

# 28th IPPOG meeting

25-27 November 2024

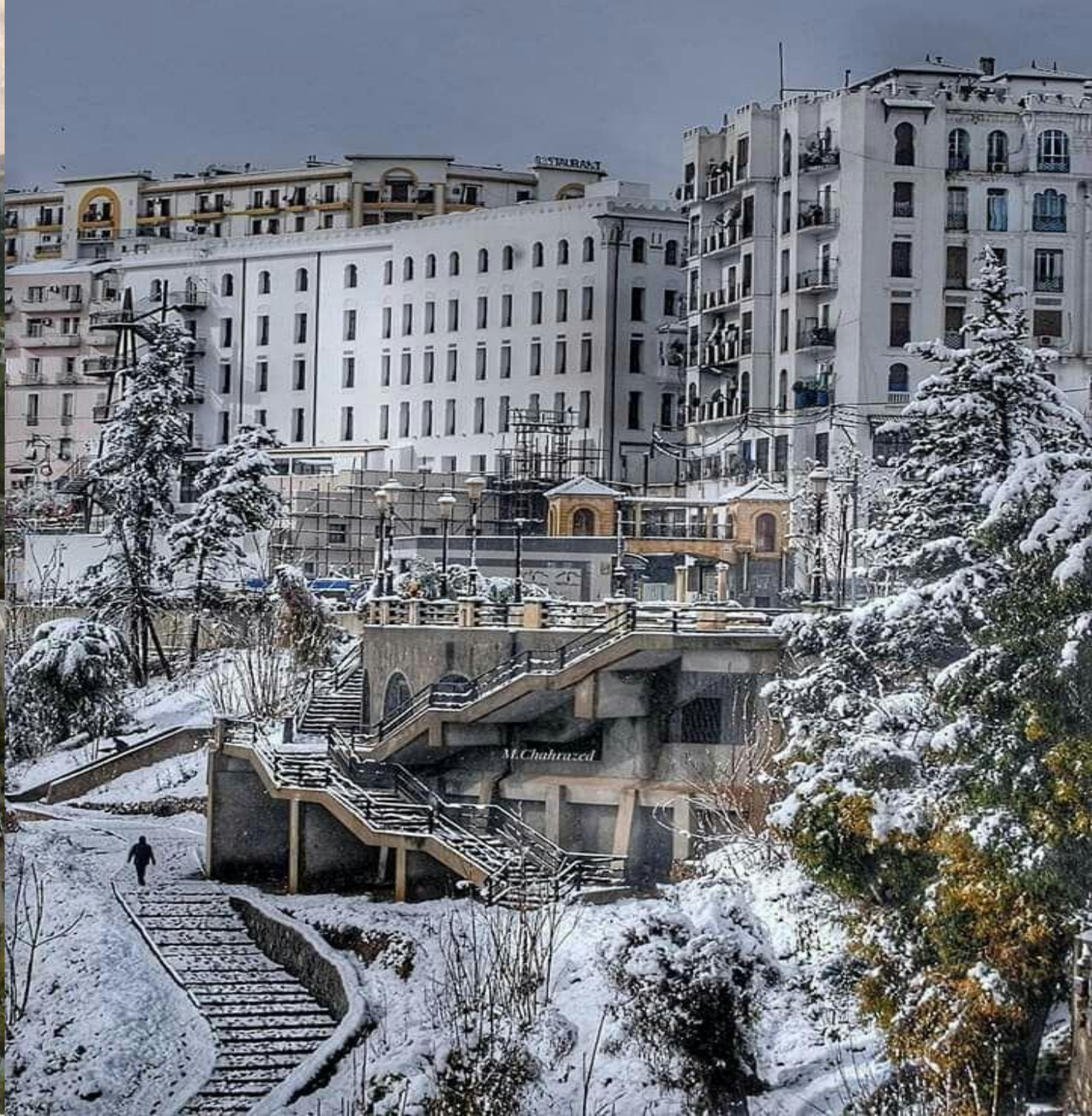
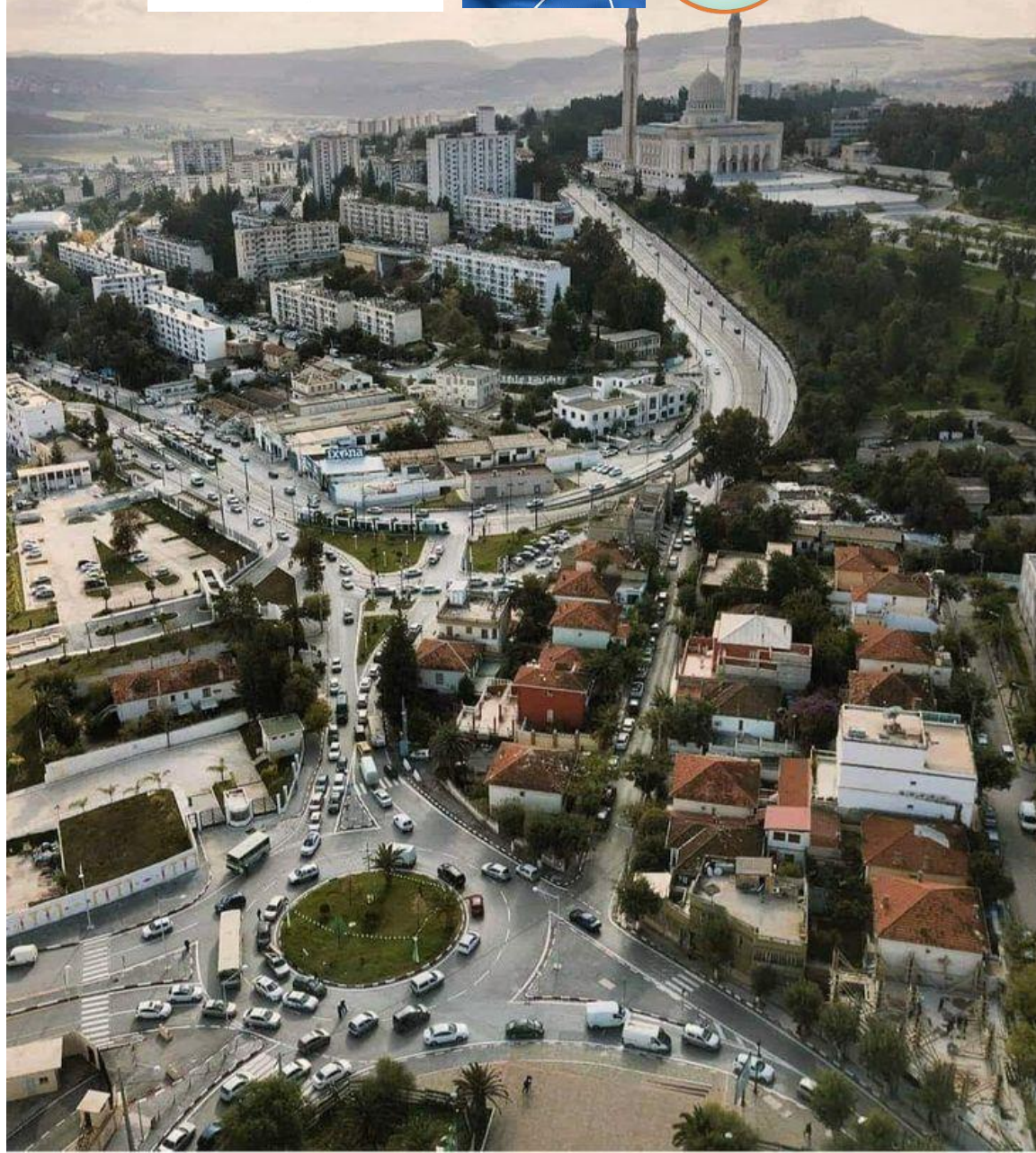
***Title: Experience from an Algerian Teacher:  
Insights and Future Outlook***

***Presented by: KHEMAKHMIA Abdeslem***



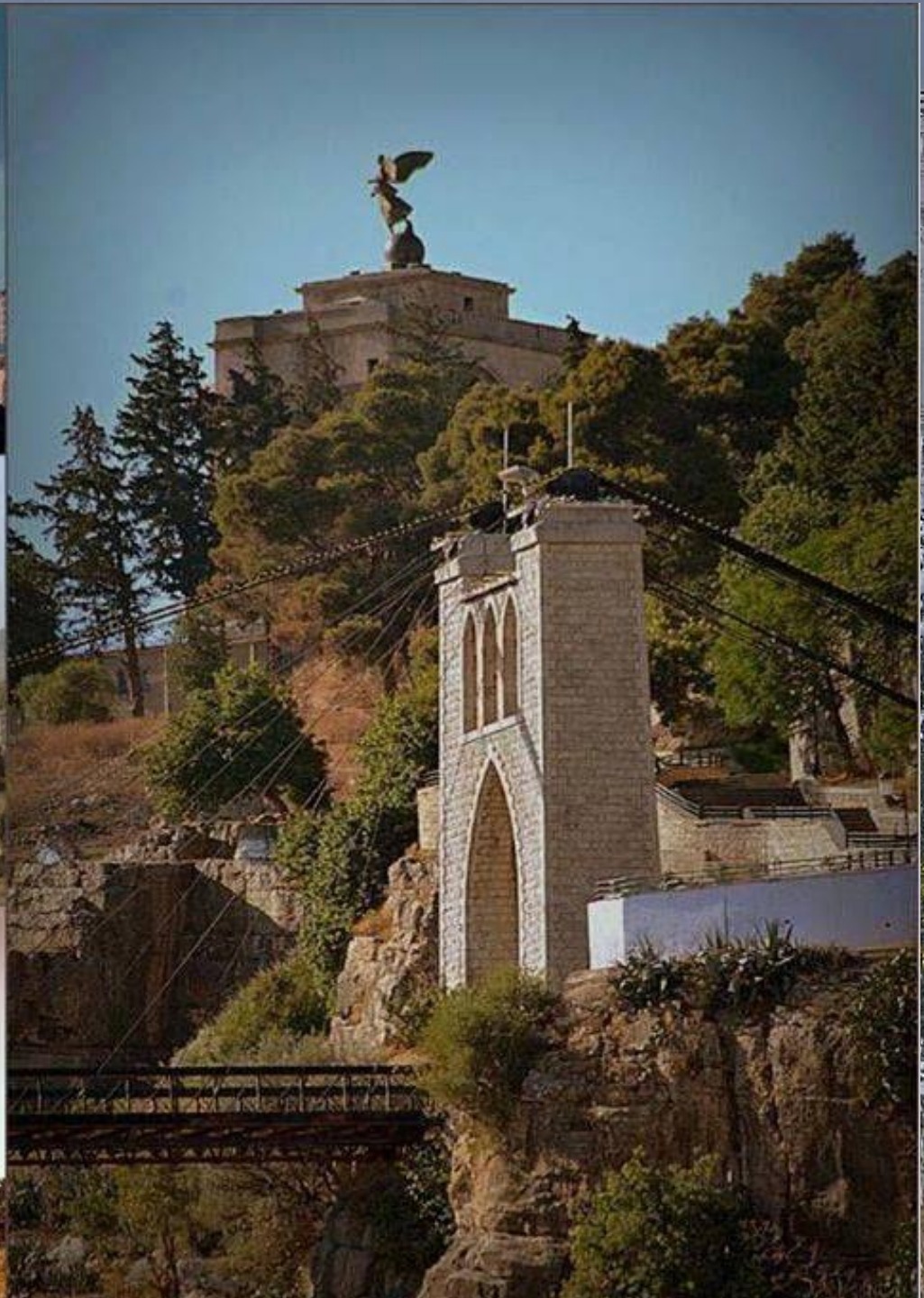
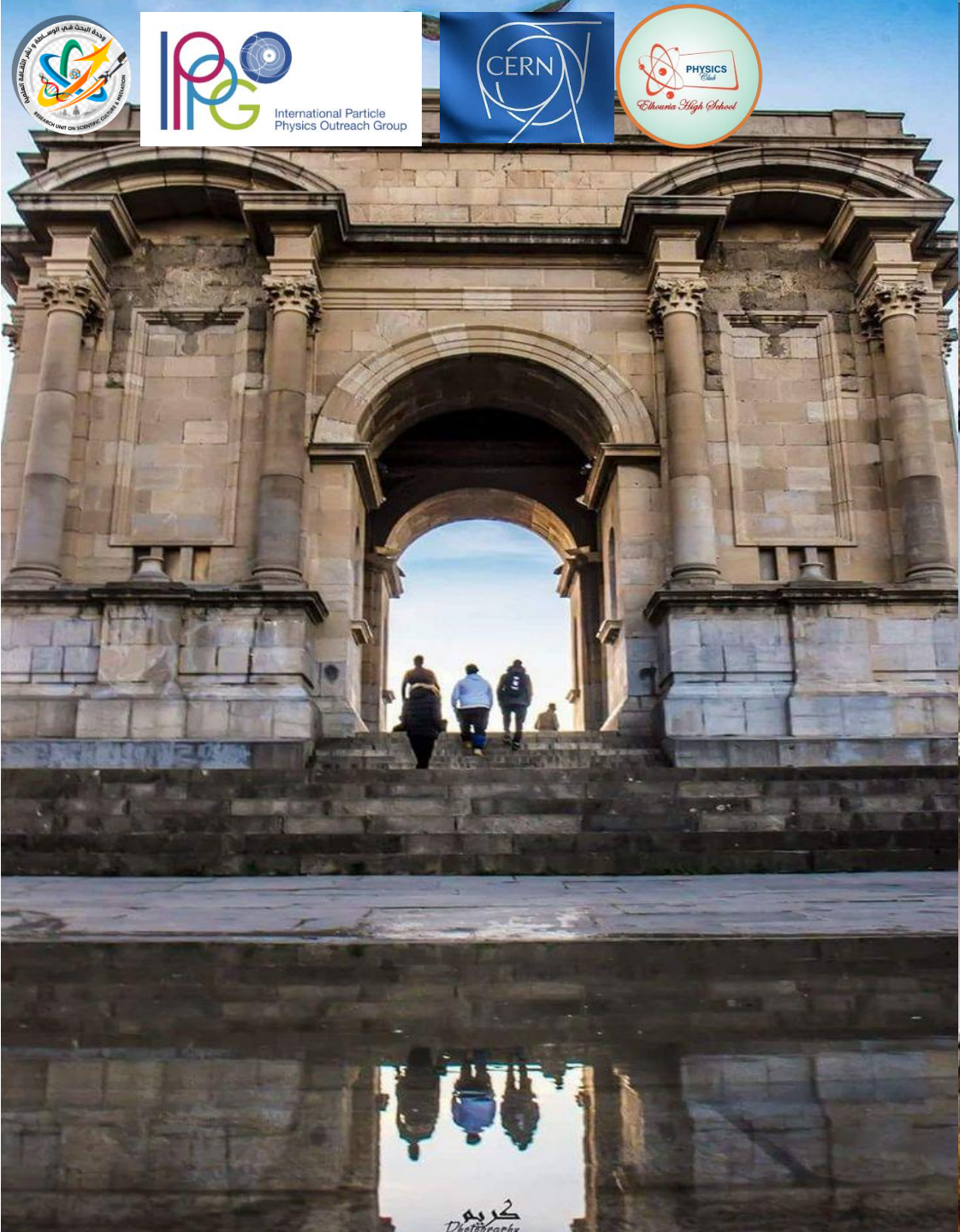
# Constantine

# Constantine- Algeria

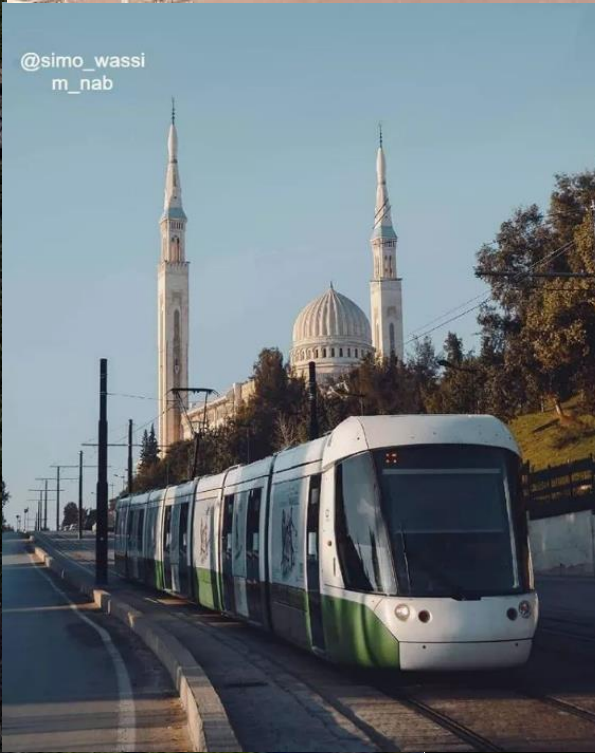








PhotoBank



@simo\_wassi  
m\_nab





Data recorded: 2013\_May\_13 20:08:14 621490 GMT

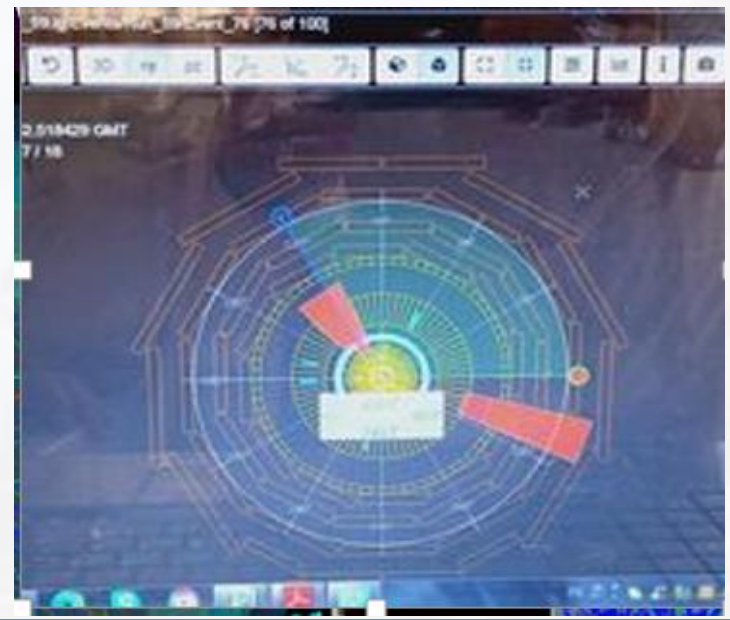


# Starting Point World Wide Data Day 2022

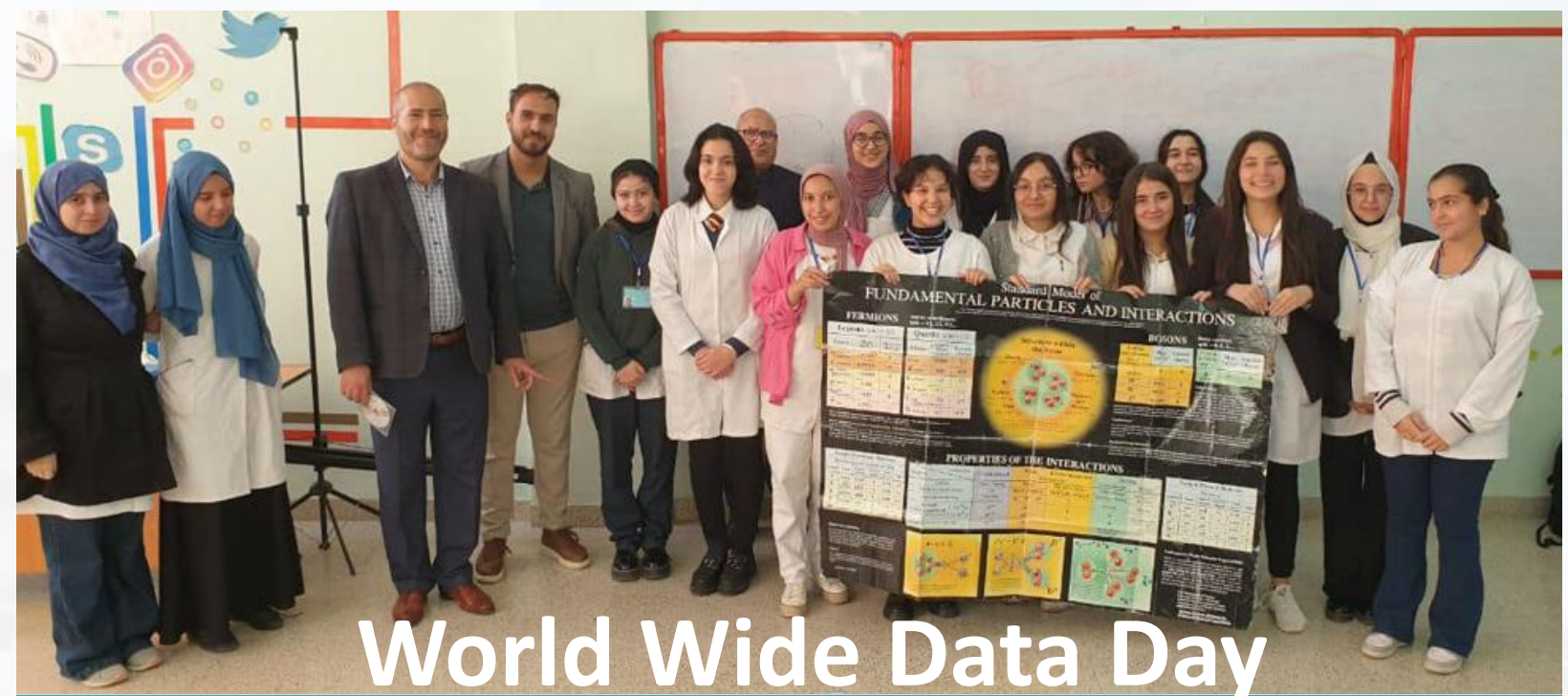




# 1<sup>st</sup> Participation



November 2022



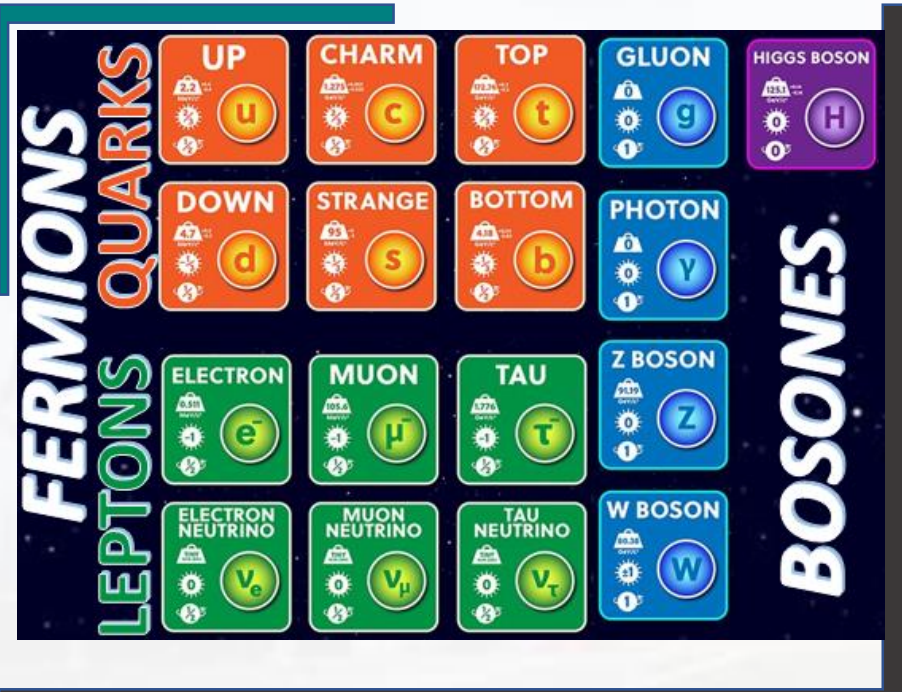
World Wide Data Day



World Wide Data Day



# Training and Data Processing



❖ Basics about particle physics, LHC, CMS



# Training and Data Processing



❖ Basics about particle physics, LHC, CMS

## Interactions

**Z BOSON**

91.19 GeV/c<sup>2</sup>

0

1

Z

**W BOSON**

80.38 GeV/c<sup>2</sup>

±1

1

W

**INTERACT WITH THE WEAK FIELD**

QUARKS	UP	CHARM	TOP	GLUON	HIGGS BOSON
	DOWN	STRANGE	BOTTOM	PHOTON	
LEPTONS	ELECTRON	MUON	TAU	Z BOSON	
	ELECTRON NEUTRINO	MUON NEUTRINO	TAU NEUTRINO	W BOSON	

**ENERGY**

**LINEAR MOMENTUM**

**ANGULAR MOMENTUM**

**CHARGE**

**COLOR**

**LEPTON NUMBERS**

ELECTRON	$e^-$	$\nu_e$	$e^+$	$\bar{\nu}_e$
MUON	$\mu^-$	$\nu_\mu$	$\mu^+$	$\bar{\nu}_\mu$
TAU	$\tau^-$	$\nu_\tau$	$\tau^+$	$\bar{\nu}_\tau$

**BARYON NUMBER**  $n$   $\bar{n}$

**WEAK FORCE**

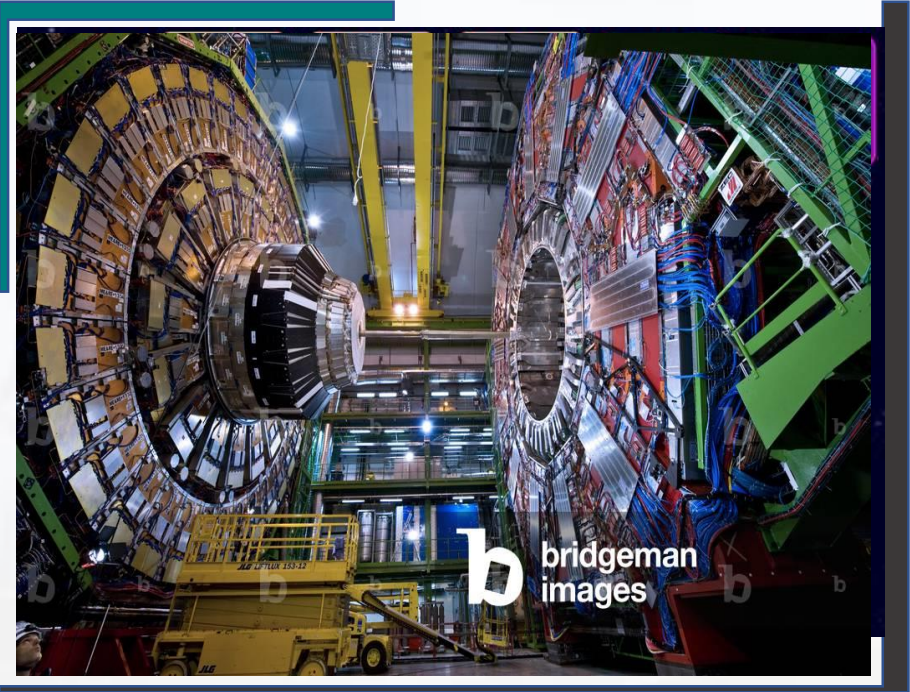
X IS A PHOTON OR Z-BOSON

X AND Y ARE ANY TWO ELECTROWEAK BOSONS SUCH THAT CHARGE IS CONSERVED

L IS A LEPTON AND  $\nu$  IS THE CORRESPONDING NEUTRINO



# Training and Data Processing



bridgeman images



❖ Basics about particle physics, LHC, CMS



# CMS Data



- ❖ first interaction with real CERN data
- ❖ Data Analysis





# CMS Data



- ❖ first interaction with real CERN data
- ❖ Data Analysis

## World Wide Data Day



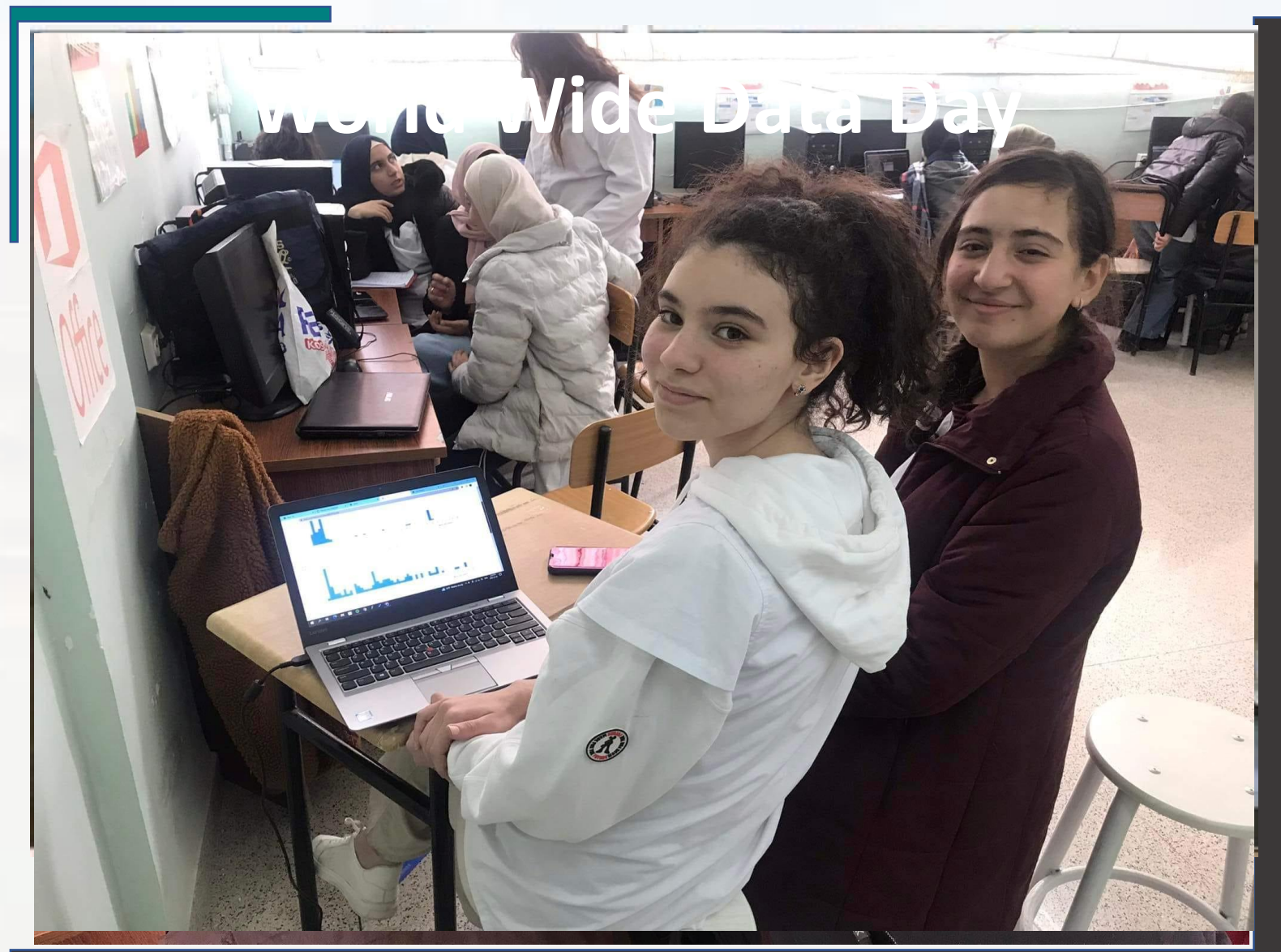


# CMS Data



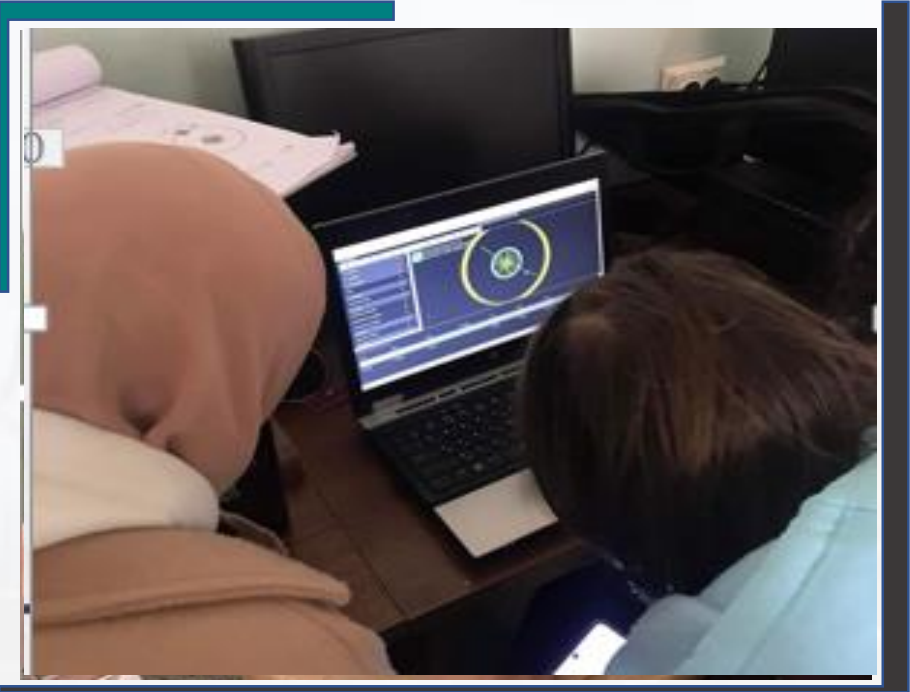
❖ first interaction with real CERN data

❖ Data Analysis

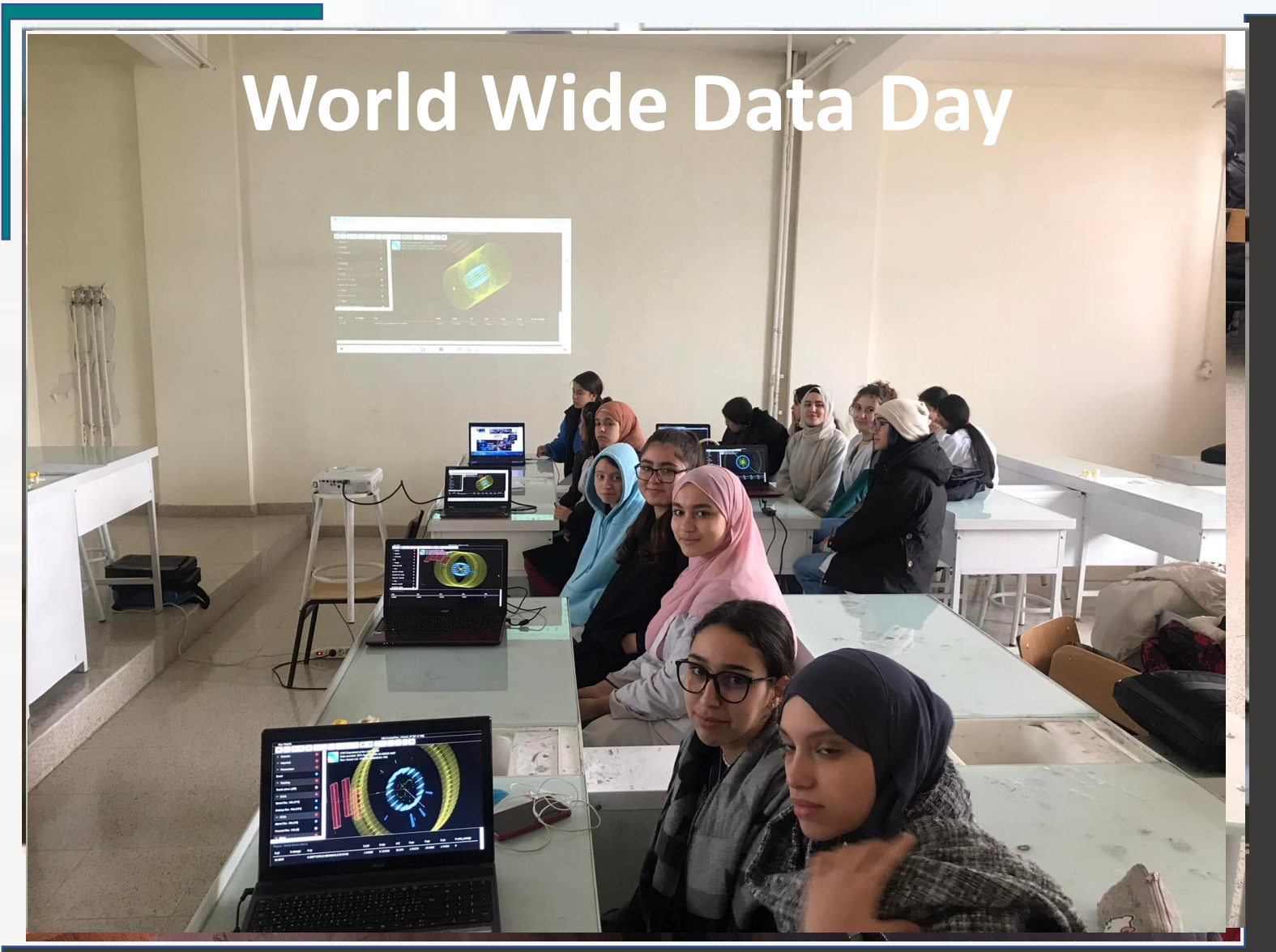




# CMS Data



- ❖ first interaction with real CERN data
- ❖ Data Analysis







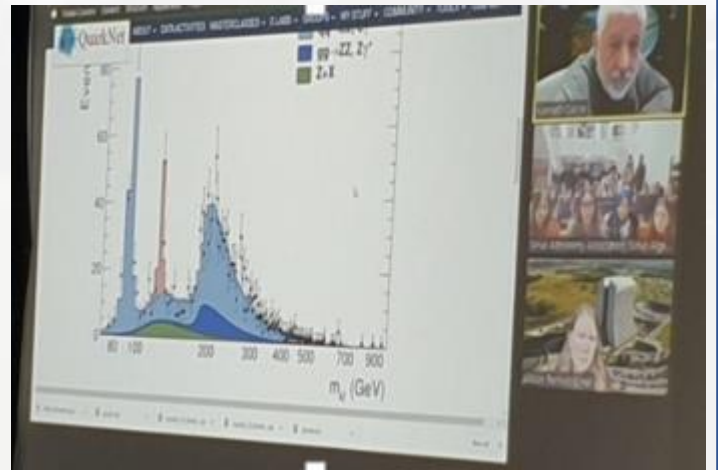
# Videoconference



Kenneth Cecire  
University of Notre Dame/QuarkNet, USA



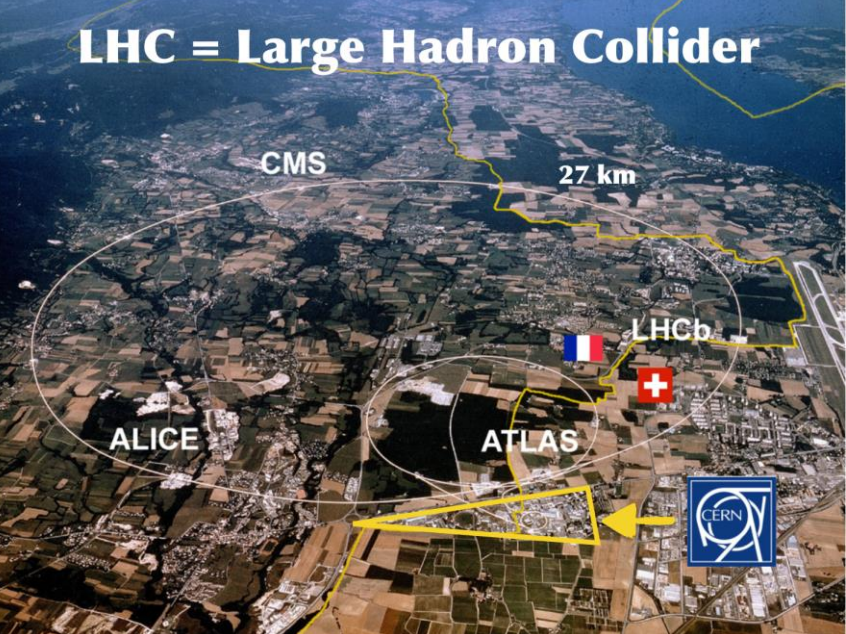
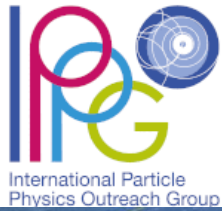
- ❖ Discussion of the results
- ❖ Questions





❖ **RESEARCH UNIT IN SCIENTIFIC  
MEDIATION AND CULTURE**

**ELHOURIA HIGH SCHOOL**





Data recorded: 2013\_Mar\_12\_20:08:14.621490 GMT

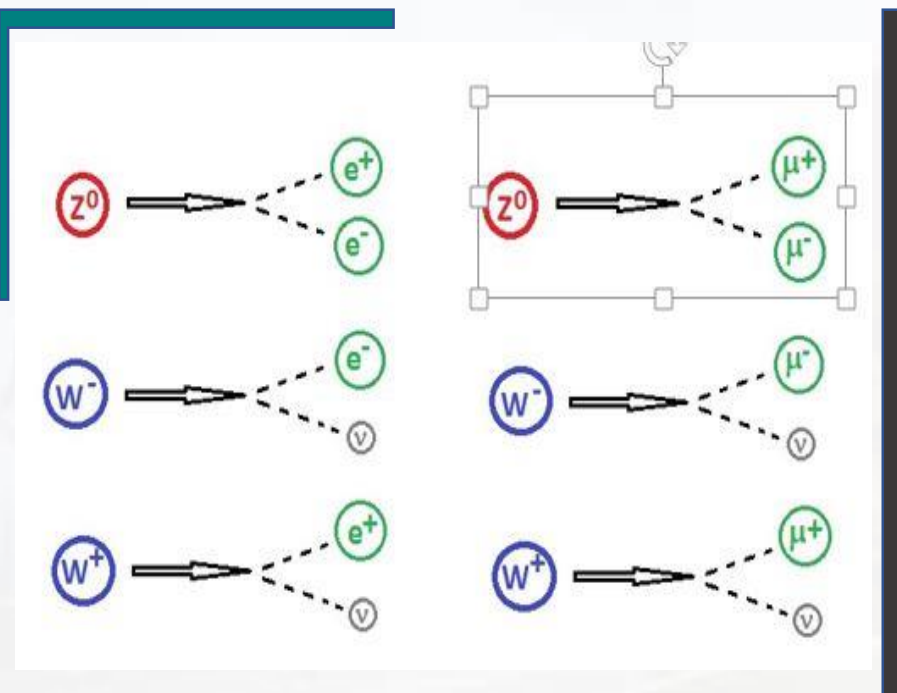


# W Z H Measurement MasterClasse





# W Z H Measurement



<https://www.i2u2.org/elab/cms/ispy-webgl/>  
 Data recorded: 2012-Aug-02 06:43:32.413225 GMT  
 Run / Event / LS: 200091 / 1605749984 / 1481

- Imported
- Provenance
- Event
- Tracking
- Tracks (reco.) [66]
- ECAL
- Barrel Rec. Hits [161]
- Preshower Rec. Hits [40]
- Endcap Rec. Hits [176]
- SuperClusters [1]
- HCAL
- Barrel Rec. Hits [25]

Physics: Global Muons (Reco)

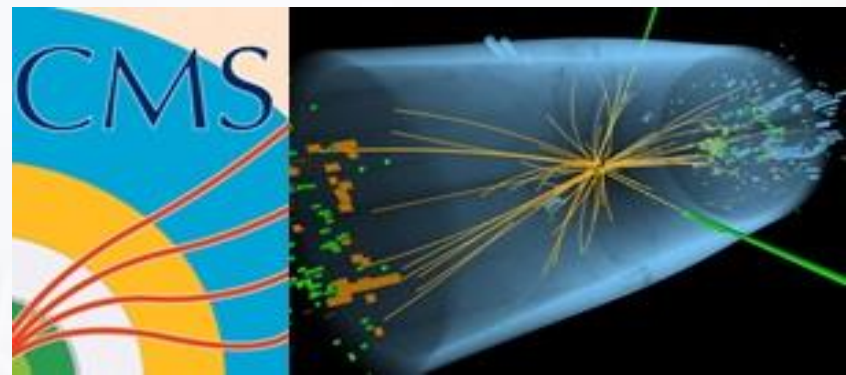
pt	charge	rp	phi	eta	calo
47.1947	0.000703198, 0.000600984, -0.0125332		2.0214	1.78571	0
15.4609	0.000674561, 0.00057944, -0.0124579		-0.933474	-0.474492	0

Sirius Astronomy Association (Sirius...)  
 الاستاذ خمخامية عبد السلام  
 Belkis Abdelaziz  
 Belkis Abdelaziz  
 rym messikh  
 rym messikh

Chama Amine Khodja  
 mohammed akram zermane  
 Sirius (Hôte)  
 Sirius (Co-hôte)  
 Hacène Belbachir  
 hadj sadok, ALGERIA  
 Chama Amine Khodja  
 mohammed akram zermane

Taper ici pour  
 25°C  
 19:58  
 15/07/2024

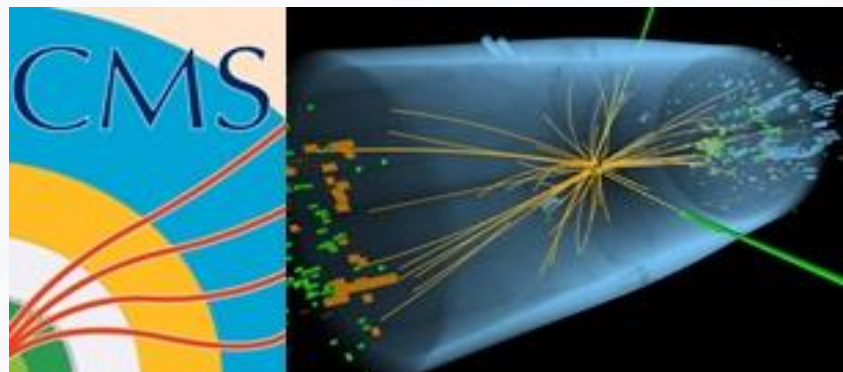
## ❖ Online Courses



# Data Analysis



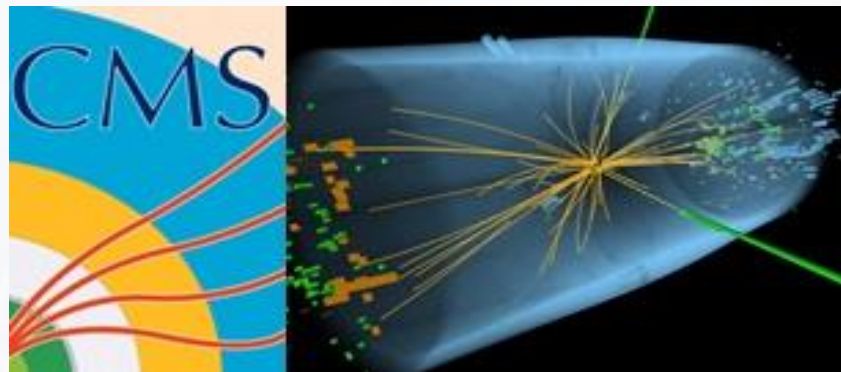
# W Z H Measurement



## Data Analysis

## W Z H Measurement





## Data Analysis







# Data Processing





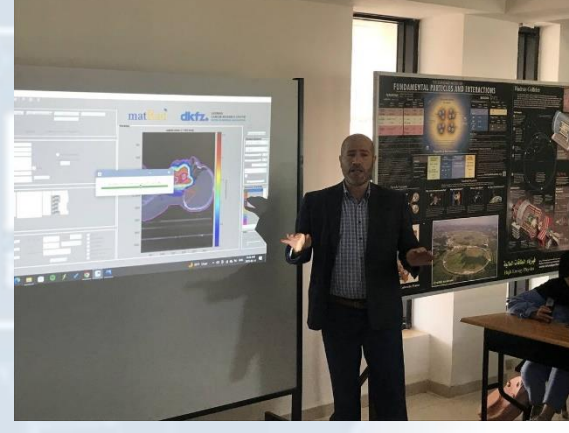
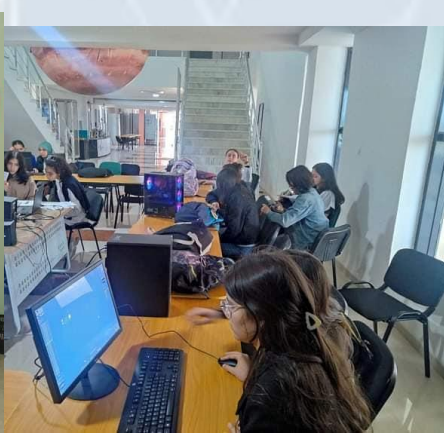
# Videoconference

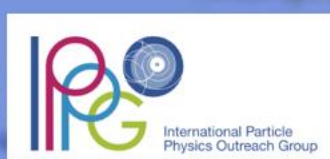


Kenneth Cecire  
University of Notre Dame/QuarkNet, USA

- ❖ Discussion of the results
- ❖ Questions





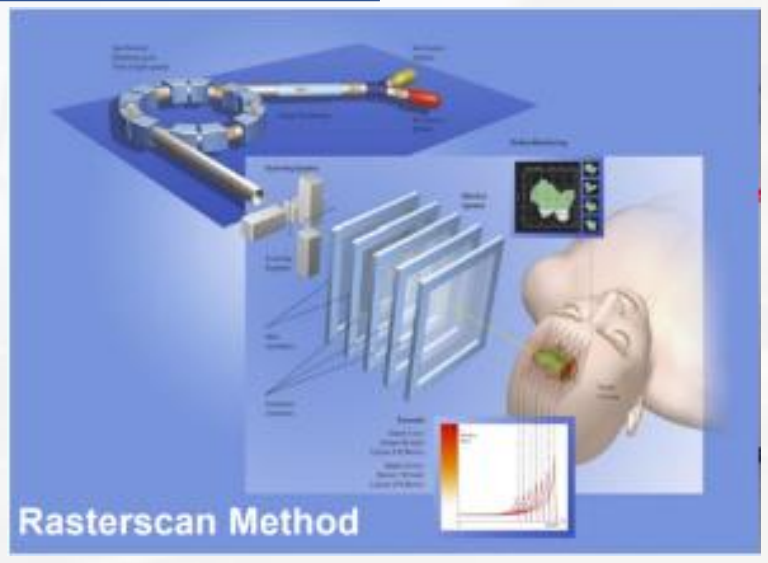


# Particle Therapy MasterClasse

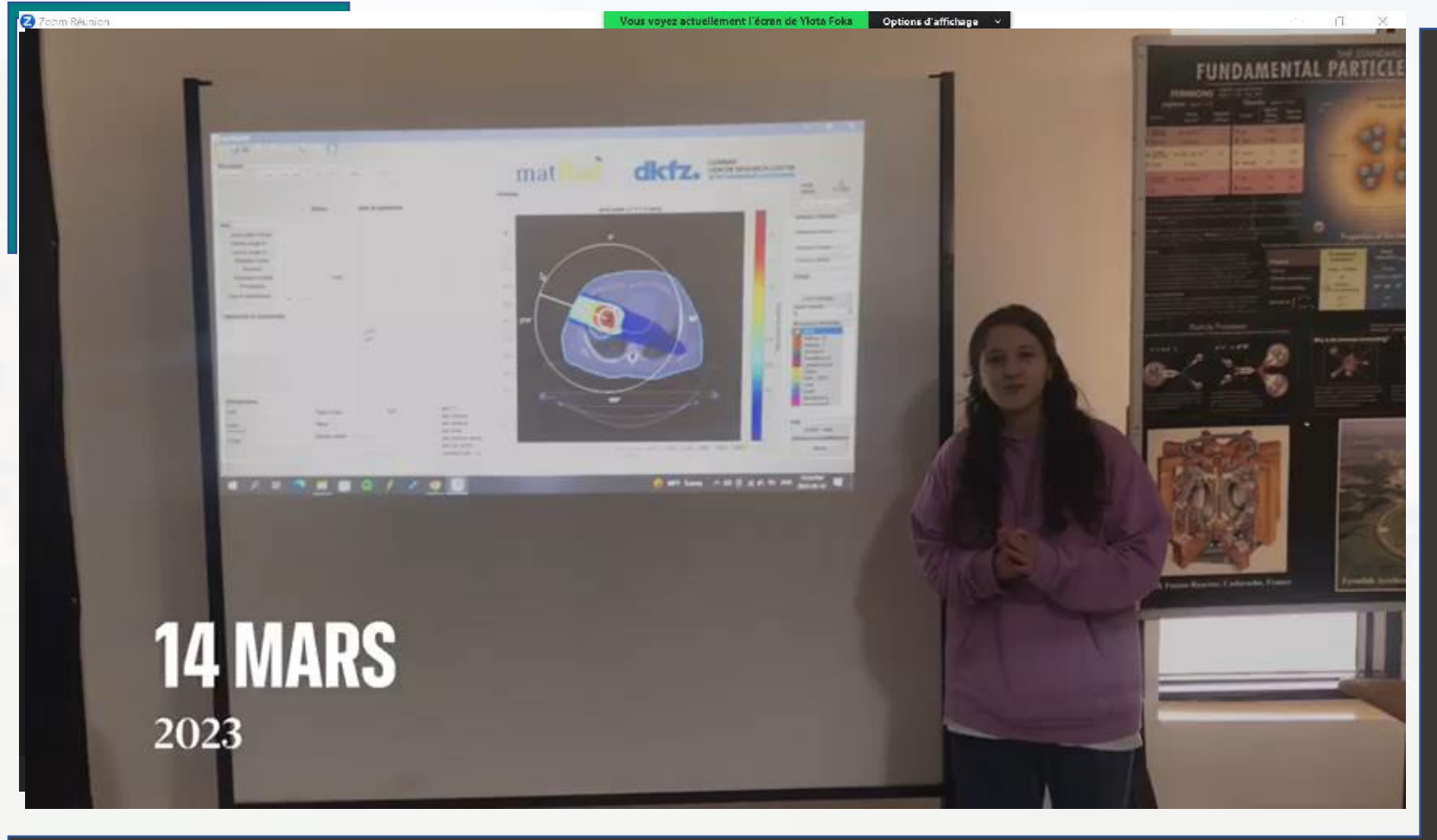




# Particle Therapy MasterClasse



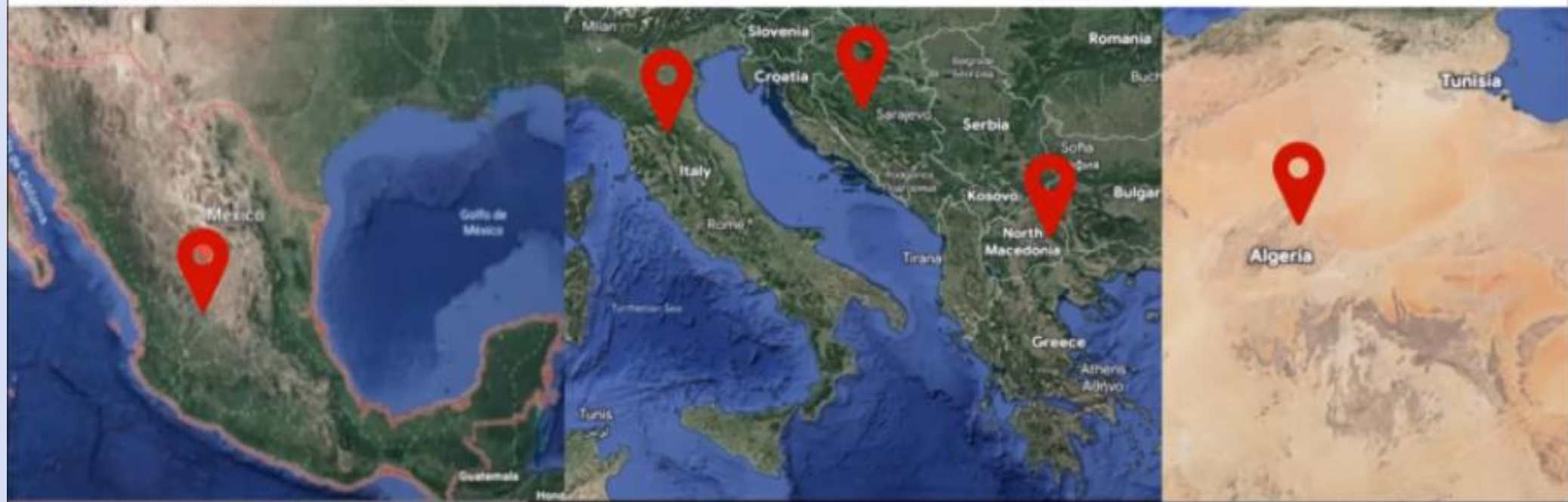
## Treatment Planning



14 MARS  
2023



# PTMC Video Conference 14 March 2023







PTMC Video Conference 14 March 2023

Vous voyez actuellement l'écran de El Houria highschool Constanti...

Options d'affichage



# CERN International Masterclasses 2023 Particle Therapy



- 1) Introduction
- 2) Mode of particles therapy
- 3) Treatment plan
  - a) C Phantom
  - b) Liver
  - c) Head and Neck
- 4) conclusion



Afficher

Yiota Foka

El Houria highschool Constantine Alg...

INFN Bologna

Haut-parleurs (Realtek High Definition Audio)

1x 100



# PTMC Video Conference 14 March 2023

Vous voyez actuellement l'écran de El Houria highschool Constanti...

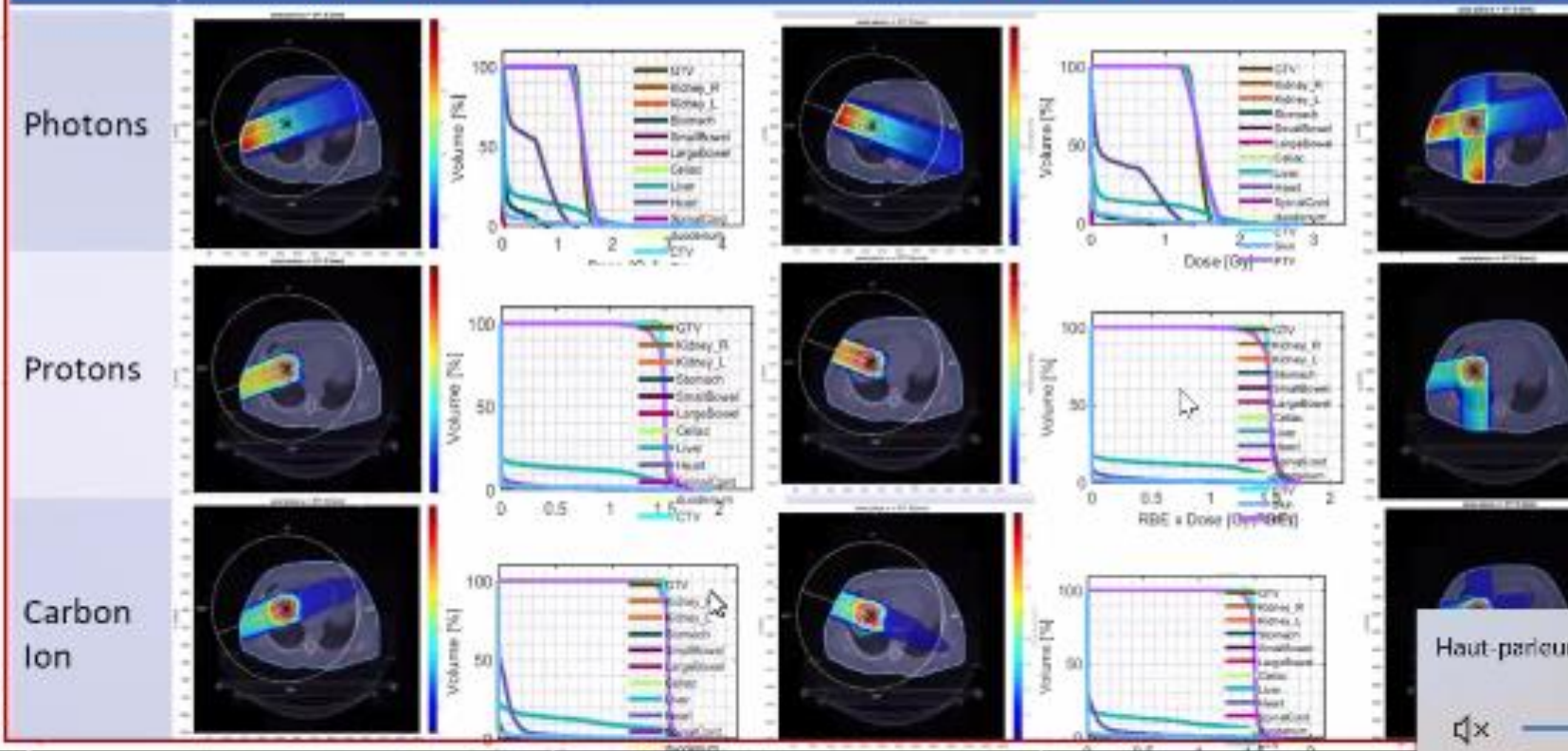
Options d'affichage

Afficher

## CERN International Masterclasses - Particle Therapy 14-03-2023



Angles	Liver -250	Liver -290	Liver
--------	------------	------------	-------



Video conference interface showing multiple participants:

- Ylora Foka
- El Houria highschool - Constantine Alg...
- IRN-Bologna

Haut-parleurs (Realtek High Definition Audio)

100



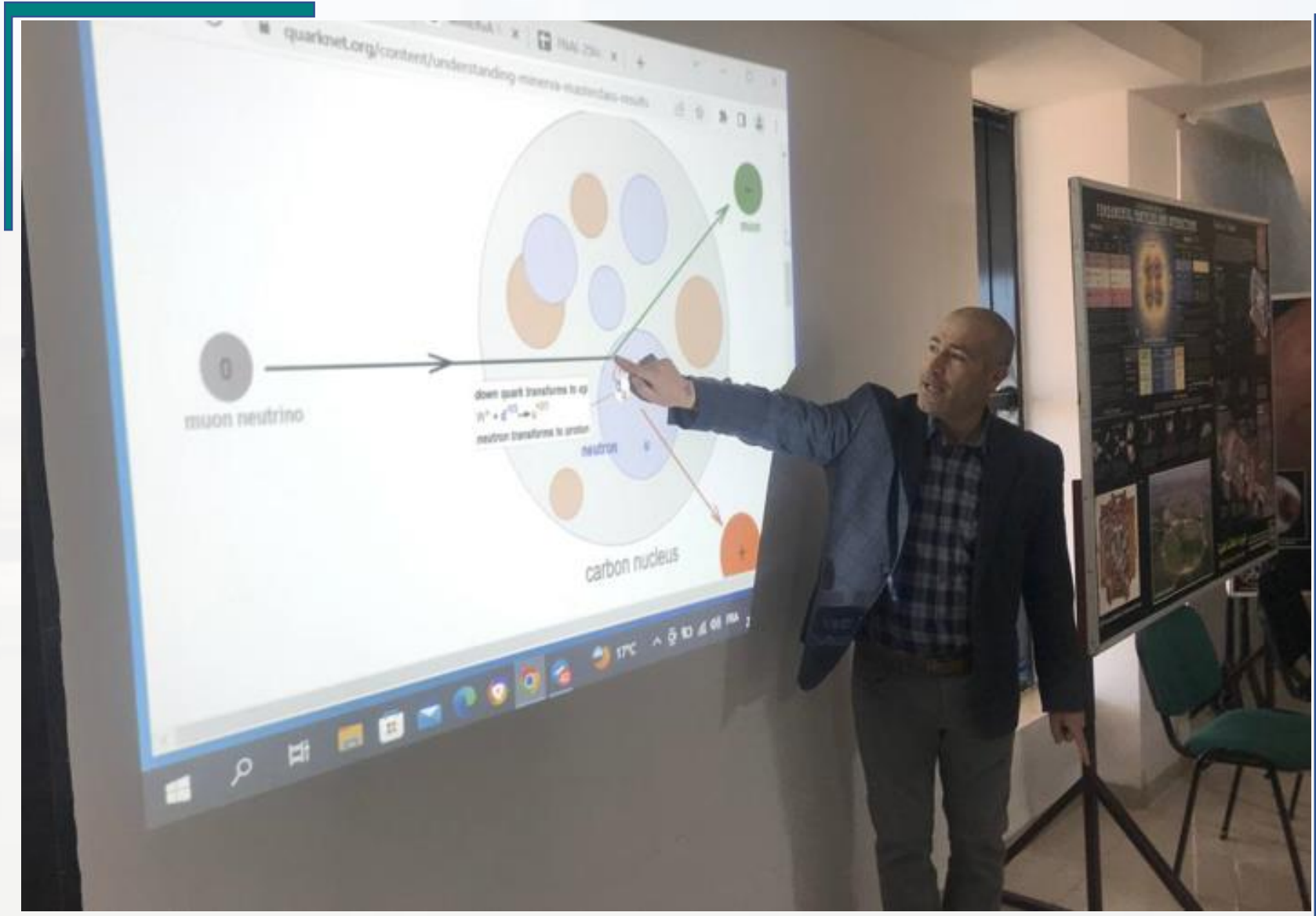
# Neutrino Measurement MasterClasse



# Nutrino Measurement MasterClass



## Nutrino Interaction with Matter





# Nutrino Measurement MasterClass

## Arachne

Status: Done!

Data

mergedTuple\_79.root

Entry: 5 [Go!](#)

Current slice: Slice 5

Prev Gate p Next Gate n

Prev Slice - Next Slice +

All hits a

[Link to this event](#)  
Go to the muon decay library.

Tracks

Show tracks

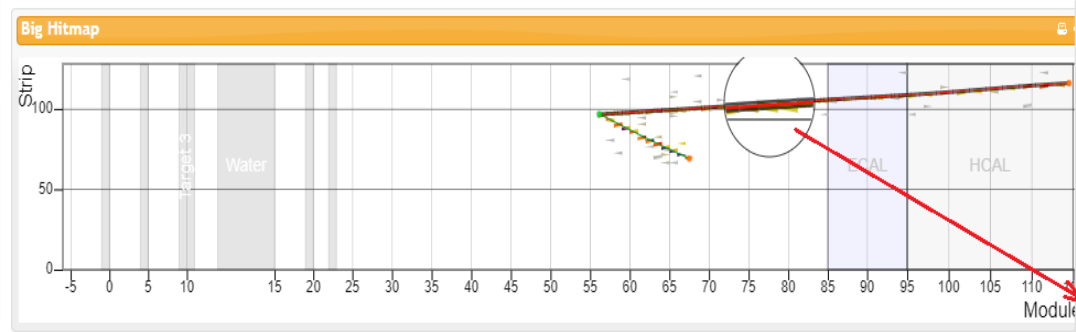
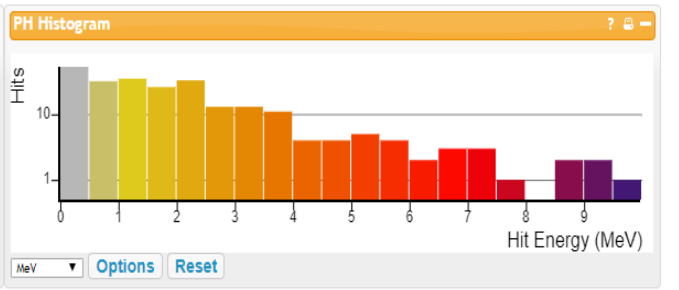
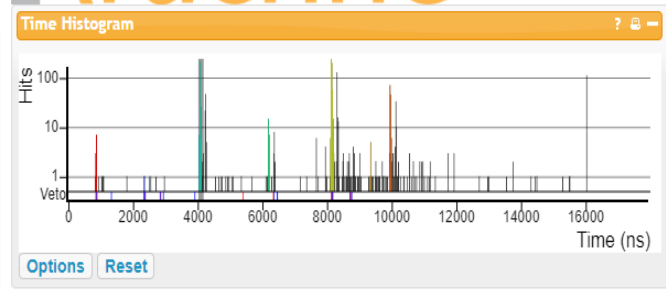
Individual Tracks:

Track 0

Track 1

Track 2

Track 3



Track Information

Track 0 (Slice 5)

Hits 155

Vis Energy 311.6 MeV

Time 4070 ns

Minos: Prange= 2730.0 MeV/c  
Pcurve= -2857.1 MeV/c

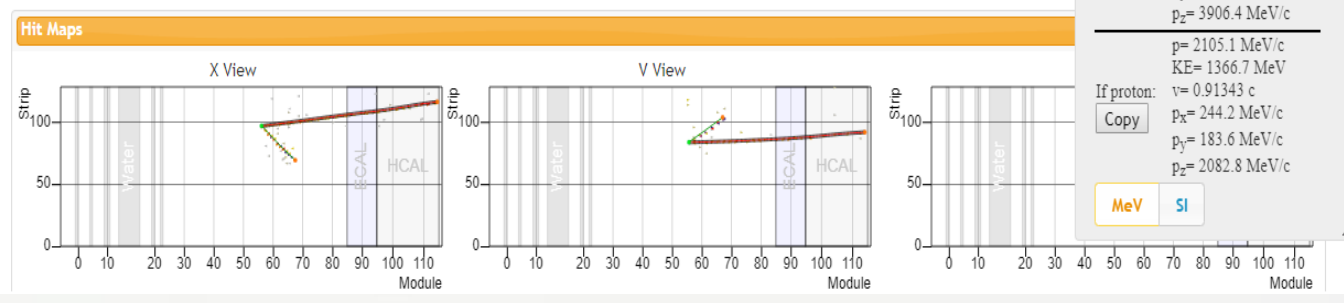
p= 3948.2 MeV/c  
KE= 3844.6 MeV  
v= 0.99965 c

If muon: [Copy](#)  
Px= 458.0 MeV/c  
Py= 344.4 MeV/c  
Pz= 3906.4 MeV/c

p= 2105.1 MeV/c  
KE= 1366.7 MeV  
v= 0.91343 c

If proton: [Copy](#)  
Px= 244.2 MeV/c  
Py= 183.6 MeV/c  
Pz= 2082.8 MeV/c

MeV SI



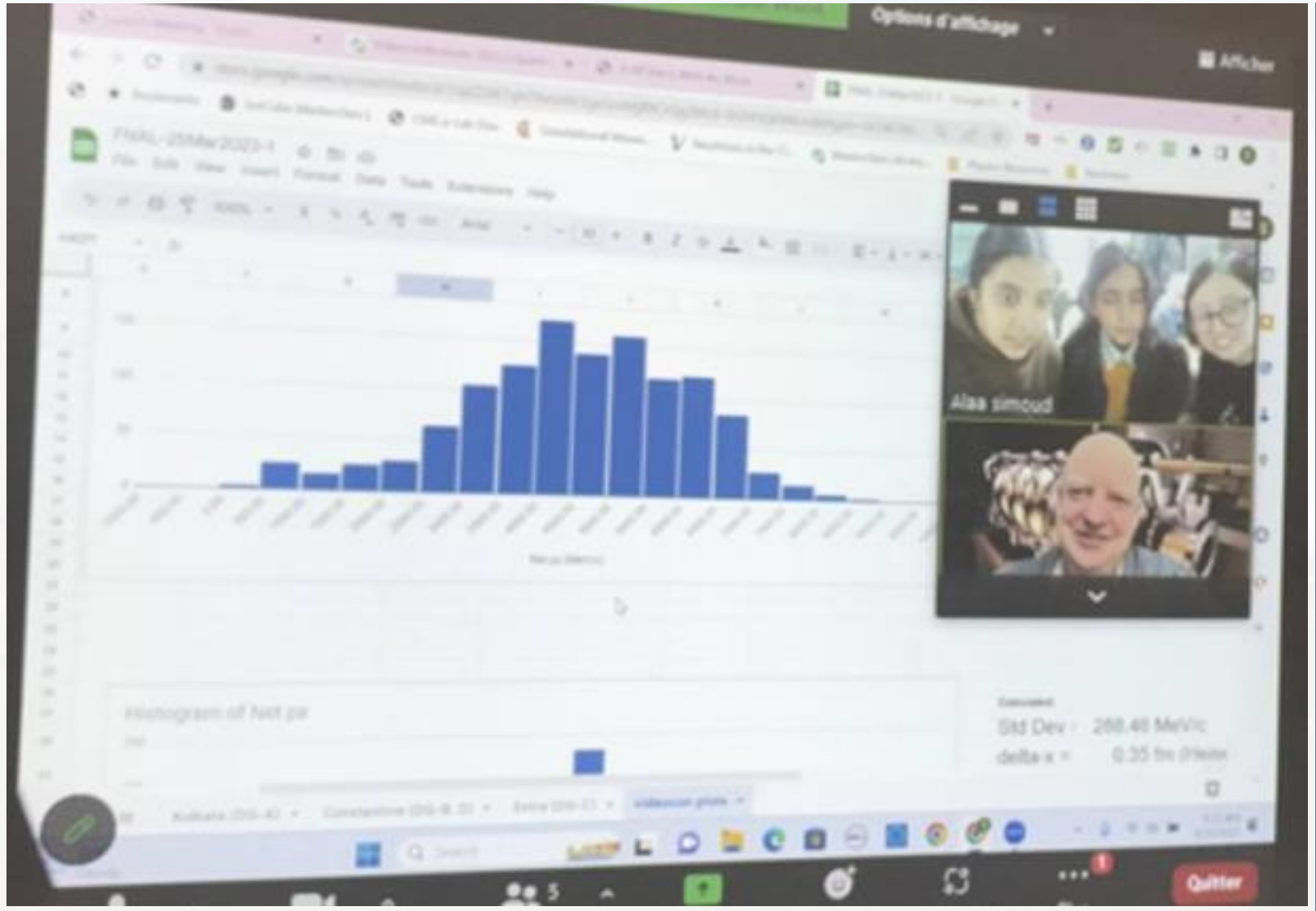
## ❖ Data Analysis



# Nutrino Measurement MasterClass



Videoconferences





# Ultra High Energy Cosmic Rays With Pierre Auger Observatory





# Ultra High Energy Cosmic Rays




Pierre Auger Observatory  
Mendoza, Argentina





# ❖ Data Analysis World Wide Data Day





**PIERRE AUGER OBSERVATORY**

Events

AugerMasterclass\_Group\_1  
Group number: 1

Num	ID	Rec
2	181681269400	
3	070717920900	
4	121425308900	
5	120200561100	
6	150515488500	
7	160763622500	
8	133516695800	
9	142720371200	
10	151593556100	
11	142575921800	
12	093416822600	
13	072366346900	
14	050011266900	

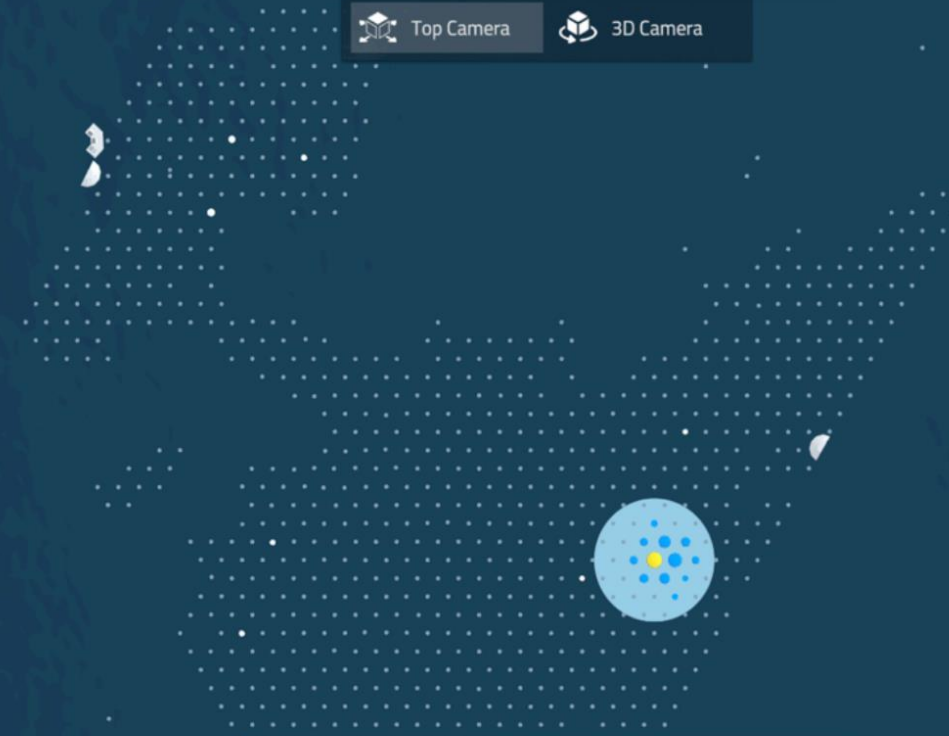
Events for Analysis

N° of Events: 0

Galactic Equatorial

Export File

Top Camera 3D Camera



Select the Distance and Time range around the Main Station

Distance:  4407 m

Time:  0 ns

Uninteresting Reset Prev. Step Next Step

Event

Event ID: 52980723100

Date: 25 Oct 2005

Time: 14:00:30

Phi: N/A

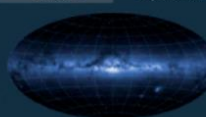
Theta: N/A

Energy: N/A

Chi<sup>2</sup>/NDF: N/A

View SD Reconstruction

Galactic Equatorial



Longitude: N/A

Latitude: N/A

Stations

Selected/Total: 1/21

ID	Signal	Dist	Time	Sel
570	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: orange;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
566	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: orange;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
529	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: orange;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
554	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
544	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
495	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
539	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
528	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
664	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A
547	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	A

Select a Station



# World Wide Data Day

## Data Analysis



**PIERRE AUGER OBSERVATORY**

Top Camera
3D Camera

**Events**

AugerMasterclass\_Group\_1

Group number: 1

Num	ID	Rec
22	101962996800	
23	181148547700	
24	073112269500	
25	061695987200	
26	082541658900	
27	171596027400	
28	133258344600	
29	132652752900	
30	100150866300	
31	052980723100	

31/50

**Events for Analysis**

N° of Events: 0

Galactic Equatorial

Export File Uninteresting Reset Prev. Step Next Step

**Event**

Event ID: 52980723100

Date: 25 Oct 2005

Time: 14:00:30

Phi: N/A

Theta: N/A

Energy: N/A

Chi<sup>2</sup>/NDF: N/A

View SD Reconstruction

Galactic Equatorial

Longitude: N/A

Latitude: N/A

**Stations**

Selected/Total: 12/21

ID	Signal	Dist	Time	Sel
570	██████████	●	●	A
566	██████████	●	●	A
529	██████████	●	●	A
554	██████████	●	●	A
544	██████████	●	●	A
495	██████████	●	●	A
530	██████████	●	●	A

Select a Station



# Data Analysis

## World wide Data Day



Event ID: 52980723100

Date: 25 Oct 2005

Time: 14:00:30

Phi: 206.3°

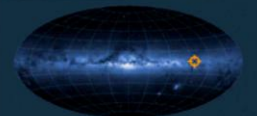
Theta: 32.97°

Energy: N/A

Chi<sup>2</sup>/NDF: N/A

[View SD Reconstruction](#)

Galactic Equatorial



Longitude: 263.8°

Latitude: 1.01°

Stations

Selected/Total: 12/21

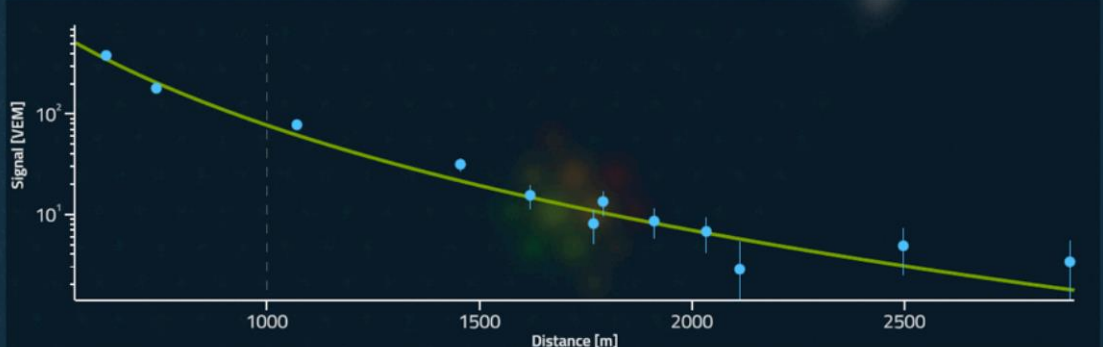
ID	Signal	Dist	Time	Sel
570	████████	●	●	A
566	████████	●	●	A
529	████████	●	●	A
554	████████	●	●	A
544	████████	●	●	A
495	████████	●	●	A
520	████████	●	●	A

Select a Station

Top Camera 3D Camera

### SD Reconstruction

Chi<sup>2</sup>/NDF: 1.82



Change the S1000 and Beta values to minimize de Chi<sup>2</sup>/NDF

S1000:  76.82

Beta:  -2.09

Export File Uninteresting Reset Prev. Step End

Event

Event

Event

PIERRE AUGER OBSERVATORY

Events

AugerMasterclasse\_Group\_1

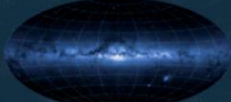
Group number: 1

Num	ID	Rec
22	101962996800	
23	181148547700	
24	073112269500	
25	061695987200	
26	082541658900	
27	171596027400	
28	133258344600	
29	132652752900	
30	100150866300	
31	052980723100	

Events for Analysis

N° of Events: 0

Galactic Equatorial





# Data Analysis

## World Wide Data Day



Event

Event

Event

Top Camera 3D Camera

Top Camera 3D Camera

PIERRE AUGER OBSERVATORY

Events

AugerMasterclasse\_Group\_1

Group number: 1

Num	ID	Rec
22	101962996800	
23	181148547700	
24	073112269500	
25	061695987200	
26	082541658900	
27	171596027400	
28	133258344600	
29	132652752900	
30	100150866300	
31	052980723100	●

31/50

Events for Analysis

N° of Events: 0

Galactic Equatorial

Event Information

Event ID: 52980723100

Date: 25 Oct 2005

Time: 14:00:30

Phi: 206.3°

Theta: 32.97°

Energy: 15.2 EeV

Chi<sup>2</sup>/NDF: 1.8

View SD Reconstruction

Galactic Equatorial

Longitude: 263.8°

Latitude: 1.01°

Stations

Selected/Total: 12/21

ID	Signal	Dist	Time	Sel
570	█	●	●	A
566	█	●	●	A
529	█	●	●	A
554	█	●	●	A
544	█	●	●	A
495	█	●	●	A
530	█	●	●	A

Select a Station

This event has been reconstructed according to your inputs.  
Now you can look at the Event Information and decide if it's a good event for the Analysis.

+ Add Event To Analysis

Export File Uninteresting Reset Prev. Step



# Data Analysis

## World wide Data Day



**Event Information Panel:**

- Event ID: 52980723100
- Date: 25 Oct 2005
- Time: 14:00:30
- Phi: 206.3°
- Theta: 37.97°
- Energy: 15.2 EeV
- Ch<sup>2</sup>/NDF: 1.8

**Station Table:**

ID	Signal	Dist	Time	Stat
570	381.3			A
566				A
529				A
554				A
544				A
495				A
539				A
528				A
665				A
547				A
574				A
933				A
867				A
379				A
496				A
513				A
672				A
865				A
180				A
718				A
262				A

**Event Information (Bottom Right):**

- ID: 570
- Name: Jacinto
- Delta Time: 2200 ns
- Total Signal: 381.3 VEM
- View Station Data (circled in red)



# Data Analysis

# World Wide Data Day



**PIERRE AUGER OBSERVATORY**

**Events**

Num	ID	Rec
22	101962996800	
23	181148547700	
24	073112269500	
25	061695987200	
26	082541658900	
27	171596027400	
28	133258344600	
29	132652752900	
30	100150866300	
31	052980723100	●

Group number: 1

31/50

**Events for Analysis**

N° of Events: 1

Galactic Equatorial

Event ID: 52980723100

Date: 25 Oct 2005

Time: 14:00:30

Phi: 206.3°

Theta: 32.97°

Energy: 15.2 EeV

Chi<sup>2</sup>/NDF: 1.8

View SD Reconstruction

Galactic Equatorial

Longitude: 263.8°

Latitude: 1.01°

Stations

Selected/Total: 12/21

ID	Signal	Dist	Time	Sel
570	■	●	●	A
566	■	●	●	A
529	■	●	●	A
554	■	●	●	A
544	■	●	●	A
495	■	●	●	A
520	■	●	●	A

This event has been reconstructed according to your inputs. Now you can look at the Event Information and decide if it's a good event for the Analysis

Remove Event From Analysis

Export File Uninteresting Reset Prev. Step



# Ultra High Energy Cosmic Rays



Videoconferences



INTERNATIONAL MASTERCLASSES EN PHYSIQUE SUBNUCLÉAIRE  
ET RADIATION THÉRAPIE À CONSTANTINE«Des lycéens mettent la main à la pâte de la physique du XXI<sup>e</sup> siècle»

par Jamal Mimouni (\*)

Une expérience pédagogique unique pour notre région s'est déroulée durant le présent semestre à Constantine avec les élèves des lycées El Houria et Youghourta. Il s'agissait pour eux d'analyser des expériences réelles à la frontière des connaissances actuelles en physique des hautes énergies et en médecine nucléaire. Ceci s'est fait dans le cadre des Masterclasses internationales du CERN à Genève et trois autres laboratoires aux États-Unis et en Argentine. Cette série de programmes étalés sur plusieurs mois a permis à des dizaines de lycéens d'analyser des données brutes et extraire les résultats comme le font les physiciens dans ces hauts lieux de la science, après avoir «ingurgité» une bonne partie de la physique moderne. Les résultats ont ensuite été présentés devant des classes et les conclusions de ces cours de séances ont vu leurs résultats discutés en détail. L'Unité de Recherche en Médiation scientifique du CERIST à Constantine a supervisé cette formation, et transformé ces élèves en «spécialistes» en herbe, capables de dissenter sur la physique derrière les données de ces expériences, leurs protocoles expérimentaux et leurs éventuelles limites, et même proposer comment les améliorer.

**Qu'est-ce que les International Masterclasses**

Ce sont des programmes d'excellence mis en place par des grandes institutions scientifiques destinés à des lycéens, mais impliquant souvent des étudiants de physique au stade universitaire au vu de leur haute valeur formative. Malgré leur nom, ces programmes n'ont rien à voir avec le Master, mais tout à voir avec «Mastering», c'est-à-dire maîtriser et exceller dans un domaine de pointe, le plus souvent en physique. Elles impliquent la participation d'élèves motivés et une équipe d'encadreurs dans les domaines concernés. Une reconnaissance bien méritée est due au professeur de physique A. Khemakhmia pour le lycée d'El Houria qui a été le fer de lance du programme pour cet établissement et aussi les trois chercheurs du CERIST de Constantine. Les élèves doivent-ils être particulièrement doués? Pas nécessairement, mais avant tout ils doivent avoir une forte volonté d'apprendre et une très bonne maîtrise de l'anglais. Ces formations leur donnent une vue de la pratique de la recherche à l'université. Il faut noter également que cette Masterclass qui utilise les données du détecteur CMS du LHC



a impliqué les 36 meilleurs élèves du lycée El Houria. Elle fut organisée en coordination avec l'équipe des Masterclasses du CERN. Cette expérience a été rendue possible grâce à l'initiative de l'Unité de Recherche en Médiation scientifique du CERIST à Constantine. Cette expérience a duré quelque 10 ans, fut redécouverte par nos élèves en réanalysant les données réelles fournies par le CERN et en utilisant des programmes dédiés comme ceux utilisés par leurs chercheurs, mais largement simplifiés. Néanmoins, ceci est une performance remarquable quand on pense à tous les concepts physiques et les propriétés du monde microscopique qu'ils ont dû maîtriser pour effectuer l'analyse.

**Découvrir les particules «fantômes»**

Une seconde Masterclass a été effectuée avec les données recueillies auprès de la gigantesque expérience MINERvA pour étudier les neutrinos. Ces derniers sont des particules extrêmement fugaces, d'où le qualificatif de particules fantômes, car capables de muter en d'autres espèces, ce qui est une propriété unique dans le monde des particules élémentaires. Après une période d'analyse des données par les élèves et la déduction statistique de certaines de leurs caractéristiques, s'en est suivie une vidéoconférence avec l'équipe de scientifiques de Minerva à Fermilab sur la signification des données qu'ils ont traitées.

**Utiliser les accélérateurs de particules en thérapie médicale**

Cette belle manipulation en physique médicale utilisant le détecteur à ions lourds de l'accélérateur LHC démontre l'impact

direct de la recherche fondamentale sur la médecine. Cette Masterclass permet aux participants de se familiariser avec la technique d'opération réelle utilisée pour le traitement du cancer utilisant des rayons X, des protons ou des ions carbone comme un couteau physique guidé à l'aide de logiciels.

**À la Pampa Amarilla en Argentine**

C'est à l'Unité de médiation scientifique du CERIST, de la nouvelle Technopole de Constantine que les lycéens d'El Houria ont finalisé l'analyse des données et tracé les trajectoires à travers l'atmosphère des rayons cosmiques d'ultra haute énergie (UHEC) provenant de phénomènes violents dans l'Univers et dont la nature constitue un des grands mystères de l'astrophysique moderne. Les données proviennent de l'Observatoire de rayons cosmiques en Argentine, le plus grand laboratoire de rayons cosmiques au monde. Il est intéressant de noter que nos élèves ont eu cette fois-ci à rivaliser avec quatre autres groupes d'Italie inscrits au programme, la plupart d'entre eux étant des étudiants universitaires. Bien préparés, ces élèves ont eu un net avantage dans la gestion de la discussion animée des résultats lors de la vidéoconférence avec l'équipe de scientifiques de l'observatoire. En plus des ateliers, les élèves ont eu droit à des visites guidées à la «Maison des Sciences» de l'Unité de Recherche du CERIST avec ses expositions permanentes et son atelier de réalité virtuelle.

**Tirer vers le haut notre système éducatif**

Cette expérience pionnière pour l'Algérie, où des lycéens ont pu manipuler des méga-données allant de l'étude des plus petits constituants de la matière aux rayonnements cosmiques en passant par les rayonnements pour le traitement médical des tumeurs malignes, montre l'incroyable capacité de ces jeunes esprits motivés lorsqu'ils sont correctement préparés à se surpasser. Si la logistique suit, nous comptons généraliser au niveau régional, voire national, cette expérience pédagogique unique à même de tirer vers le haut notre système éducatif et être une source d'émulation pour les élèves et leurs enseignants. Notre équipe de recherche en médiation scientifique est prête à coopérer avec tous les établissements scolaires qui en feront la demande pour les inclure dans le prochain cycle de Masterclasses l'année prochaine en commençant par organiser des séminaires de formation pour les enseignants.

J. M.

(\*) Département de physique, Université de Constantine 1 &amp; CERIST



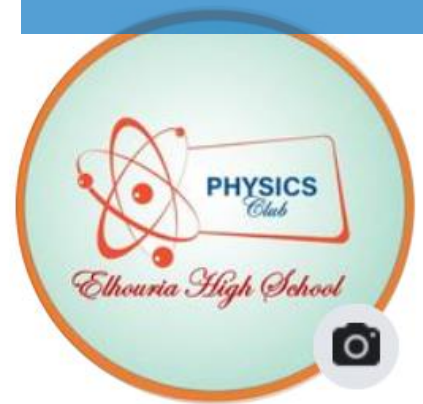


# World Wide Data Day



## Expanding Outreach - Engaging the Algerian Community facebook

[Changer la photo de couverture](#)



### نادي العلوم الفيزيائية ثانوية الحرية

876 J'aime • 1 K followers



[Voir le tableau de bord](#)

[Modifier](#)

[Promouvoir](#)

Videoconferences

[Publications](#)

[À propos](#)

[Mentions](#)

[Avis](#)

[Reels](#)

[Photos](#)

[Plus](#) ▼



1413777...



# Organizing a Masterclass for deferent High Schools in Constantine



❖ IMC experience should be available to students nationwide, not just in select schools.



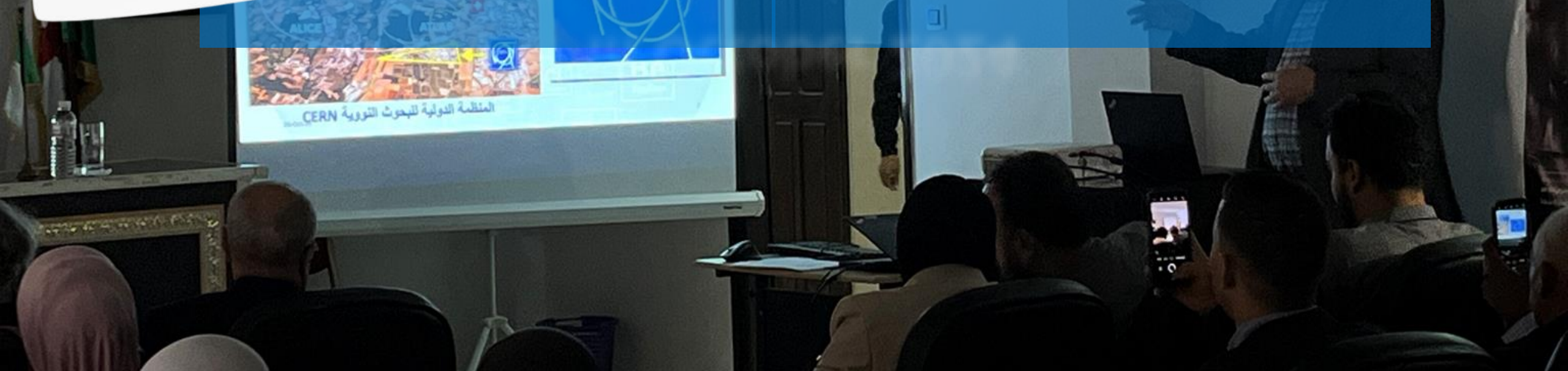
*We organized a crucial meeting between the Ministry of National Education and the Ministry of Higher Education.*



October 2024

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

# Teacher Training Workshop in October 2024





International MasterClasses  
مؤتمرات دولية للتعليم والتدريب في الفيزياء الحديثة

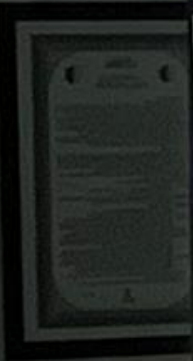
# LHC = Large Hadron Collider

27 km

CMS  
LHCb  
ALICE  
ATLAS

من ينظم الماستر كلاس الدولية؟

المنظمة الدولية للبحوث النووية CERN





وحدّة البحث في  
الوساطة العلمية  
ونشر ثقافة العلم  
مهام وخدمات وحدة البحث

القسم الأول

القسم الثاني

مهام وخدمات وحدة البحث

العظيم  
The Big Bang









# Student Testimonials Impact of Masterclasses

## Student Testimonials - Impact of Masterclasses



**Zineb Bouklelkhail**

The Masterclass experience was one of the experiences that changed my perspective on physics for the better. I joined in the particle therapy master class and it was really something I won't regret. A year ago, I didn't even know what a particle is, but now I know about the uses of photon particles, carbon ions, and protons in treating cancer. Also how doctors use the simulation in order to develop a plan to eliminate the cancerous tumor. I hope to participate this year in more master classes...

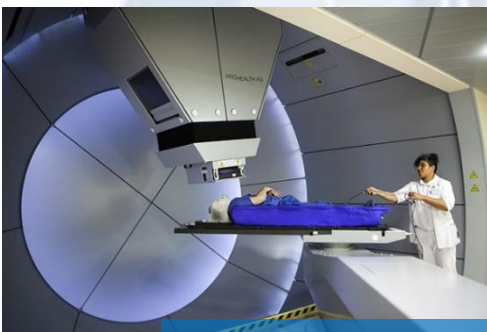


## Student Testimonials - Impact of Masterclasses



I am Benazouz Achouak, and I have always dreamed of delving into the field of physics in all its forms, and I did not find an opportunity that would allow me to do so until I participated in the Master Classes offered by CERN. It was one of the most wonderful experiences that allowed me to understand the role of physics in various areas of our lives and increased my knowledge of how the universe works.

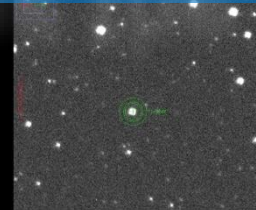
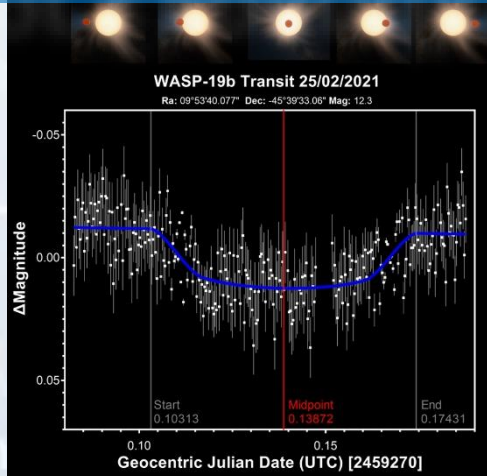
**Benazouz Achouak**



# Future Aspirations for the IMC

- ❖ Expanding to New Regions Integrating
- ❖ New Research Fields

# Future Outlook Goals for Expanding the Program





**THANK YOU**





# World Wide Data Day 2022





# World Wide Data Day 2022





# World Wide Data Day 2022







# International MasterClass

## Theoretical & Particle Physique Club



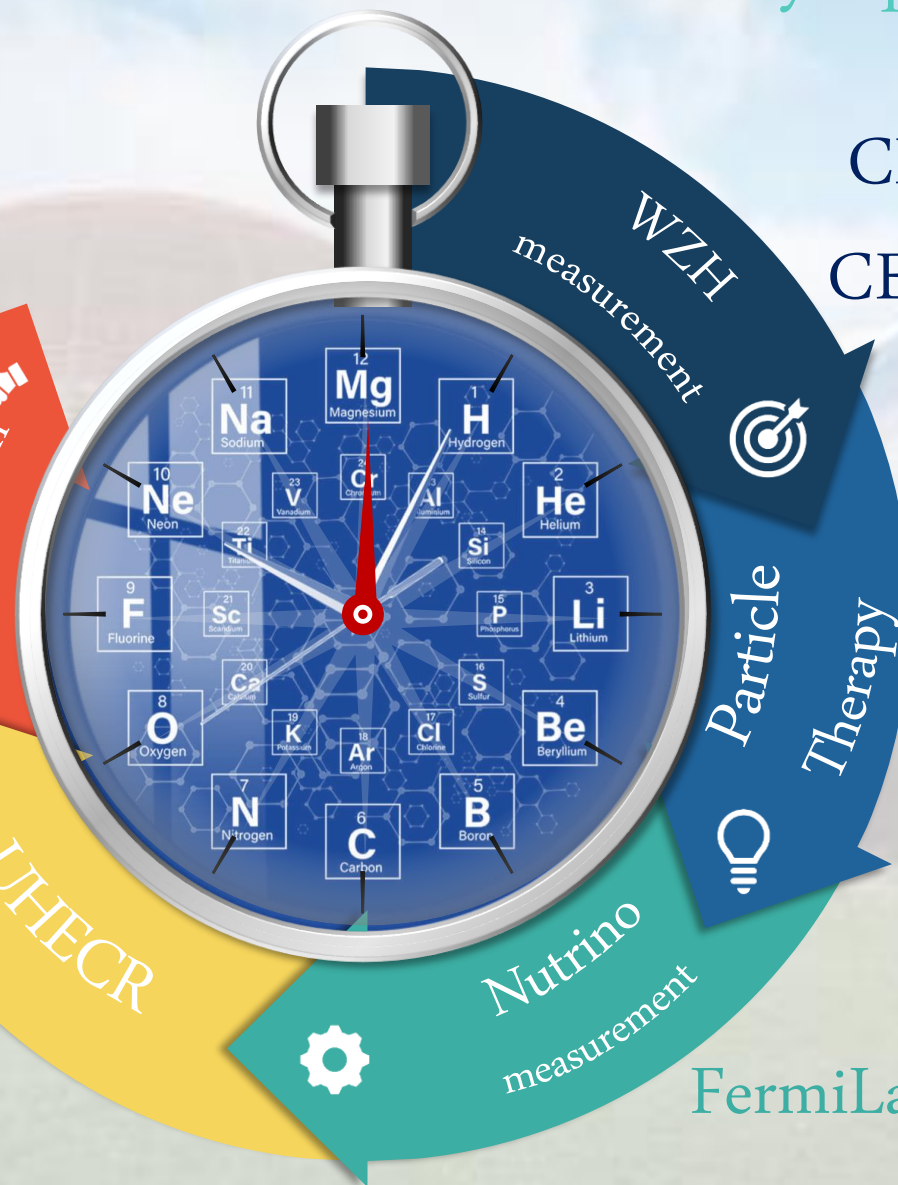
IBM  
Quantum

Quantum  
Information



Pierre Auger  
Observatory

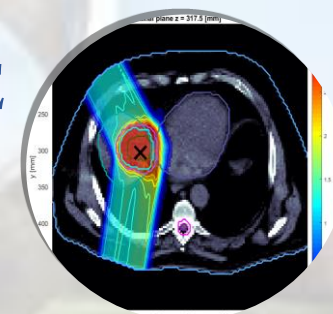
UHECR



CMS  
CERN



ALICE  
CERN



FermiLab





# International Particle Physics Outreach Group



*The International Masterclasses program allows high school students to work with real data from CERN experiments, giving them a taste of what it means to be a particle physicist*

Scroll down to discover what CERN Science Gateway has to offer !





















### Photographs – MatRad Session

Prepared 40 com with matrad soft





- Lepton pair production in  $(e^+e^-)$  collision

$$e^+(p_1, s_1) + e^-(p_2, s_2) \rightarrow \ell^+(p_1', s_1') + \ell^-(p_2', s_2')$$

where  $\ell$  is a  $\mu$  or  $\tau$

$$S_{e^+e^-}^{(\ell)} = -e^2 \int dx_1^+ dx_2^+ T \{ \mathcal{F}_1(x_1) \mathcal{F}_2(x_2) \}$$

$$= -e^2 \int dx_1^+ dx_2^+ N \{ (\bar{\psi}_1 A \psi_2)_{x_1} (\bar{\psi}_2 A \psi_1)_{x_2} \}$$

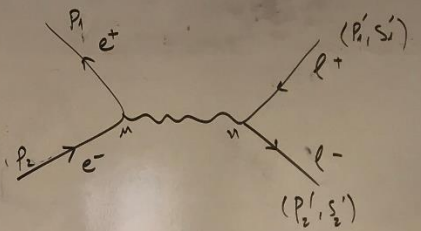
$$= -e^2 \int dx_1^+ dx_2^+ N \{ (\bar{\psi}_1 A \psi_1)_{x_1} (\bar{\psi}_2 A \psi_2)_{x_2} \}$$

$$N(p_1, s_1; p_2, s_2) = ie^2 [\bar{u}_2(p_2, s_2) \gamma_\mu u_1(p_1, s_1) \gamma_\nu \bar{u}_2(p_2', s_2') \gamma_\nu u_1(p_1', s_1')] e$$

for unpolarised cross section

$$\sigma = \frac{1}{4} \sum_{s_1} \sum_{s_2} \sum_{s_1'} \sum_{s_2'} (|M|^2)$$

$$|M|^2(p_1, s_1; p_2, s_2) = -ie^2 [\bar{u}_2(p_2, s_2) \gamma_\mu u_1(p_1, s_1) \gamma_\nu \bar{u}_2(p_2', s_2') \gamma_\nu u_1(p_1', s_1')] e$$

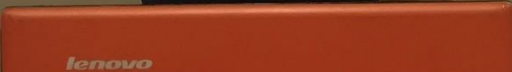


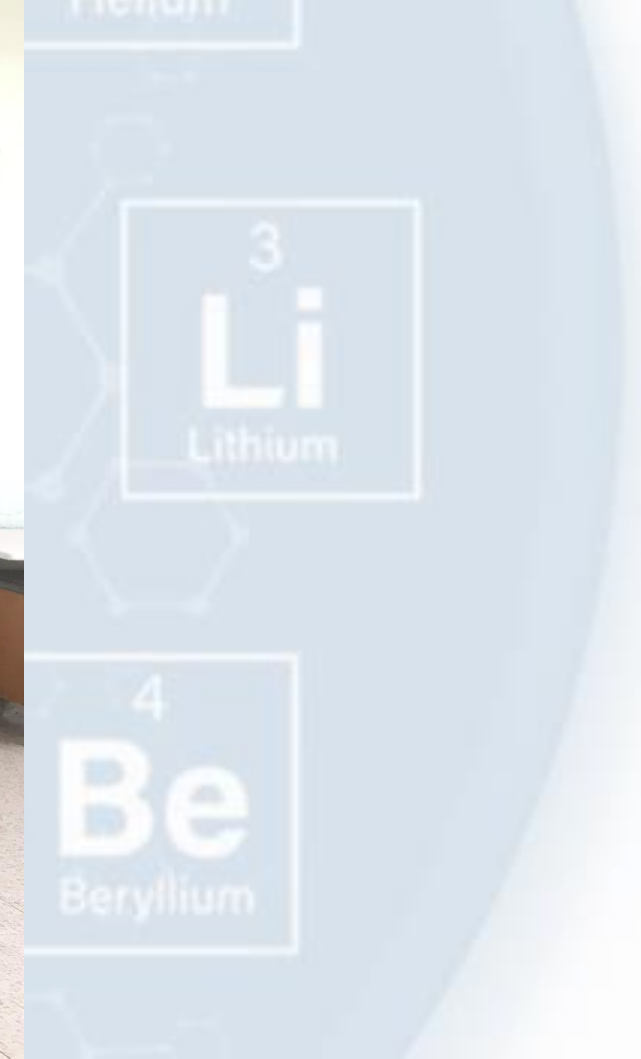
$$M(p_1, s_1; p_2, s_2) = (\bar{v}_2(p_2) \gamma_\mu u_1(p_1)) \frac{1}{(p_1 + p_2)^2} (\bar{u}_2(p_2') \gamma_\nu u_1(p_1'))$$

$$\sigma = \frac{e^4}{4(p_1 p_2)^4} \text{Tr} \left[ \frac{\not{p}_1 + m_e}{2m_e} \gamma_\mu \right] \text{Tr} \left[ \frac{\not{p}_2 - m_e}{2m_e} \gamma_\nu \frac{\not{p}_1 + m_e}{2m_e} \gamma_\nu \right]$$

$$A_{e^+e^-}^{\ell^+\ell^-} = \frac{1}{4m_e^2} \left[ \text{Tr} (\not{p}_2 \not{p}_1 \gamma_\mu \gamma_\nu) - m_e^2 (\gamma_\mu \gamma_\nu) \right]$$

$$B_{\mu\nu} = \gamma_\mu \gamma_\nu$$







# Data Analysis

