

**MASTERCLASS INTERNAȚIONAL**  
**Activitate experimentală la Observatorul Pierre Auger**

// *Originea razelor cosmice de energie-ultra-înaltă*

Ghid de Instruire      Persoană/Grup \_\_\_\_\_

**Obiective:**

- **Reconstruiți 50 de evenimente ale Observatorului Pierre Auger**
- **Selectați-le pe cele care conțin informații direcționale despre originea lor**
- **Discutați unde sunt produse în Univers razele cosmice de energie extremă**

**Înainte de a începe**

- Navigați către <https://augerclasses.lip.pt/downloads/> și găsiți “*NEXT ACTIVITIES DATA SETS*”.
- Găsiți instituția voastră și descărcați în folder-ul *Descărcări/Downloads* setul de date “AugerMasterClasse\_X.augermc”, unde X este numărul de grup indicat mai sus. Fiecare persoană/grup are de utilizat propriul set unic de date.
- În aplicația interactivă de evenimente Auger, accesați “*Read Events File*” din partea stângă de sus și selectați fișierul de date din folderul *Descărcări/Downloads* cu extensia “.augermc”
- Acum sunteți gata să începeți analiza evenimentelor. Incepeți procesul prin a selecta primul eveniment din bara laterală din stânga.

**Pasul 1: Selectarea stațiilor**

Identificați stațiile detectorilor de suprafață care fac parte din eveniment, selectând stațiile cu semnal și eliminând stațiile de fundal.

- Dați clic pe “*Start Reconstruction*” și clic pe stația evenimentului care are semnalul cel mai mare. Mărimea și culoarea stației reprezintă semnalul său; valoarea exactă poate fi găsită în bara laterală din dreapta. Apoi dați clic pe “*Next Step*”.
- Selectați stațiile corespunzătoare evenimentului în acord cu următoarele criterii:
  - **distanța către stația cu semnalul cel mai mare:** mișcând bara de distanță vă permite să selectați stațiile aflate mai aproape sau mai departe față de stația cu semnalul cel mai mare;
  - **timpul de sosire al particulelor jerbei:** mișcând bara de timp vă permite să selectați stațiile unde semnalul este înregistrat cu o diferență de timp crescută față de stația cu semnalul cel mai mare;
  - de asemenea este posibil să adăugați sau să eliminați din selecție stații individuale dând clic pe coloana stației “*Sel*” pe bara laterală din dreapta”.
- După ce ați eliminat stațiile îndepărtate de eveniment, precum și stațiile care înregistrează un timp de sosire al particulelor incompatibil cu jerba, completați selecția dând clic pe “*Next Step*”.

## **Pasul 2: Reconstruirea direcției de sosire**

**Reconstruiți direcția de sosire a razei cosmice, determinând unghiul azimut “Phi” dintre direcția razei cosmice proiectată la suprafață și axa Est-Vest, și unghiul zenit “Theta” dintre direcția razei cosmice și axa verticală.**

- Reconstruiți unghiul azimut în acord cu următoarele criterii:
  - **particulele jerbei sosesc mai întâi la stațiile de pe partea de sosire a razei cosmice:** orientați săgeata la suprafață în acord cu variația timpului de sosire al particulelor jerbei la stații, care este indicat prin culoare (verde este mai devreme, roșu/portocaliu este mai târziu); apoi dați clic pe “*Next Step*”.
- Reconstruiți unghiul zenit în acord cu următoarele criterii:
  - **particulele jerbei se deplasează (aproximativ) cu viteza luminii:** selectați două stații aliniate pe direcția azimut și distanțate cât se poate de mult;
  - direcția razei cosmice este calculată automat de program în baza timpilor stațiilor selectate. Valoarea respectivă, precum și direcția de sosire reprezentată pe harta cerească, apare în partea laterală din dreapta după ce dați clic pe “*Next Step*”

## **Pasul 3: Reconstruirea energiei**

**Reconstruiți energia prin determinarea profilului (forma distribuției laterale) și mărimea jerbei de la suprafață.**

- Graficul prezentat ilustrează distribuția laterală a particulelor jerbei, unde punctele reprezintă cantitatea de semnal de la stațiile selectate în funcție de distanța de la stații la direcția razei cosmice care a fost reconstruită. **Semnalul la 1000 de metri distanță este proporțional (după corecții) cu energia razei cosmice.**
- Determinați funcția care fitează cel mai bine distribuția laterală a jerbei:
  - Ajustați parametrii “S1000” și “Beta” dând clic pe butoanele “+” sau “-” de la capetele barelor pentru a obține cel mai bun fit al funcției la punctele experimentale.
  - Calitatea fitului depinde de distanța dintre funcție și puncte, și este **quantificată de “Chi2/NDF”**.
  - După ce ați obținut cel mai bun fit, dați clic pe “*End*”.
- Reconstrucția evenimentului este finalizată! Proprietățile care au fost reconstruite sunt indicate în bara laterală din partea dreaptă. O animație arată direcția de sosire a razei cosmice la observator în baza acestor proprietăți. **Pasul următor descrie criteriul care determină dacă acest eveniment este selectat sau nu.**

## **Pasul 4: Criteriul de Selecție**

**Selectați numai evenimentele care conțin informație direcțională despre originia razelor cosmice de energie extremă**

- Verificați dacă evenimentul întrunește simultan următoarele criterii:
  1. Energia reconstruită este **mai mare decât sau egală cu 8 EeV**;
  2. Numarul de stații care au semnal, și care aparțin hexagonului imediat în jurul stației cu semnalul cel mai mare, este **mai mare sau egal cu 5**;
  3. Calitatea fitului la distribuția laterală a particulelor este bună, indicând o valoare a “Chi2/NDF” **mai mica decât sau egală cu 2**.

- Dacă criteriile sunt îndeplinite, acceptați evenimentul dând clic pe “*Add Event to Analysis*”, și direcția de sosire a evenimentului este adăugată la harta cerească în bara laterală din partea stângă. Dacă nu, nu acceptați evenimentul dând clic pe “*Uninteresting*”.
- Incepeți analiza următorului eveniment prin selectarea acestuia din bara laterală din stânga.

### **După analiza evenimentelor:**

- În partea stângă de jos apare o hartă cerească cu direcțiile de sosire ale evenimentelor selectate. Este posibil să trageți concluzii?
- Exportați rezultatele dând clic la “*Export File*” în partea dreaptă de jos a ecranului și salvați fișierul cu extensia “.augermcexport”.
- Accesați linkul: <https://augermasterclasses.lip.pt/activities> și încărcați fișierul salvat în pasul anterior dând clic pe “*Upload File*”.