

Production d'un boson W au LHC







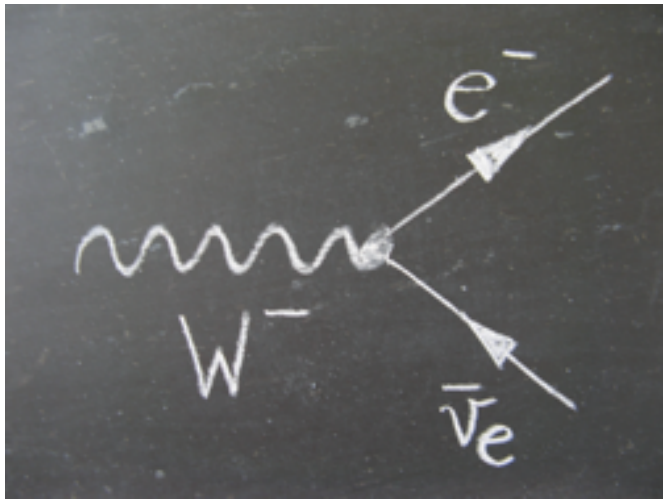


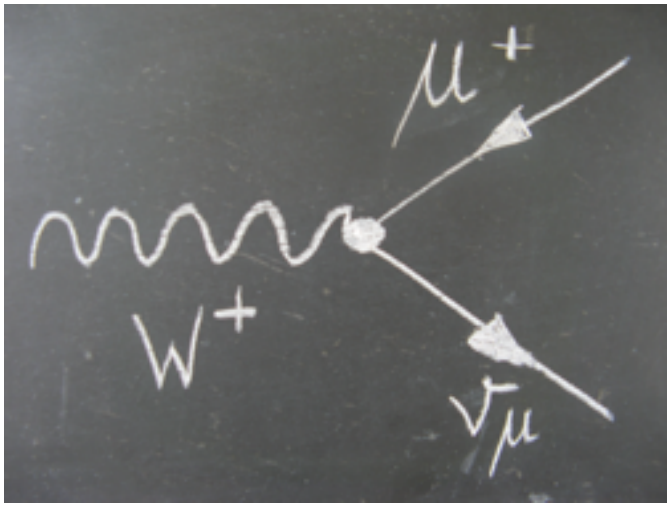
W: particules échanges lorsque c'est l'interaction faible qui est à l'origine d'une interaction.

Désintégration du boson W

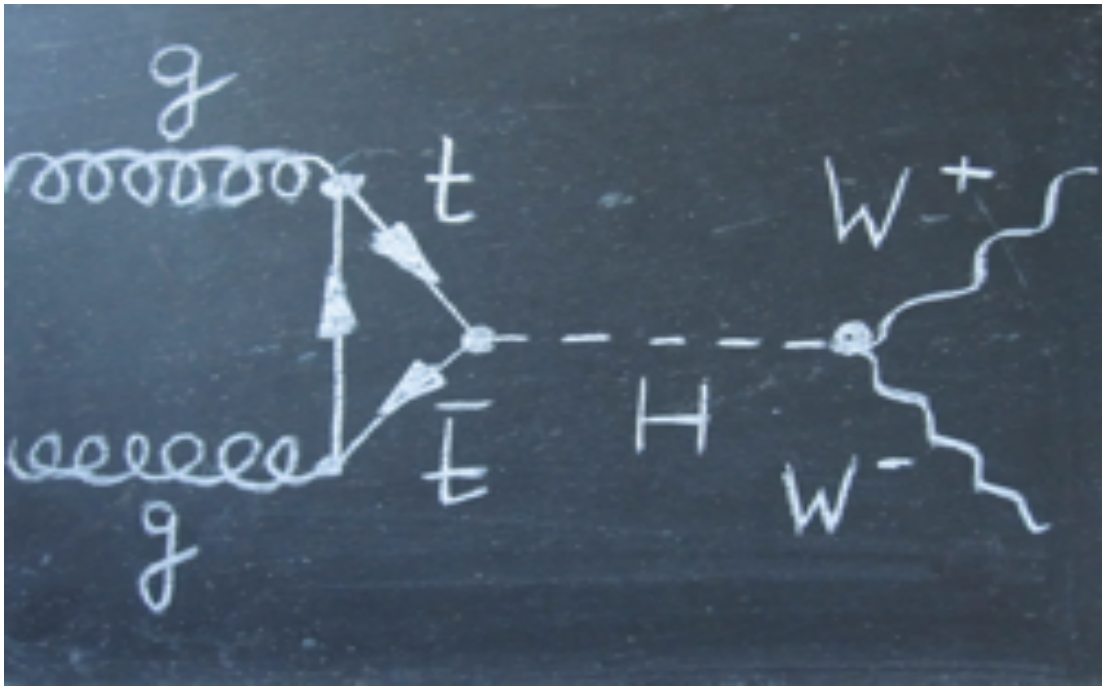
Les W se désintègrent en :

- un lepton chargé et un neutrino (signal)
- paire quark-antiquark (pas étudié ici)





Recherche du boson de Higgs

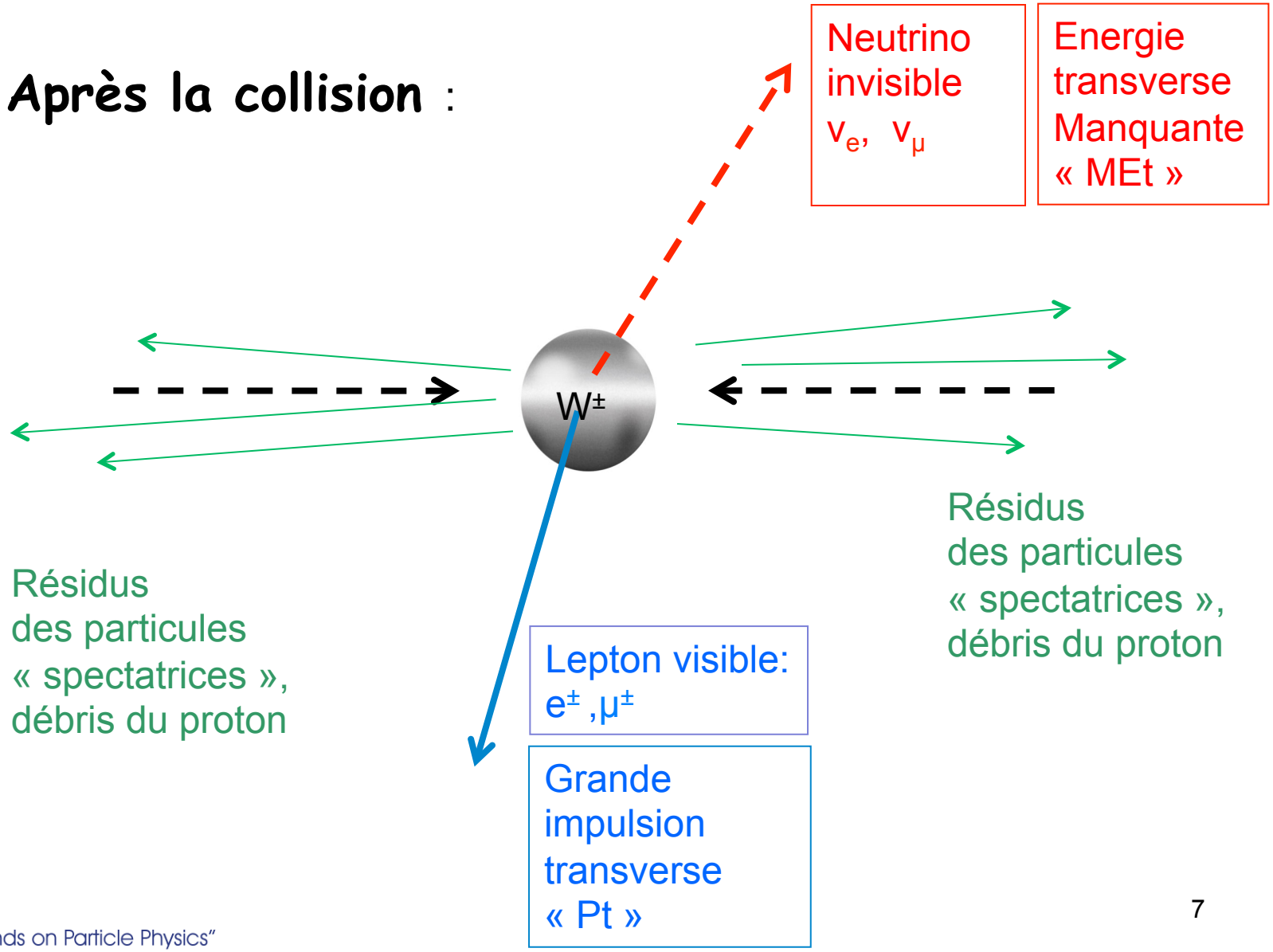


Le Higgs peut se désintégrer en une paire de 2 bosons W^+ W^-:
on aura alors 2 leptons, de charge opposée, dans l'événement.

L'angle entres les 2 leptons sera statistiquement diffèrent si un Higgs a été produit ou pas

Que se passe-t-il lors d'une collision ?

Après la collision :



Comment va t-on procéder?

- Locaux du L1-L3 de l'UPMC
- Démarrer Bureau LUTES (sous Windows)
- Se connecter avec le login attribué **lutes01, … lutes31..**
- Mot de passe **identique au login**

- Lancer Firefox ou Chrome à partir du livre,

aller à la page :

http://www.physicsmasterclasses.org/

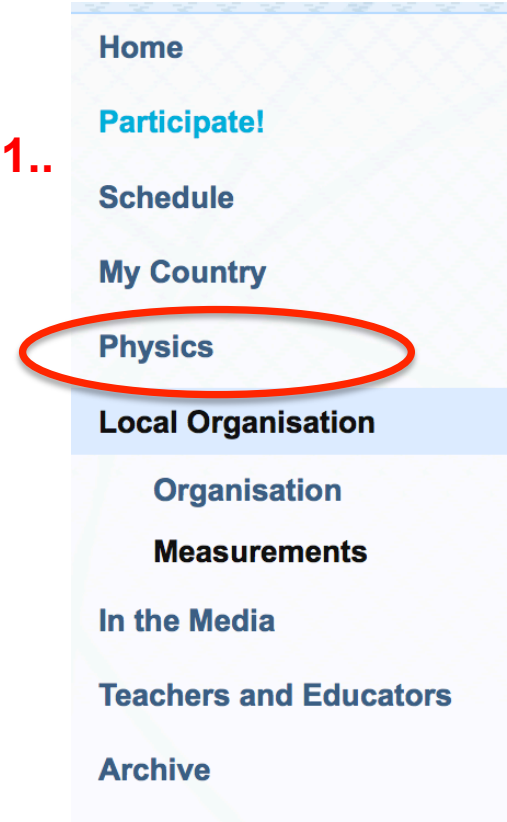
puis **Physics** → puis **ATLAS** puis

ATLAS measurement – french

- On arrive sur la page

http://atlas.physicsmasterclasses.org/fr/index.htm

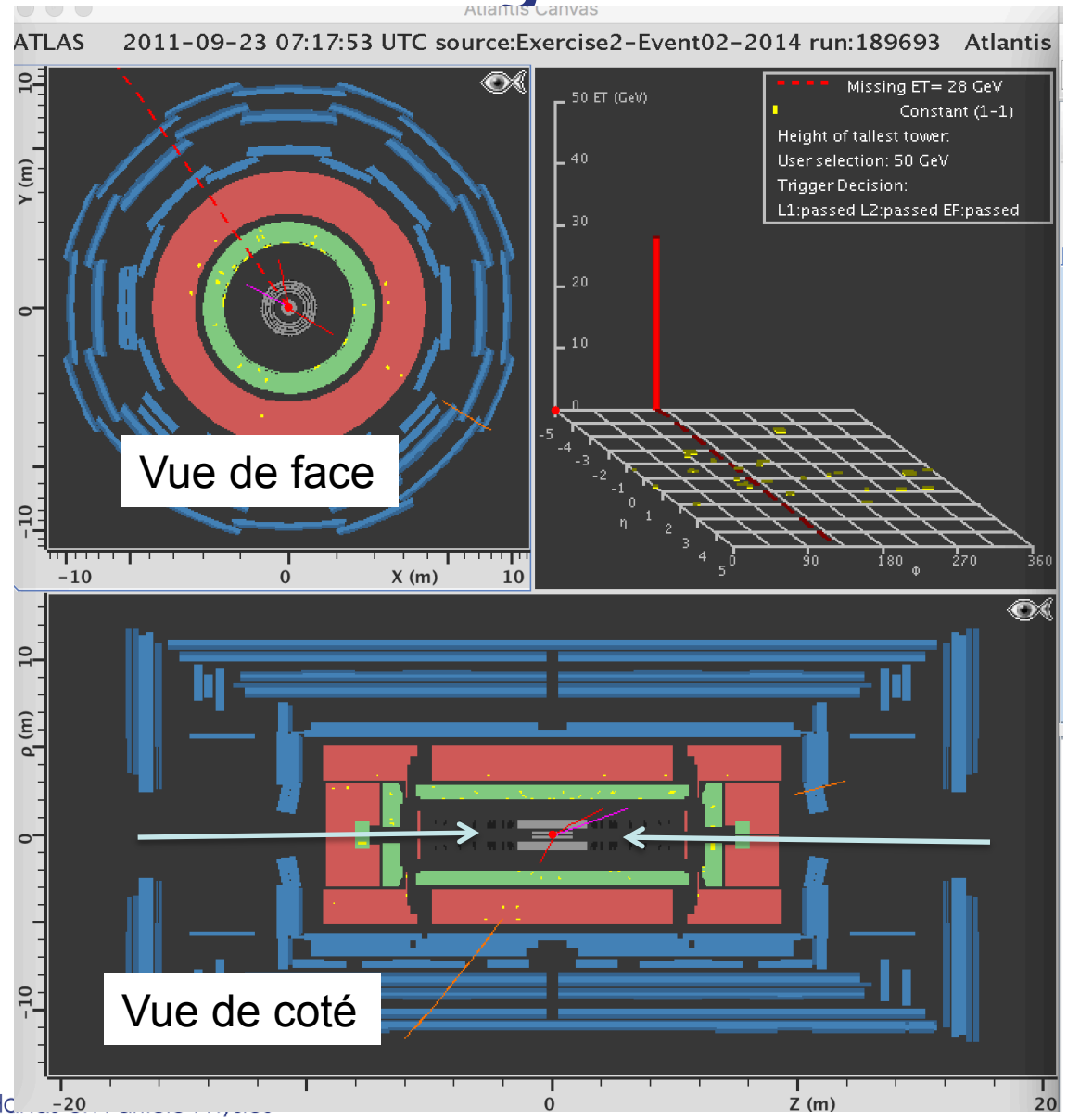
Choisir **Parcours W**



Comment va t-on procéder? (suite)

- Acces au logiciel Minerva: aller sur le livre rouge puis
  - PEDAGOGIE→ PHYSIQUE→LOGICIELS→ Minerva2015
- Lecture des évènements: copier les lots en local à partir du 'Poste de travail':
  - Lire l'exercice 1 dans le menu **Identification des particules**
  - Puis faire l'exercice 2 dans le menu **Identification des événements**: copier exercice2-2014 sur le bureau, dezipper avec « Extraire vers »
  - Plus tard, dans la partie Mesure, **analyser les évènements**
    - dans Minerva, entrer le lot qui vous a été attribué (voir numéro sur feuille), par exemple 5A.zip, … 5J.zip … !! Attention !!
    - http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_data2015.php
    - Noter les résultats sur la feuille de comptage distribuée dans la salle. Noter l'angle entre 2 traces pour les évènements avec 2 W.
  - Combinaison de tous les résultats dans partie Analyse

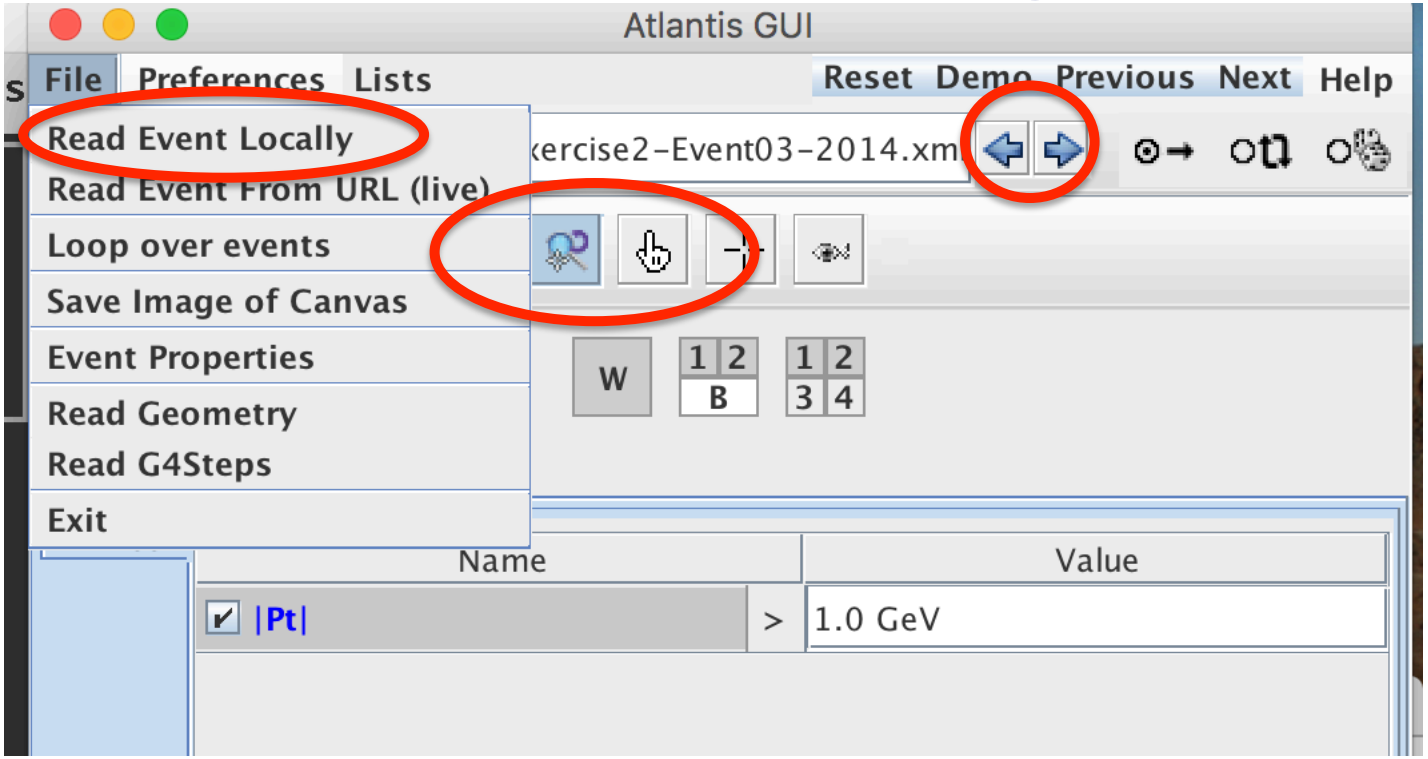
Visualisation d'événements avec le logiciel MINERVA



2 vues différentes d'ATLAS,

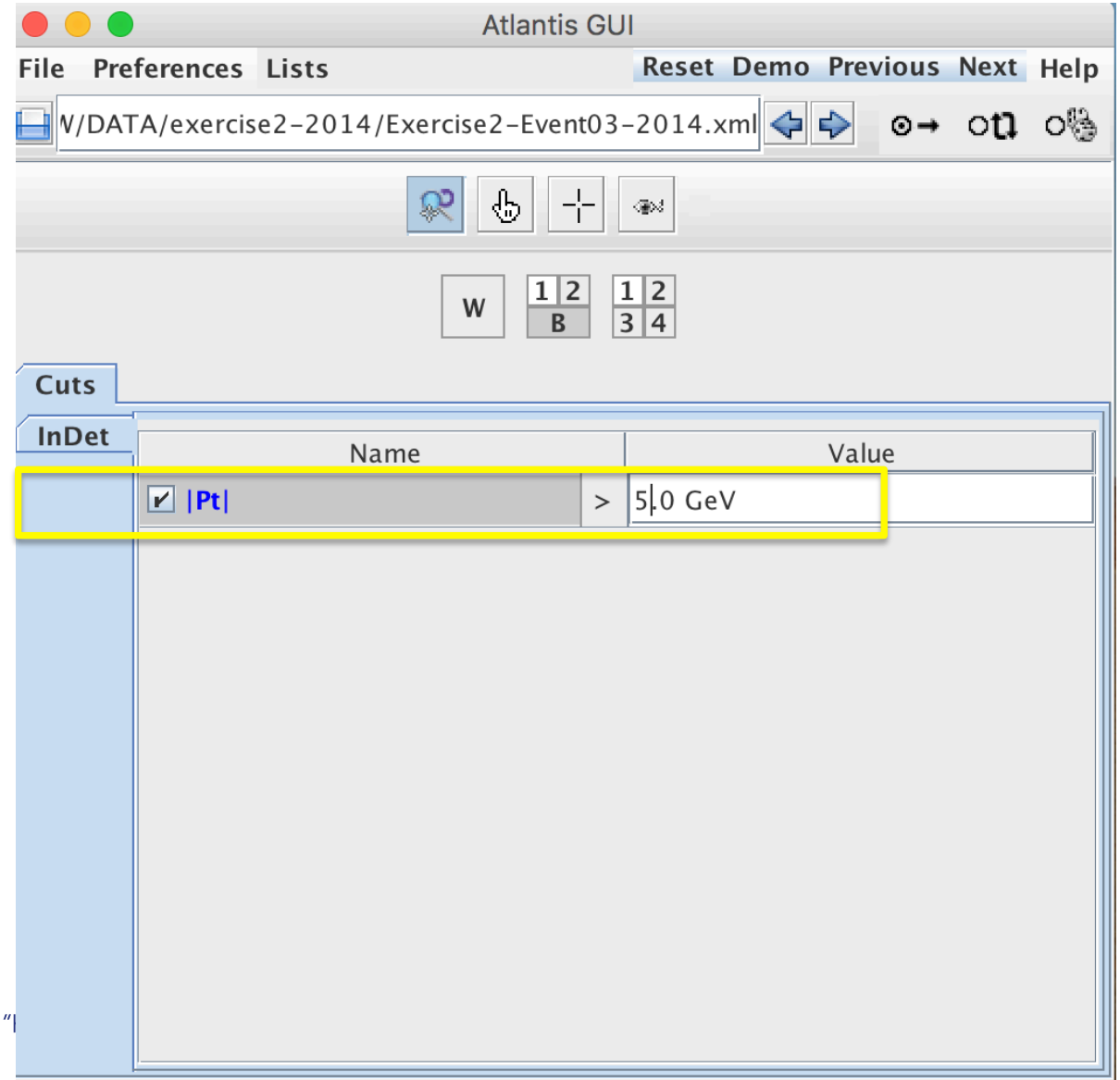
la visualisation de l'énergie déposée en fonction d'angles (diagramme dit « LEGO »), et des informations sur les particules et leurs dépôts dans les détecteurs

Les menus du logiciel



- Rentrer le fichier à lire par « Read Event Locally »
- Passer à l'événement suivant avec des flèches
- Possibilité de zoomer avec la loupe
- Possibilité d'obtenir des informations sur les particules la main

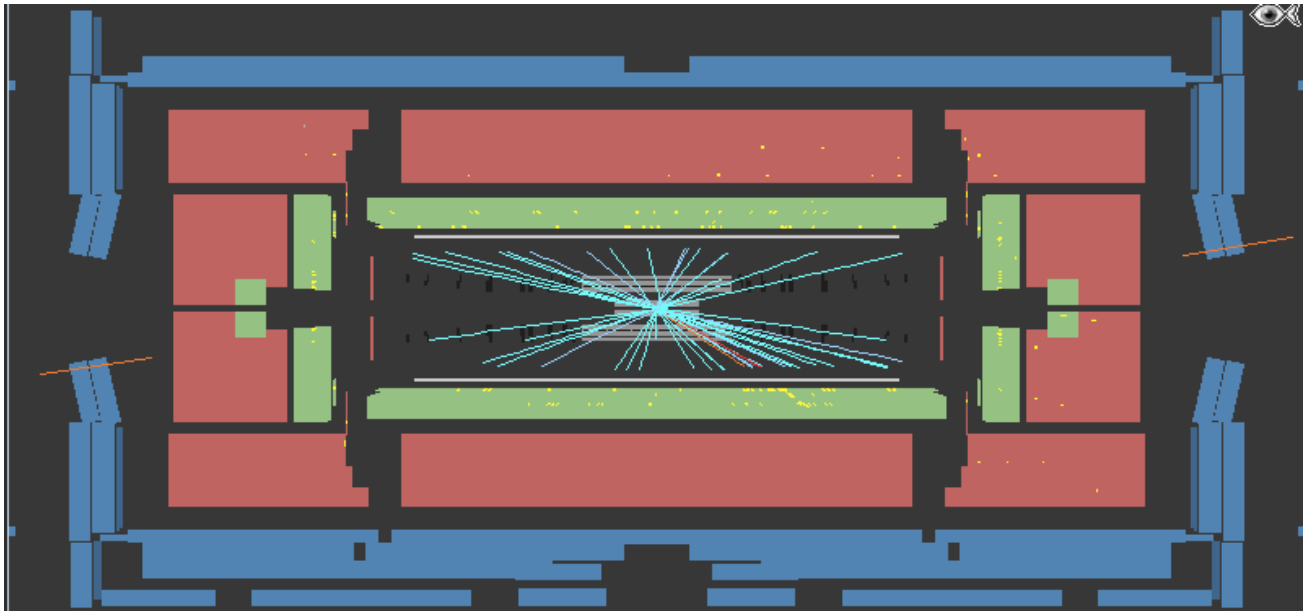
Coupure sur P_T



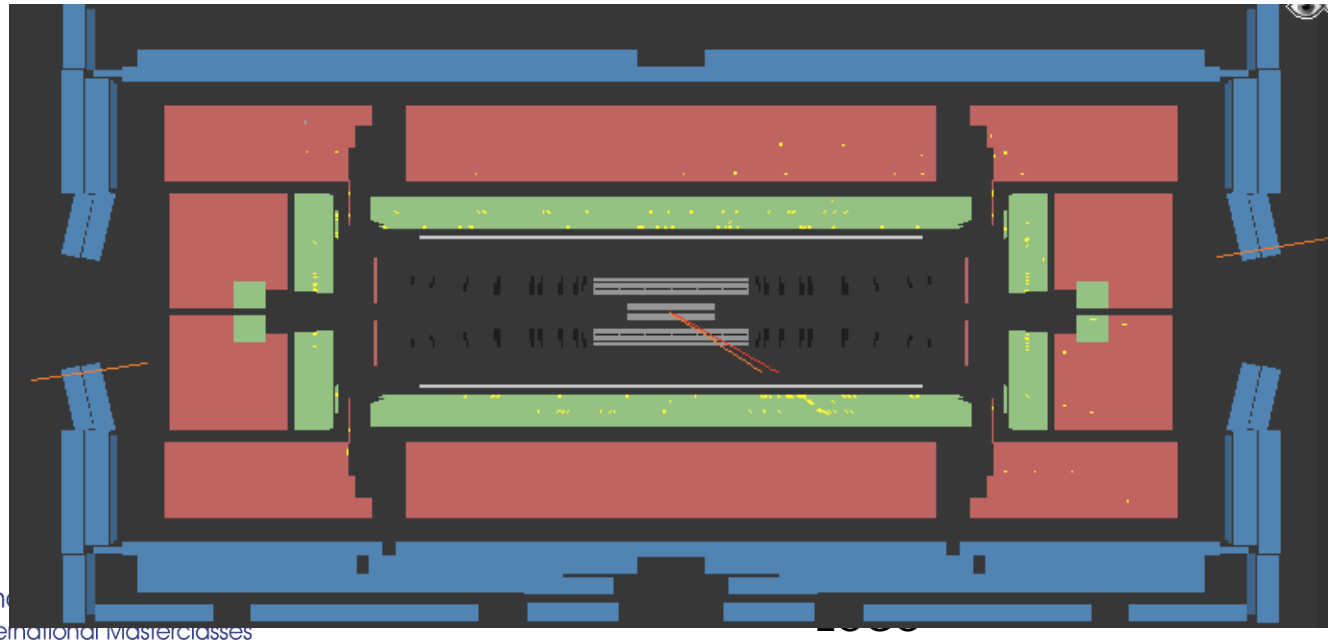
On coupe sur la valeur
$P_T > 5$ GeV
ou 10 GeV
pour enlever les traces de basse énergie

(P_T: valeur de l'impulsion dans le plan perpendiculaire à la ligne des faisceaux)

Effet de la coupure en P_T

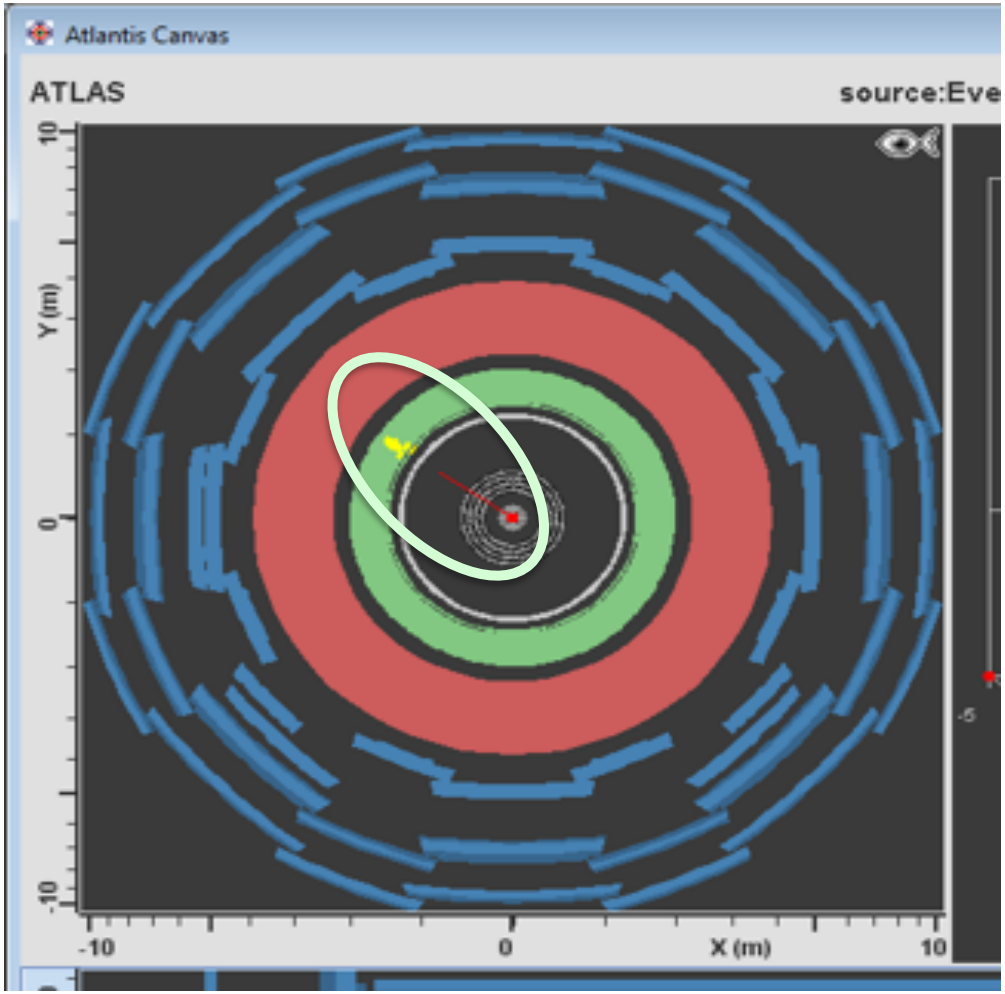


Avant



Après
Pt > 10 GeV

Comment trouver un électron ou positron?



Une trace chargée (ici rouge) qui laisse un signal dans le détecteur de traces (en noir) et qui laisse toute son énergie dans le calorimètre (détecteur représente en vert).

Ce dépôt d'énergie est en jaune.

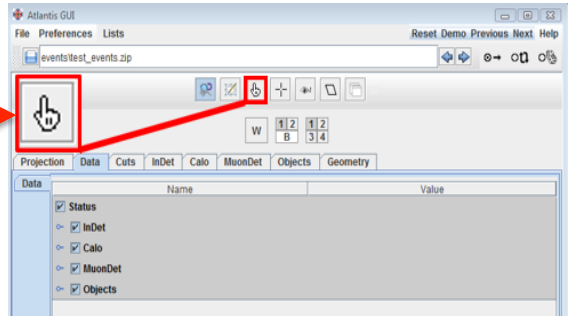
Le dépôt d'énergie est associé à la trace.

Et la charge?

Dans le menu, appuyer sur la main.
Les informations sur le vecteur
impulsion P:

masse x vitesse = P

apparaissent.



InDetTrack index: 6

PT = 26,863 GeV → condition satisfaite?

η = 0,826

Φ = 295,640°

Px = 11,624 GeV

Py = -24,218 GeV

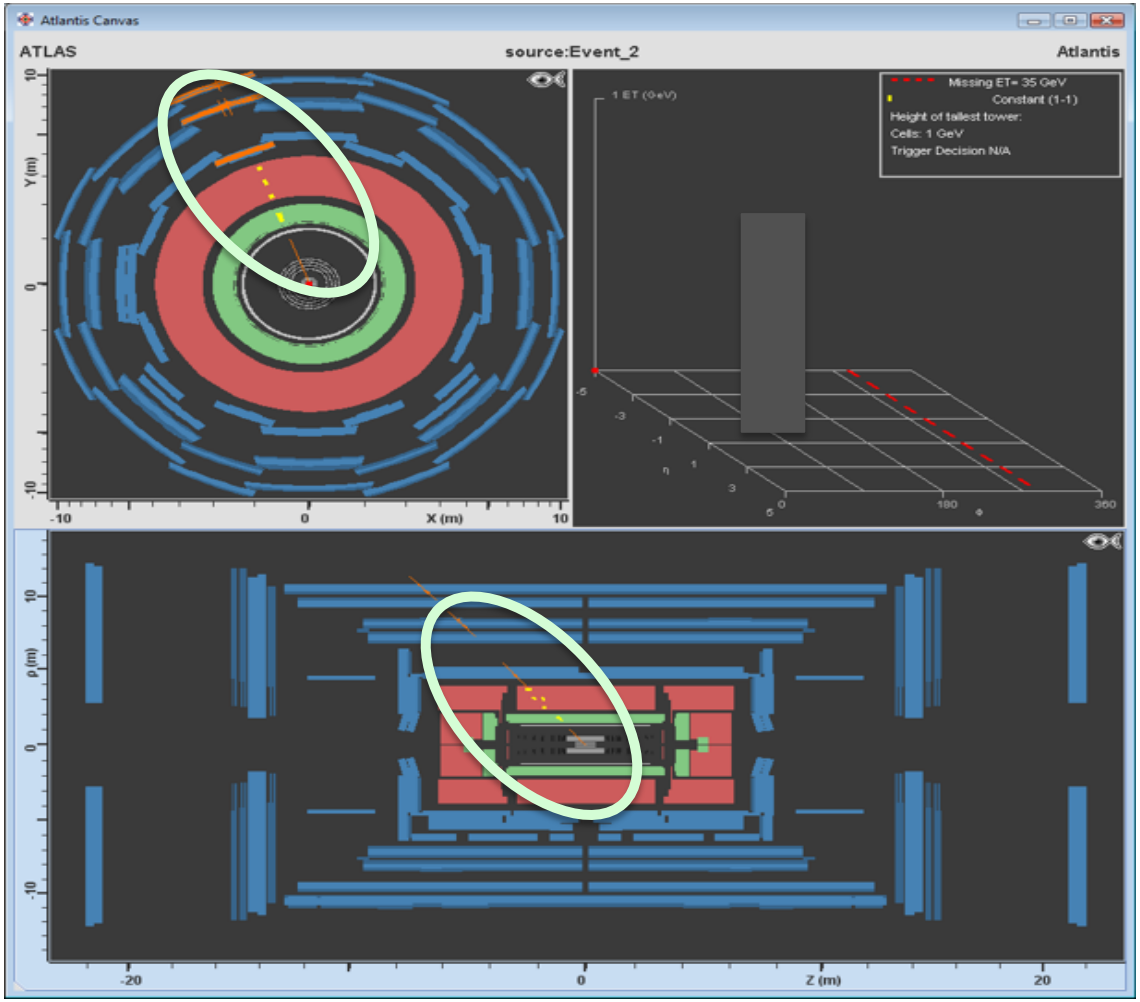
Pz = 24,801 GeV

Charge = 1

Charge de la particule = +1
c'est un positron e+

Isolation = 0,00 → condition satisfaite?

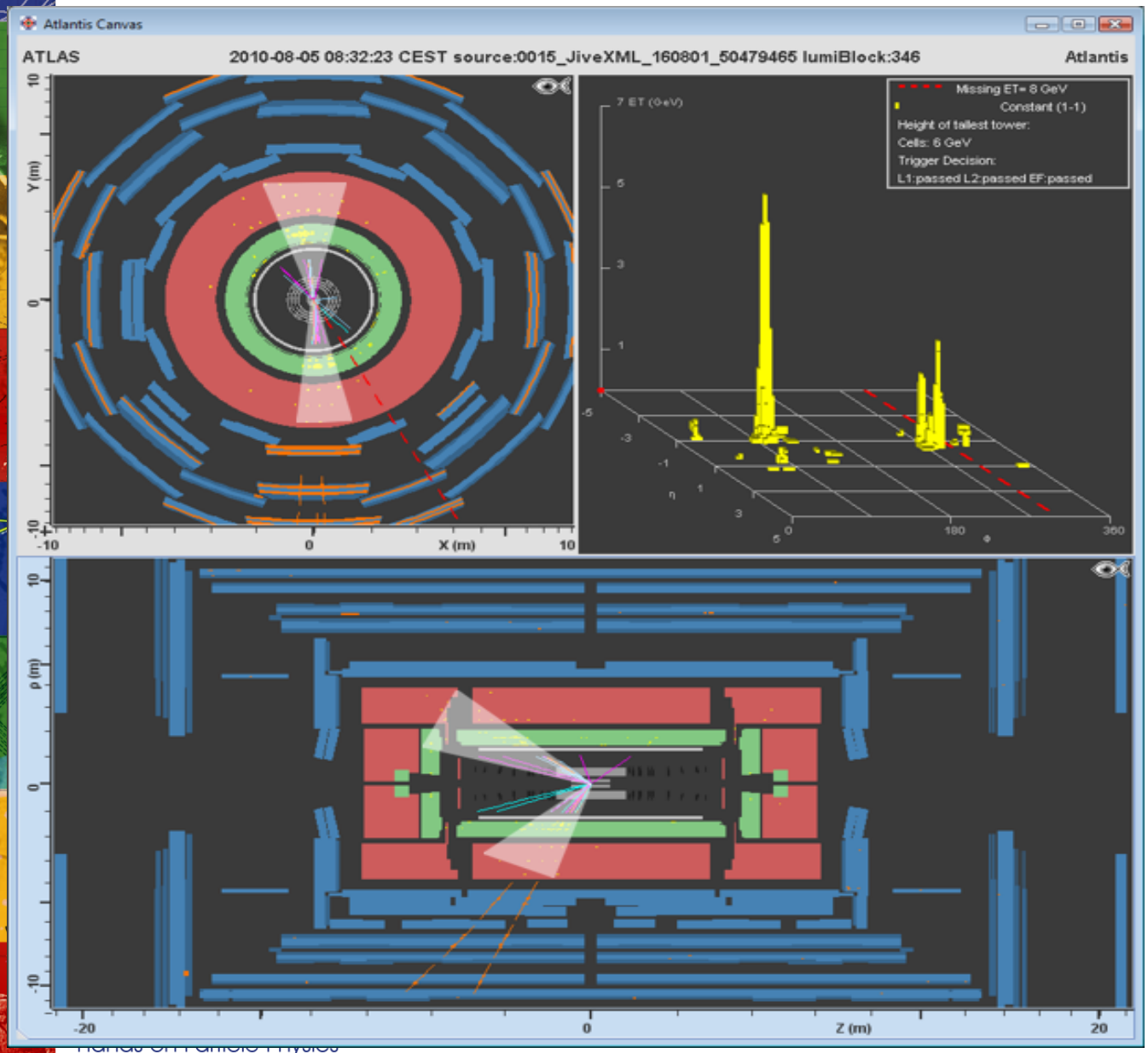
Et pour un muon (μ−) ou anti muon (μ+) ?



Une trace chargée, très peu de dépôt d'énergie dans les calorimètres, un signal **(en orange)** dans les détecteurs appelés **chambres à muons, représentes en bleu.**

Pour connaître la charge, on clique sur la trace (avec la « main »)

Les JETS (plusieurs particules faites de quarks)



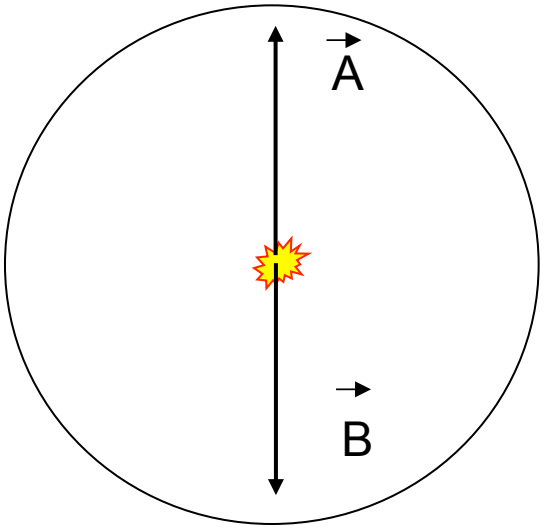
Plusieurs traces (>2) , et des dépôts d'énergie dans les 2 calorimètres.

Missing ET faible (<20 GeV)

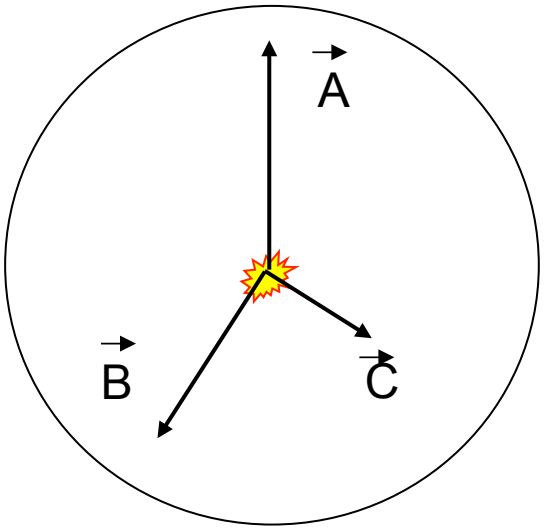
Ce sont des événements de **bruit de fond.**

Les cônes gris ont été rajoutés à la main ici.

L'impulsion (ou l'énérgie) transverse manquante (MET)



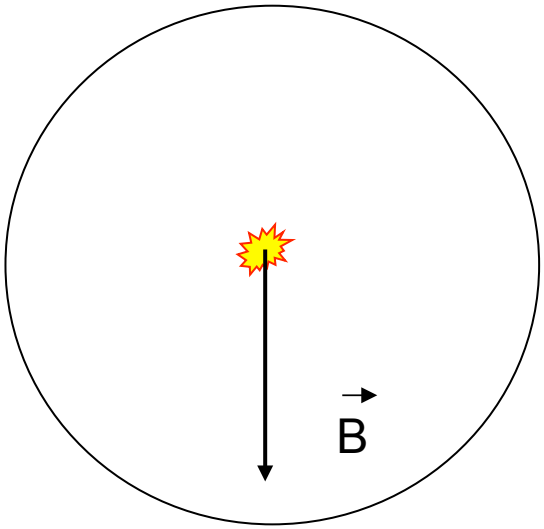
$\vec{A}+\vec{B}=\vec{0}$



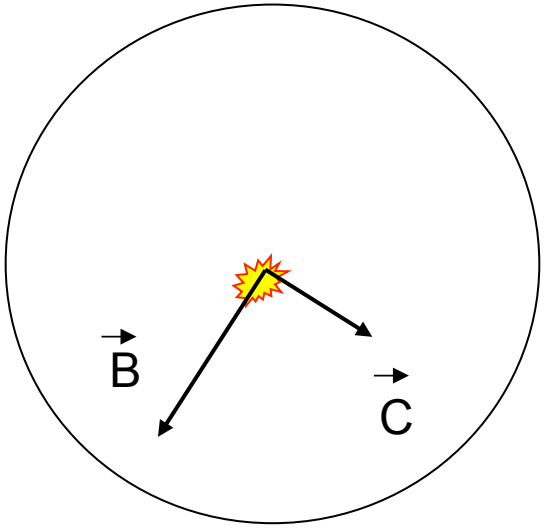
$\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}=\vec{0}$

- Conservation de l'impulsion dans le plan transverse au faisceau

L'énergie transverse manquante (MET)



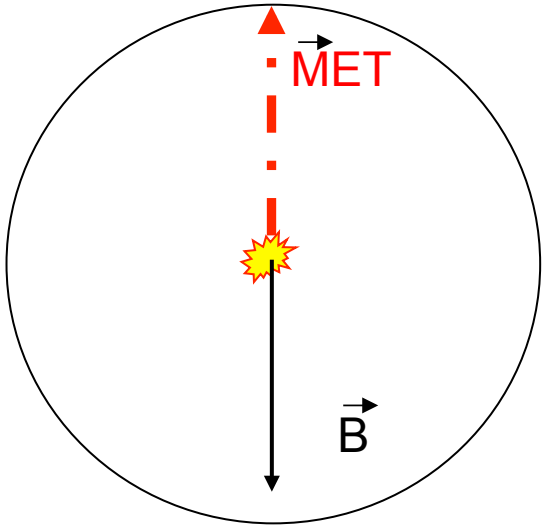
$\vec{B} \neq \vec{0}$



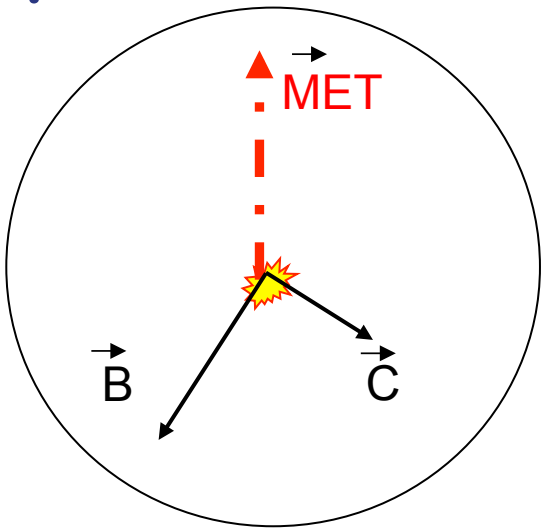
$\vec{B}+\vec{C} \neq \vec{0}$

Si la particule A est un neutrino, qui ne laisse pas de trace dans le détecteur, l'impulsion dans le plan transverse au faisceau semble ne plus être conservée.

L'énergie transverse manquante (MET)



$\vec{B} = -\vec{MET}$

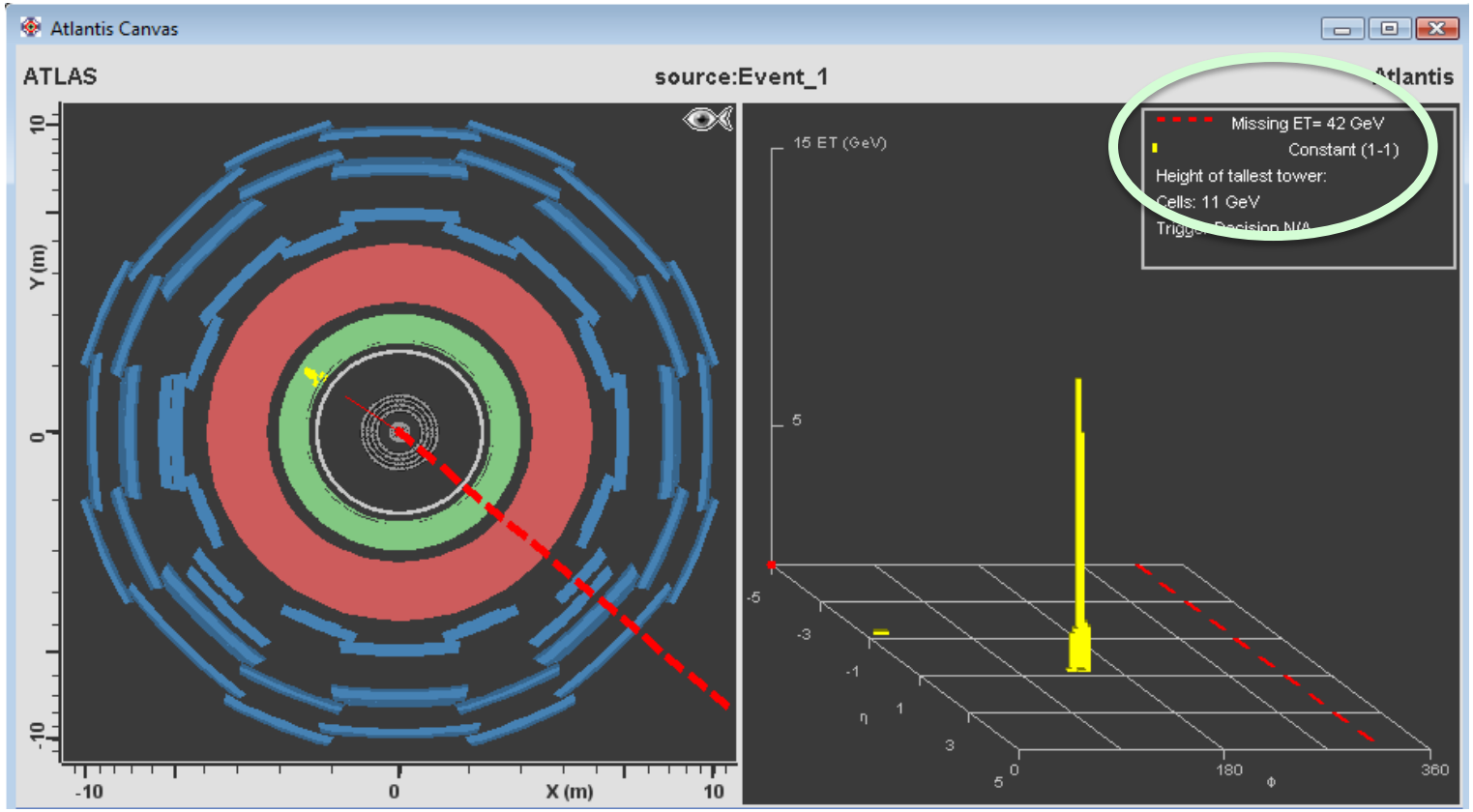


$\vec{B} + \vec{C} = -\vec{MET}$

- La non-conservation de l'impulsion dans le plan transverse au faisceau est une indication de la présence d'un neutrino

$$|\vec{MET}| \neq 0 \Rightarrow \text{Présence d'un neutrino}$$

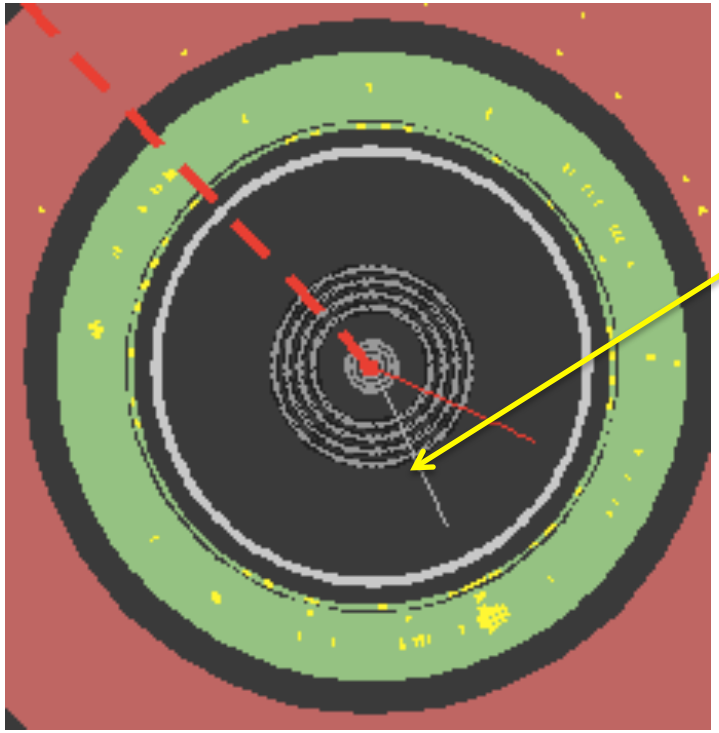
Les Neutrinos: Energie manquante MET



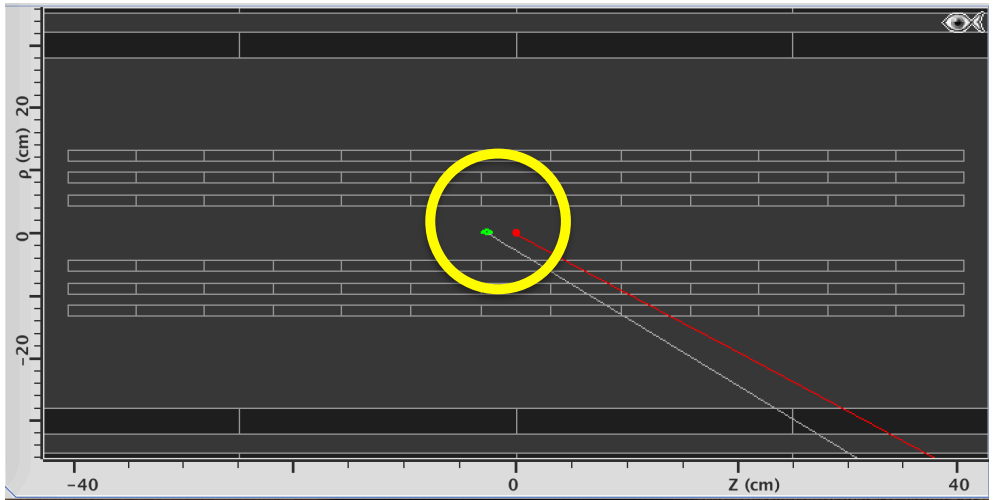
Les neutrinos ne laissent aucun signal dans les détecteur. En faisant un bilan d'impulsion dans le plan perpendiculaire au faisceau, si il y a un déséquilibre dans ce bilan, **on peut mesurer l'énergie qui manque**: **MET**

MET est représentée en **rouge pointillée** et correspond aux neutrinos. Pour tous les évènements avec des W, MET > 20 GeV .

Les Vertex de la collision



InDetTrack index: 6
PT=26,863 GeV
η = 0,826
Φ = 295,640°
Px=11,624 GeV
Py=-24,218 GeV
Pz=24,801 GeV
Charge = 1

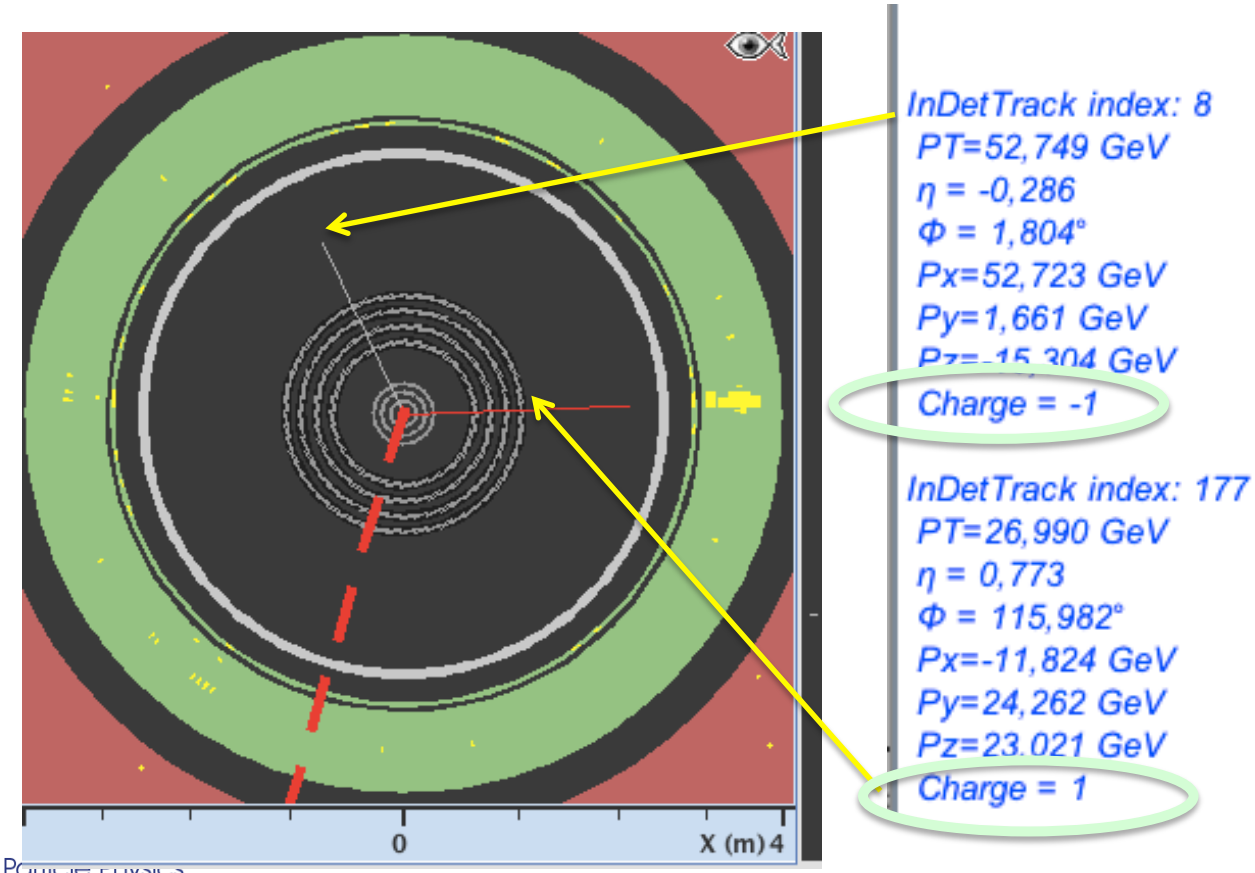


Cet évènement est à classer comme
$W^+ \rightarrow e^+ + \nu$

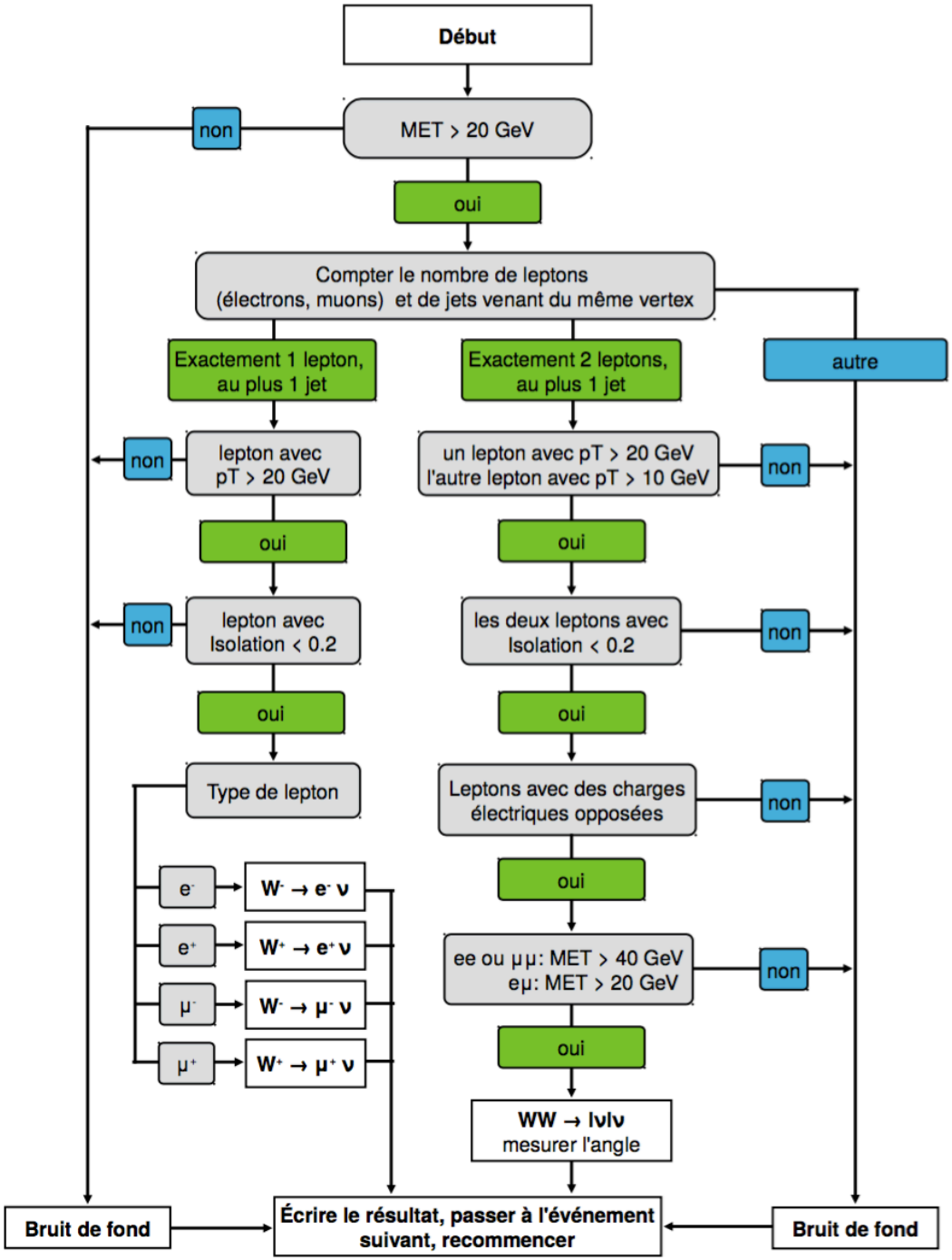
Deux traces chargées, mais elles n'ont pas le même vertex

Évènements W+W-: peut être un candidat Higgs?

- Il y a alors 2 particules chargés de charge opposée, provenant de chaque W, et le l'impulsion manquante
- Mesurer l'angle entre les 2 traces: **appuyer sur p tout en sélectionnant les 2 traces: Δϕ.** Noter l'angle Δ ϕ et numéro de l'événement sur la feuille



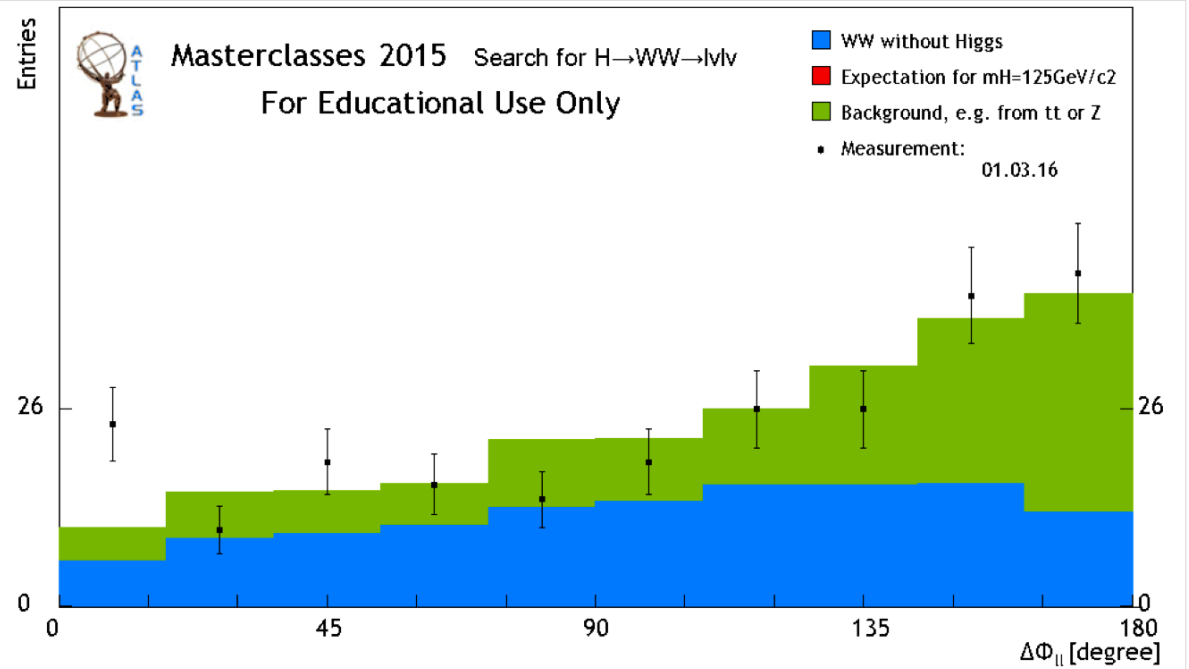
Sur feuille


Début
MET > 20 GeV
non
oui
Compter le nombre de leptons (électrons, muons) et de jets venant du même vertex
Exactement 1 lepton, au plus 1 jet
Exactement 2 leptons, au plus 1 jet
autre
lepton avec pT > 20 GeV
un lepton avec pT > 20 GeV l'autre lepton avec pT > 10 GeV
lepton avec Isolation < 0.2
les deux leptons avec Isolation < 0.2
Type de lepton
Leptons avec des charges électriques opposées
e⁻
e⁺
μ⁻
μ⁺
W⁻ → e⁻ ν
W⁺ → e⁺ ν
W⁻ → μ⁻ ν
W⁺ → μ⁺ ν
ee ou μμ: MET > 40 GeV
eμ: MET > 20 GeV
WW → lνlν
mesurer l'angle
Bruit de fond
Écrire le résultat, passer à l'événement suivant, recommencer
Bruit de fond

Feuille de résultats à remplir par chaque laboratoire

On rentre vos résultats en ligne à la fin de la session, vers 14h50

Total #	W → ... + ν				Background	WW										
719	e^+	e^-	μ^+	μ^-			no. 1		no. 2		no. 3		no. 4		no. 5	
							event no	angle	event no	angle	event no	angle	event no	angle	event no	angle
group A	15	7	10	3	13	2	12	169	27	155.1						
group B	12	8	3	10	16	1	41	107.8								
group C	8	9	7	9	17	0										
group D	7	5	12	7	17	3	3	56.2	27	144.8	49	36.9				
group E	9	5	5	7	22	2	30	52.6	32	128.5						
group F	7	6	6	4	11	2	6	178.1	7	175.3						
group G	9	8	9	2	18	4	1	163.2	3	163	37	50.3	40	155.5		
group H	12	7	3	4	5	19	3	0.2	4	173.7	5	8	6	158.2	7	175.4
group I	10	9	5	2	18	6	5	126.5	19	151.6	21	158.5	28	88.3	33	146.4
group J	16	4	6	4	19	1	28	131.2								
group K	8	6	11	4	16	5	8	179.8	17	121.1	19	82.7	22	109.6	49	104.9
group L	6	6	5	8	20	5	1	0.4	3	127.7	13	172.9	18	151.7	35	28.5
group M	2	3	6	6	16	0										



	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 5	bin 6	bin 7	bin 8	bin 9	bin 10	SUM
N	24	10	19	16	14	19	26	26	41	44	239
B	10.3	14.9	15.1	16.1	21.9	22.1	26.1	31.7	38	41.2	237.4
S	13.7	-4.9	3.9	-0.1	-7.9	-3.1	-0.1	-5.7	3	2.8	1.6
Z	4.3	-1.3	1	-0	-1.7	-0.6	-0	-1	0.5	0.4	0.1

number of bins [1 … 20]

maximum of y axis

Submit

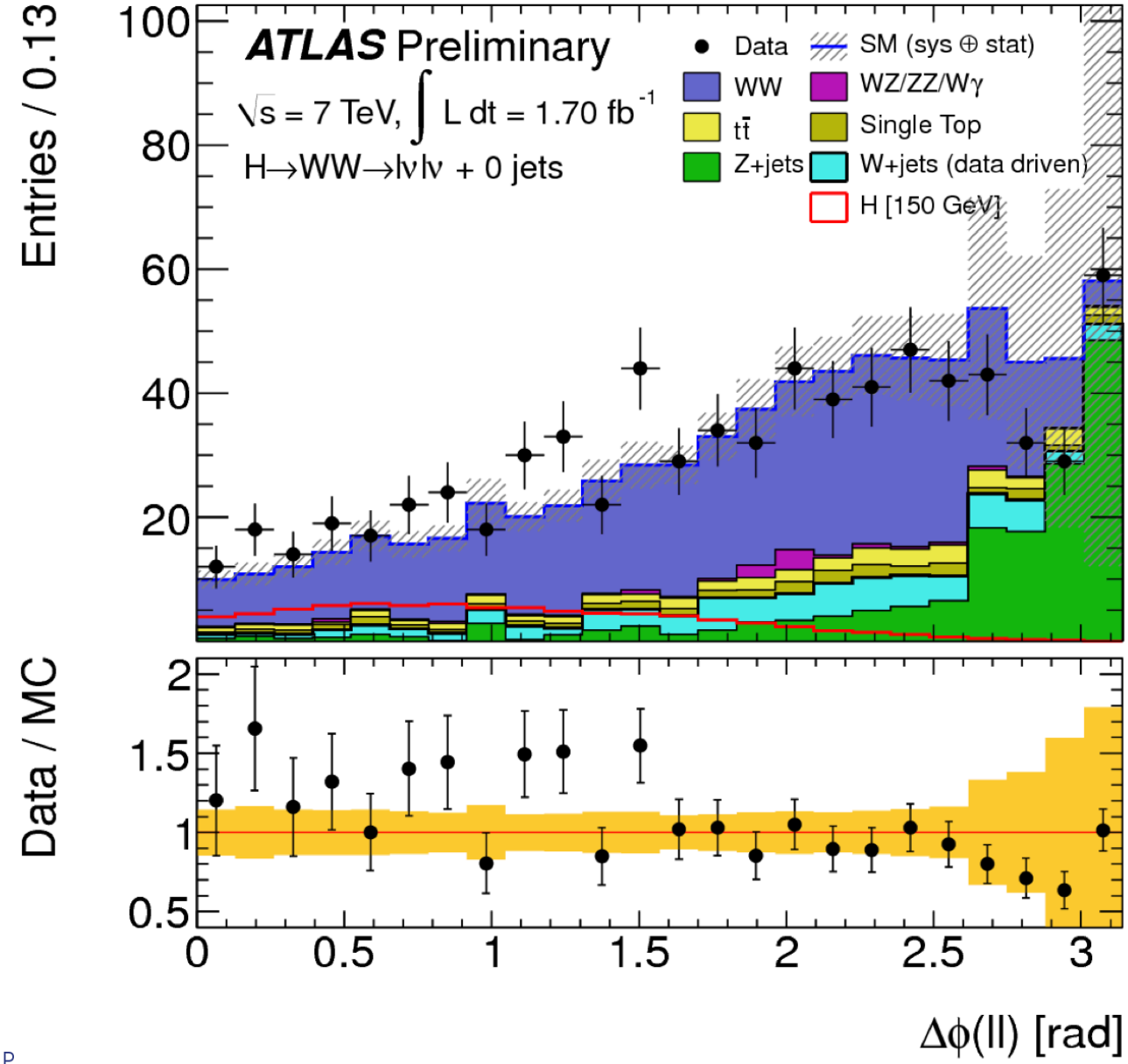
standardization 1 2 3

cut on bin number

Default

Higgs contribution

"Hands on P
Internationa

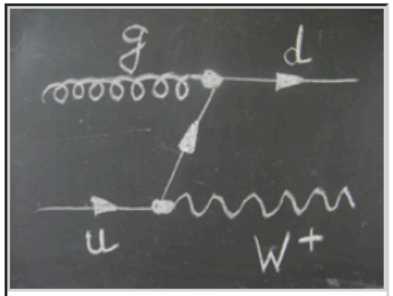
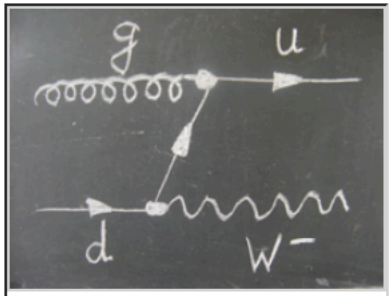
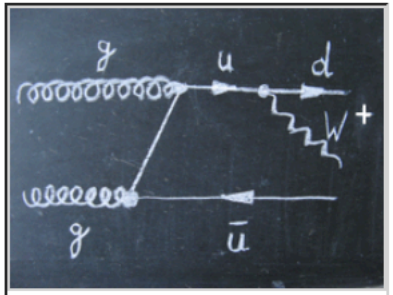
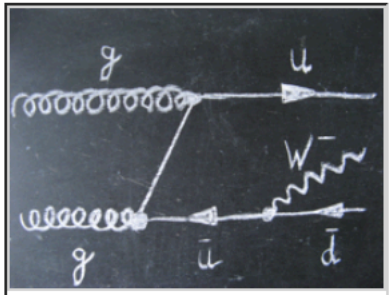

ATLAS Preliminary
√s = 7 TeV, ∫ L dt = 1.70 fb⁻¹
H→WW→lνlν + 0 jets
Data
SM (sys ⊕ stat)
WW
WZ/ZZ/Wγ
tt̄
Single Top
Z+jets
W+jets (data driven)
H [150 GeV]
Entries / 0.13
Data / MC
Δφ(ll) [rad]

A VOUS !!

Posez des questions et amusez vous

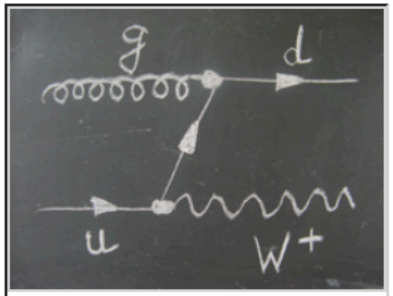
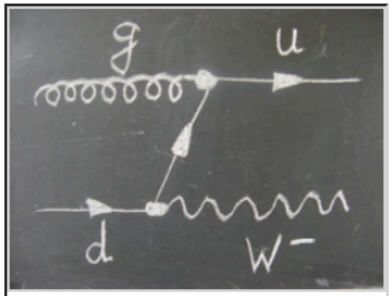
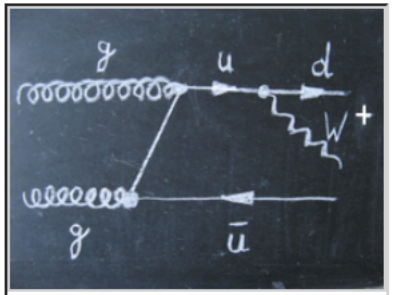
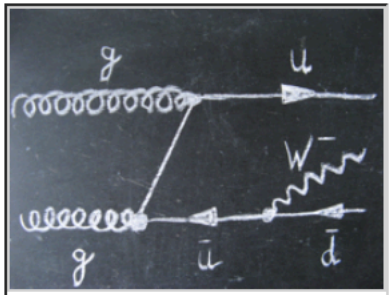
Fin des exercices à 15h

But: mesure de la structure du proton

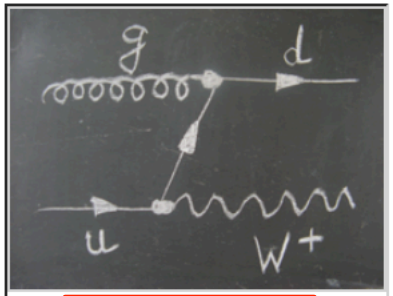
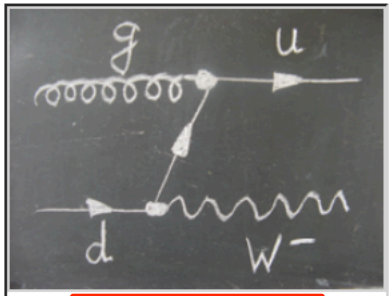
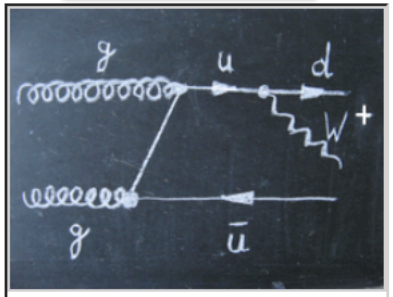
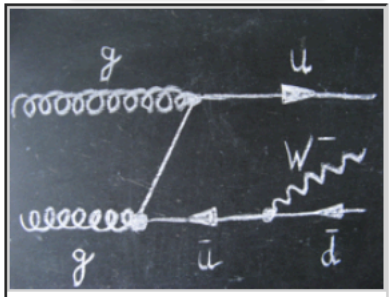
Processus d'interaction	W^+	W^-	Théorie
Interaction quark-gluon			66%
Interaction gluon-gluon			34%
Mesure	55%	45%	100%

$R = N(W^+) / N(W^-) = 55/45 = 1.22$ ici

But: mesure de la structure du proton

Processus d'interaction	W^+	W^-	Théorie
Interaction quark-gluon			66%
Interaction gluon-gluon	 : 17%	 : 17%	34%
Mesure	55%	45%	100%

But: mesure de la structure du proton

Processus d'interaction	W^+	W^-	Théorie
Interaction quark-gluon	 : 38%	 : 28%	66%
Interaction gluon-gluon	 : 17%	 : 17%	34%
Mesure	55%	45%	100%

Nb (W+(quarks -gluon)) / Nb (W-(quarks-gluon))

LPNHE PARIS