

Astroparticules

J. Bolmont
pour les groupes HESS/CTA & Auger



Anniversaire - 06/05/11 - LPNHE - Paris

2 expériences

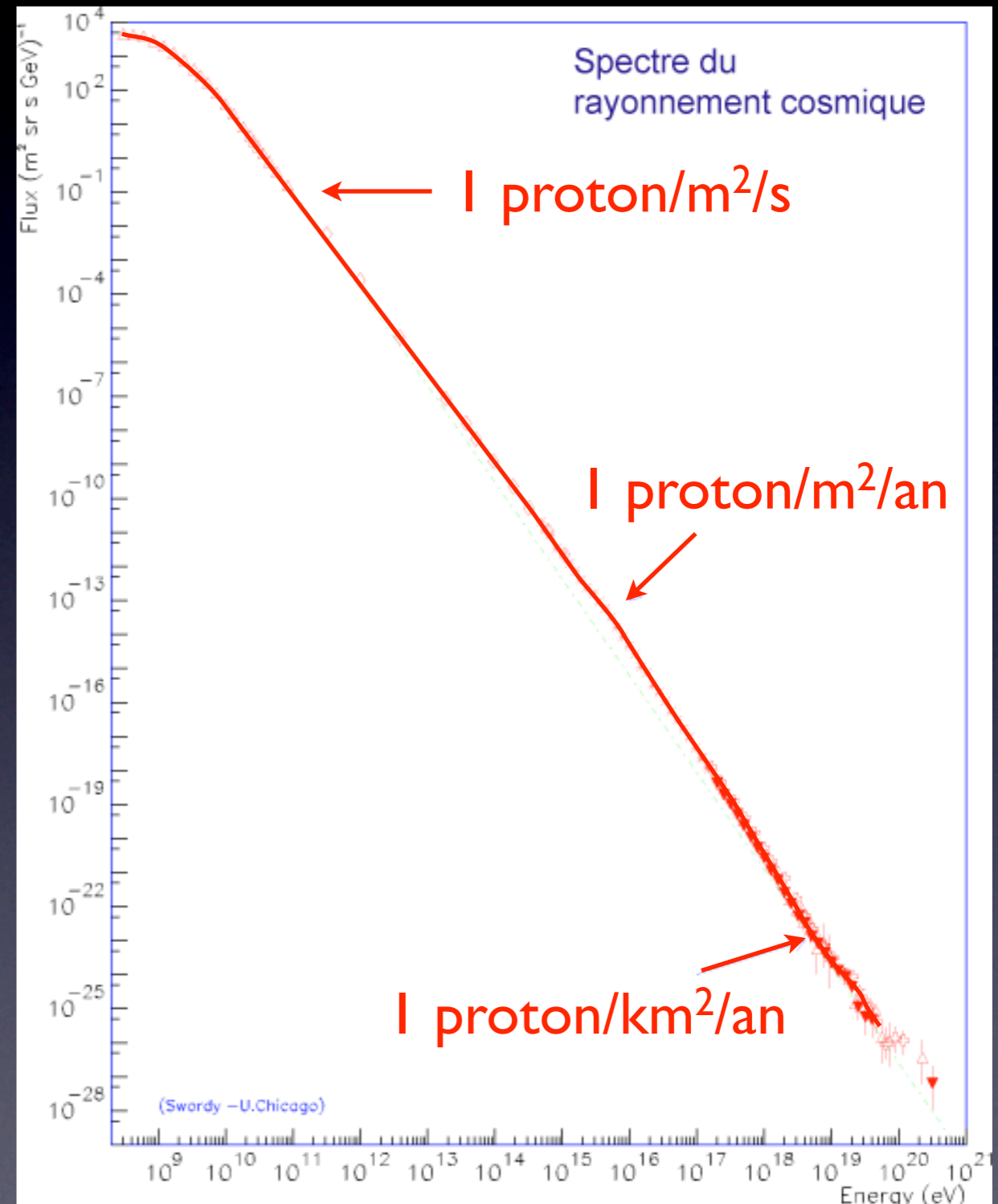


l objet d'étude

Le rayonnement cosmique

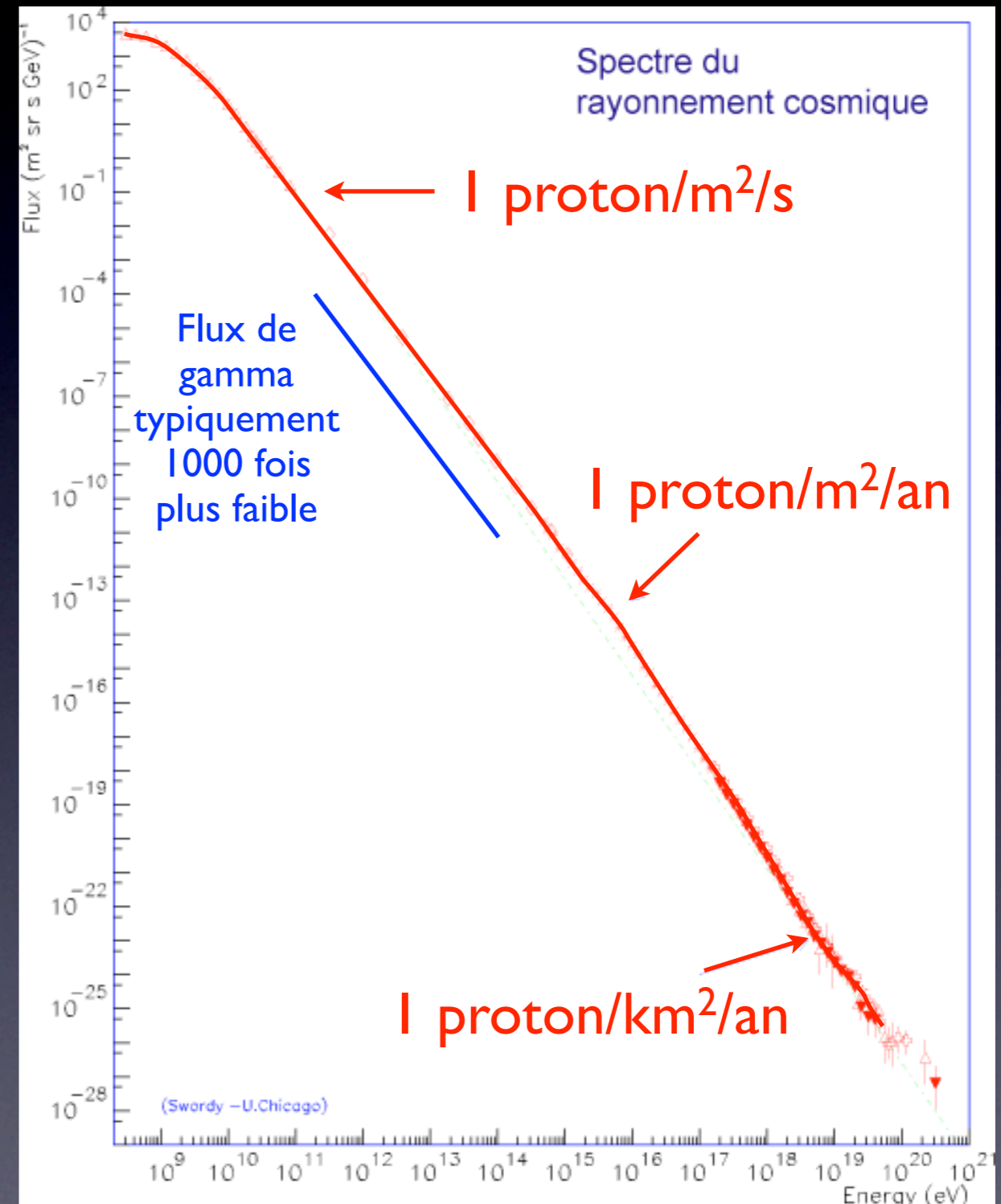
Le rayonnement cosmique

- 90% de protons
- Spectre en loi de puissance
 - Flux important à basse énergie
 - Flux faible à haute énergie
- ➔ Grande surface de collection
30 fois la taille de Paris pour Auger
- Flux de gamma ~ 1000 fois plus faible que le flux de protons
- Auger observe les rayons cosmiques chargés au dessus de 10^{17} eV
- HESS observe le rayonnement gamma entre 100 GeV et ~ 10 TeV



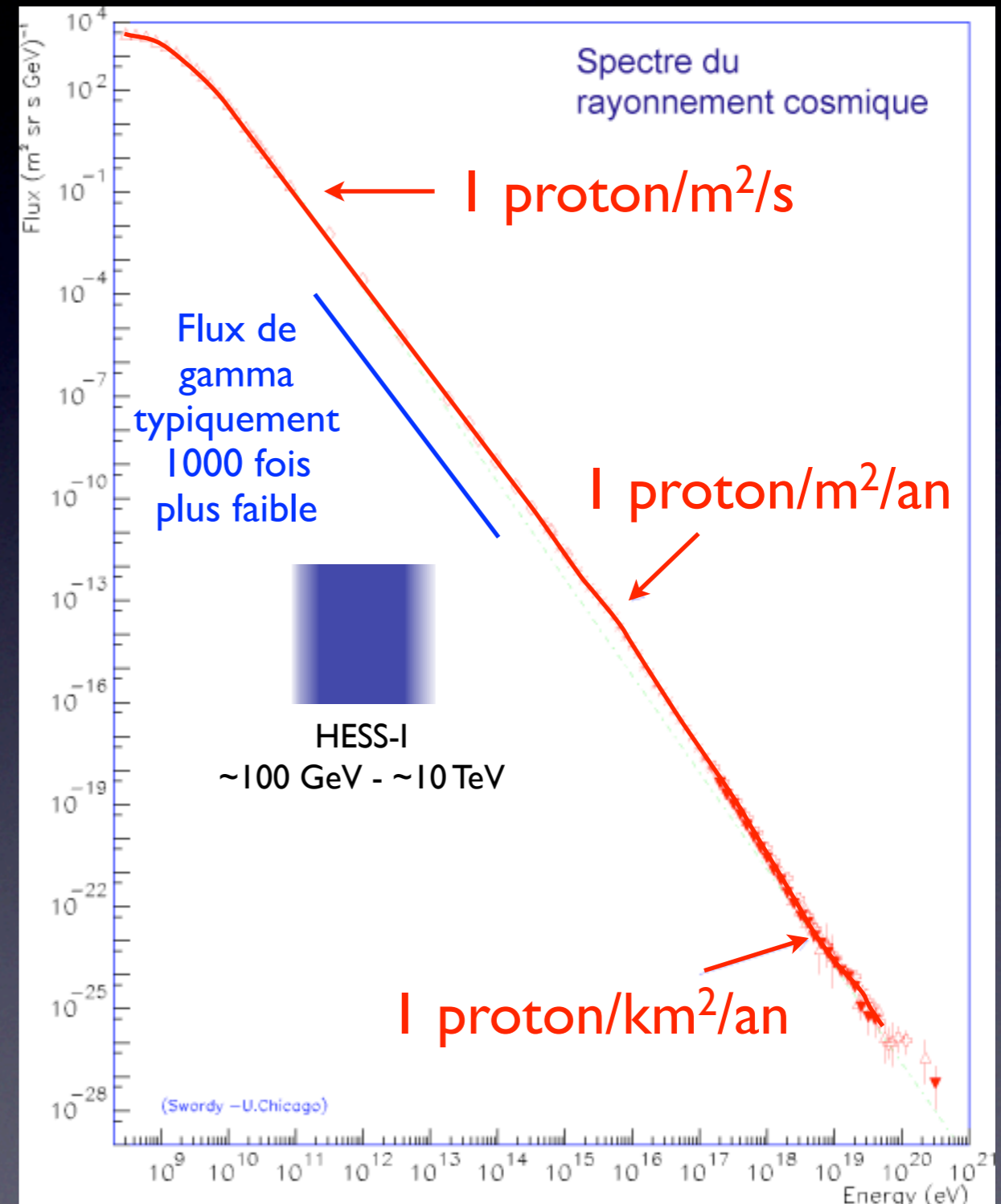
Le rayonnement cosmique

- 90% de protons
- Spectre en loi de puissance
 - Flux important à basse énergie
 - Flux faible à haute énergie
- ➔ Grande surface de collection
30 fois la taille de Paris pour Auger
- Flux de gamma ~ 1000 fois plus faible que le flux de protons
- Auger observe les rayons cosmiques chargés au dessus de 10^{17} eV
- HESS observe le rayonnement gamma entre 100 GeV et ~ 10 TeV



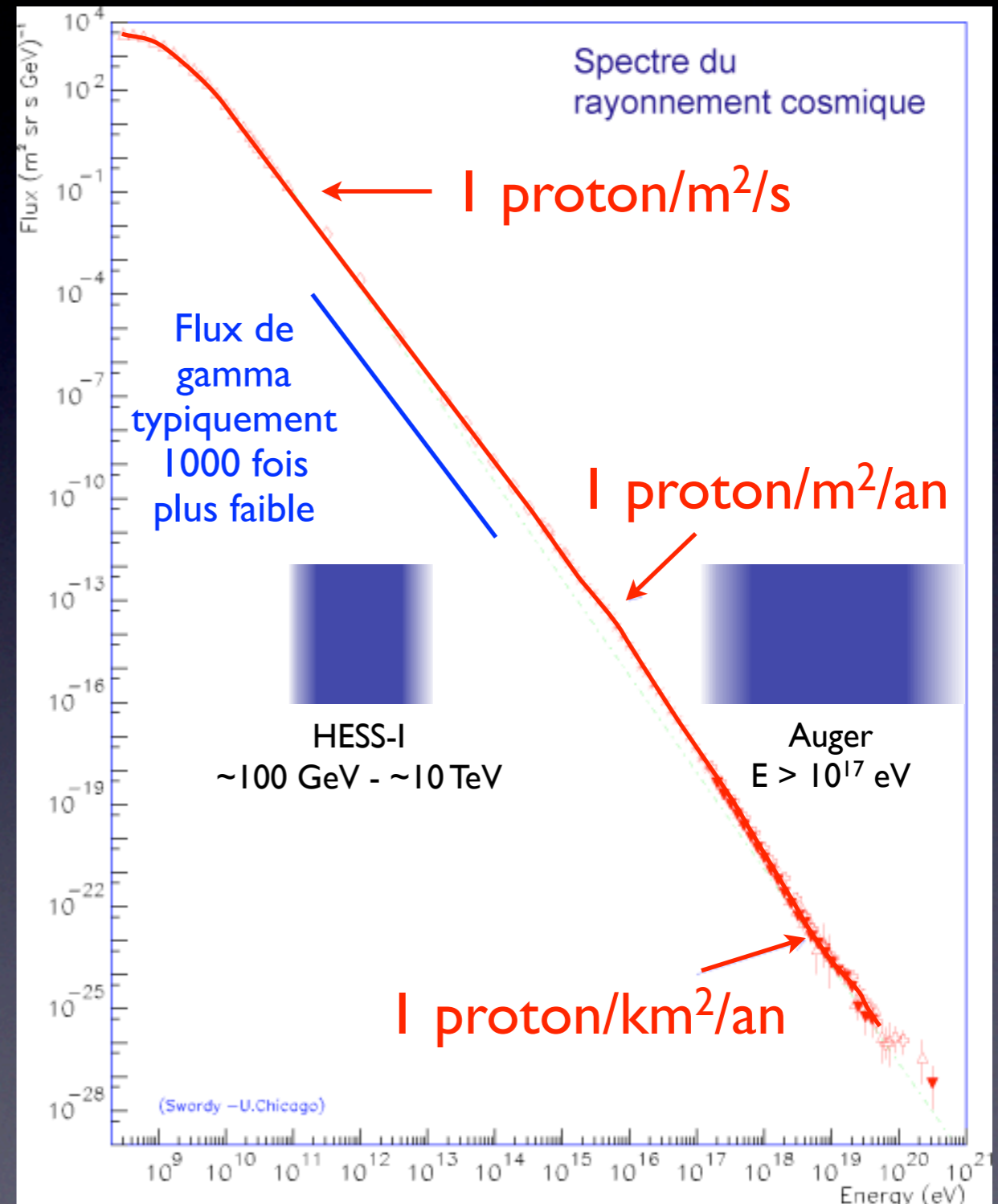
Le rayonnement cosmique

- 90% de protons
- Spectre en loi de puissance
 - Flux important à basse énergie
 - Flux faible à haute énergie
- ➔ Grande surface de collection
30 fois la taille de Paris pour Auger
- Flux de gamma ~ 1000 fois plus faible que le flux de protons
- Auger observe les rayons cosmiques chargés au dessus de 10^{17} eV
- HESS observe le rayonnement gamma entre 100 GeV et ~ 10 TeV



Le rayonnement cosmique

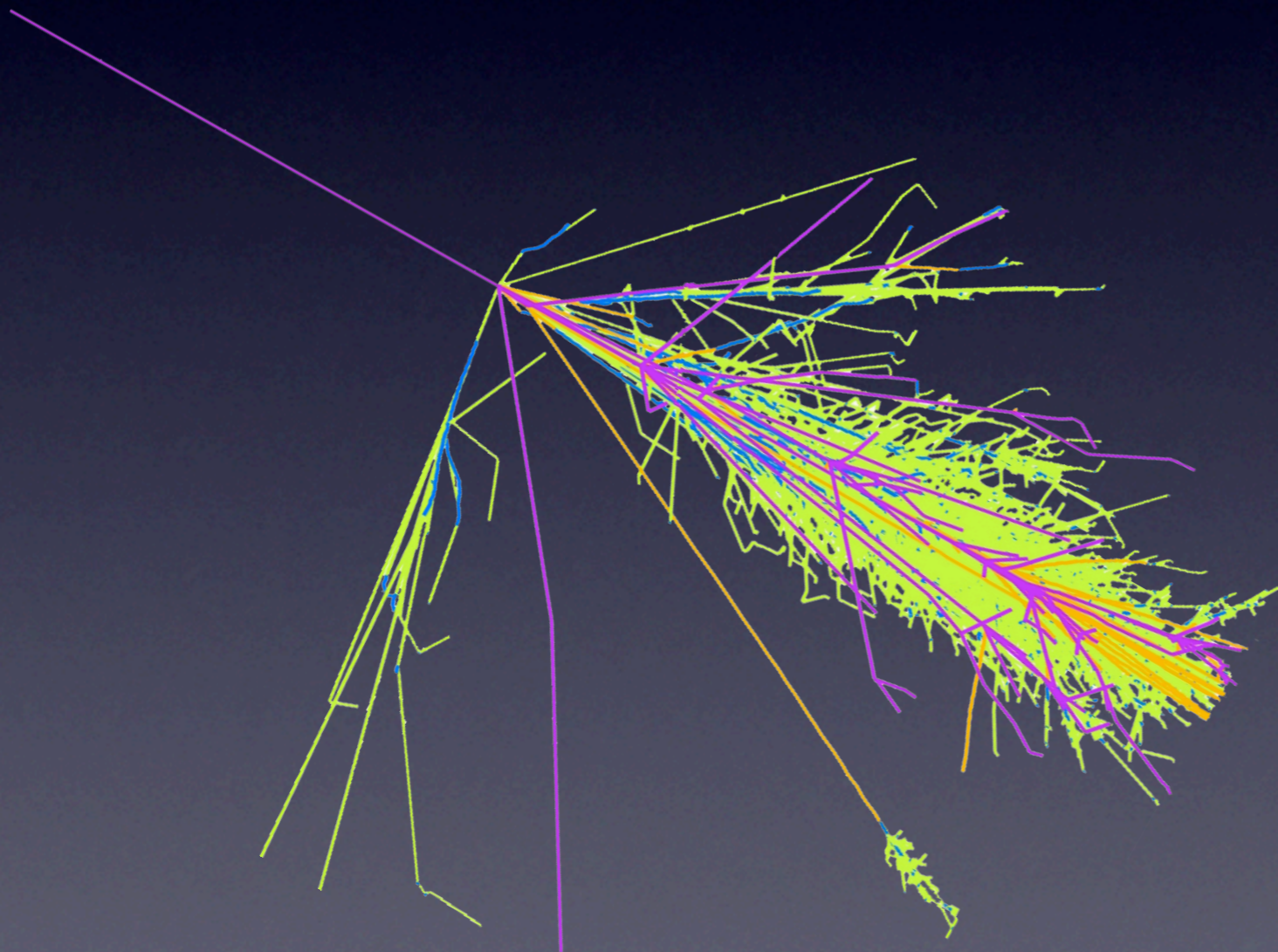
- 90% de protons
- Spectre en loi de puissance
 - Flux important à basse énergie
 - Flux faible à haute énergie
- ➔ Grande surface de collection
30 fois la taille de Paris pour Auger
- Flux de gamma ~ 1000 fois plus faible que le flux de protons
- Auger observe les rayons cosmiques chargés au dessus de 10^{17} eV
- HESS observe le rayonnement gamma entre 100 GeV et ~ 10 TeV



Chronologie Auger

Observatoire Pierre Auger

Projet P5000

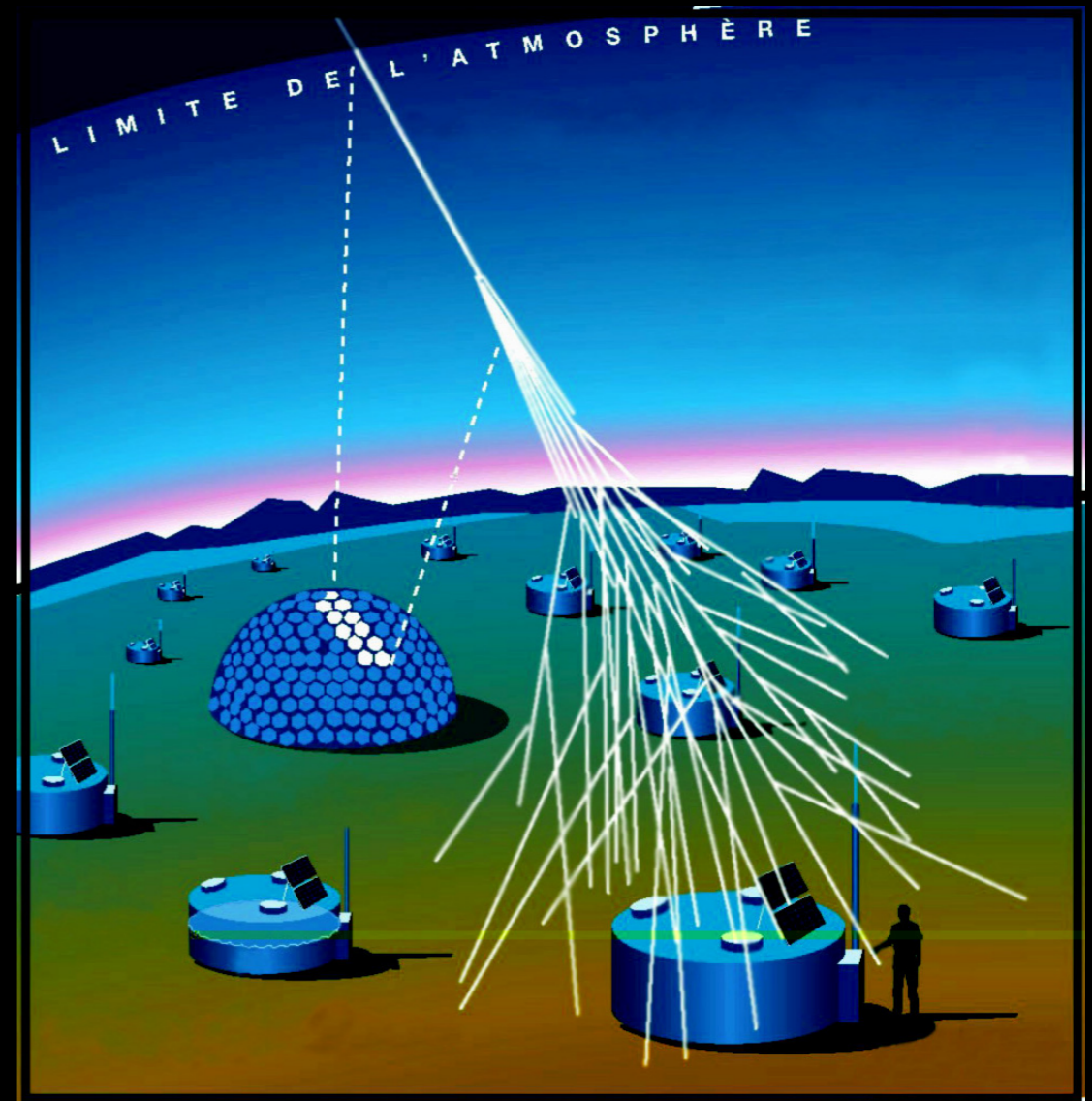
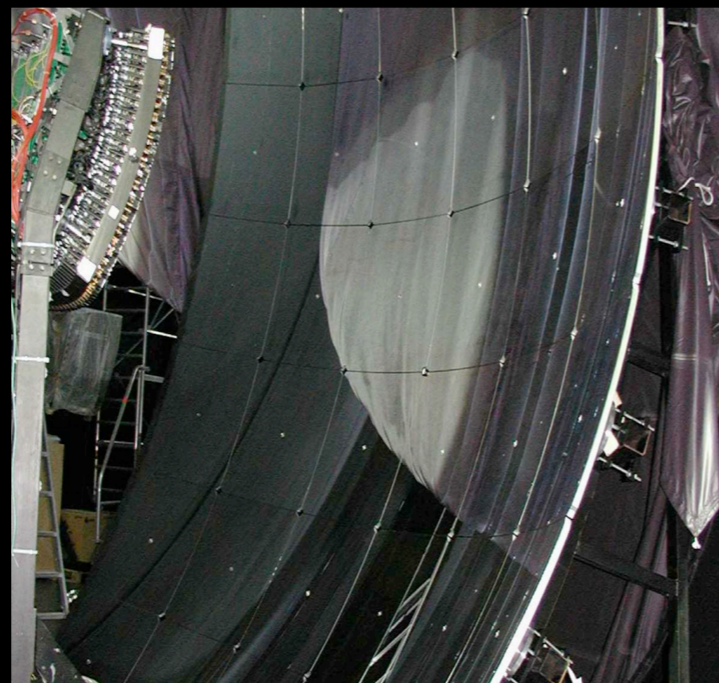


...complété par EASIER

Principes de détection

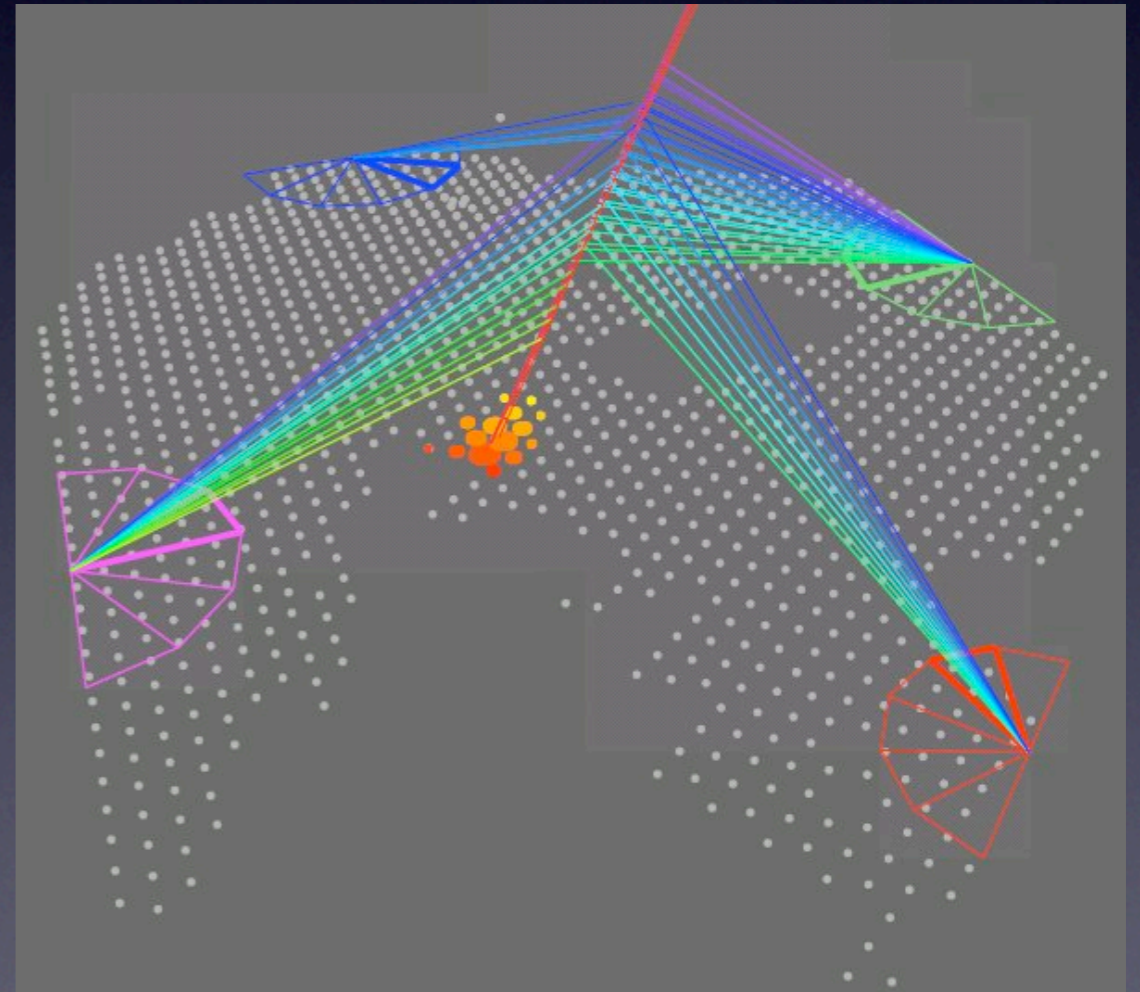
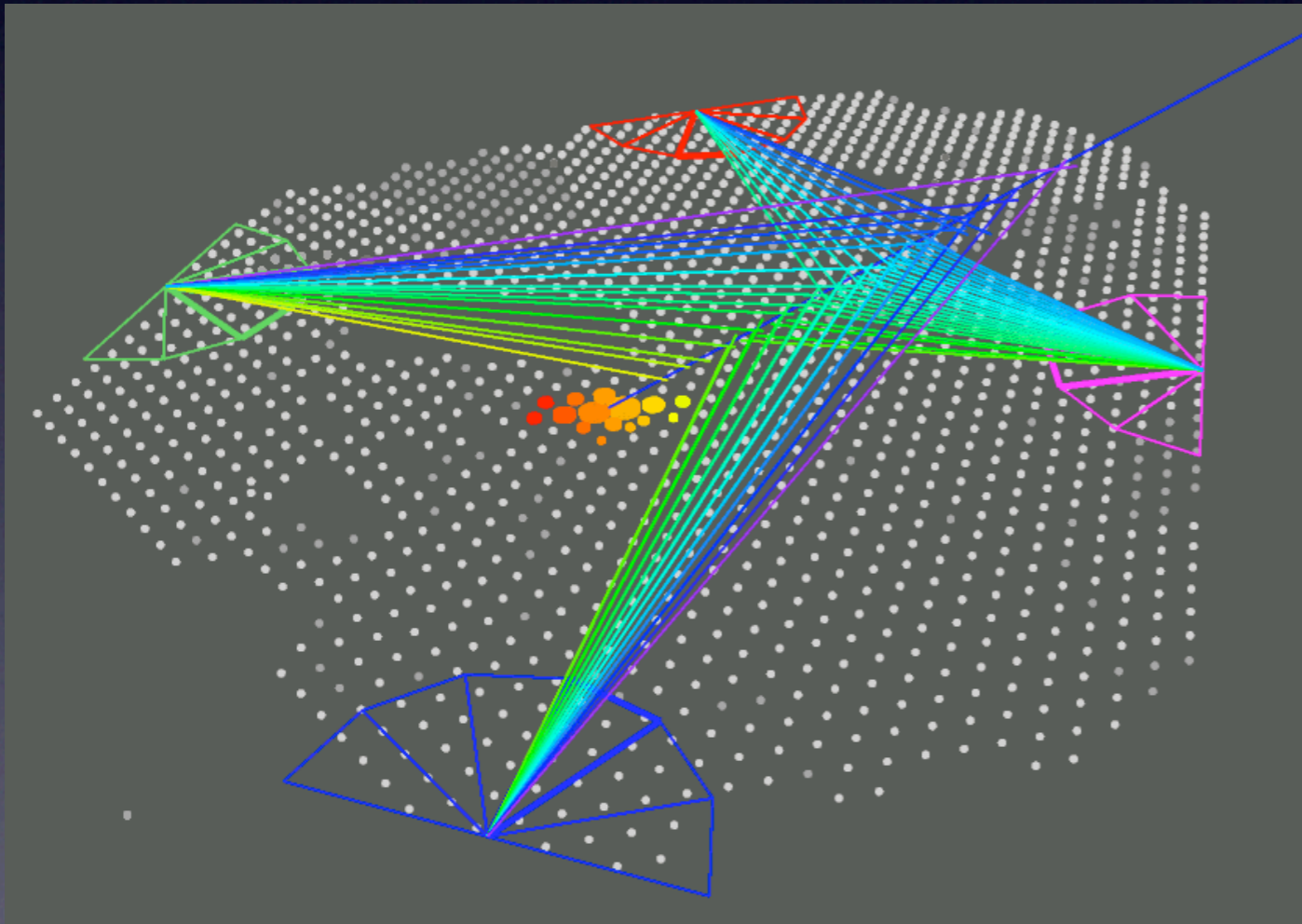
Auger

- Les particules de la gerbe arrivent au sol
- Utilisation de deux types de détecteurs
 - Cuves
 - Production de lumière Cherenkov dans une cuve d'eau
 - Détection de la lumière par des photomultiplicateurs
 - Détecteurs de fluorescence (UV)



Auger

- 1660 réservoirs de 12000 litres
- 26 télescopes à fluorescence sur 4 sites
- Energies au delà de 10^{17} eV
- Activités LPNHE: acquisition centrale, analyse, nouvelles méthodes d'identification, R&D détecteurs





Auger - Loma Amarilla Fluorescence Telescope

Auger - Colihueco Fluorescence Telescope

Auger - Central Laser Facility 2

Auger - Central Laser Facility

Auger - Los Morados Fluorescence Telescope

Pierre Auger Observatory - Malargue Campus

Auger - Los Leones Fluorescence Telescope

Image © 2006 TerraMetrics

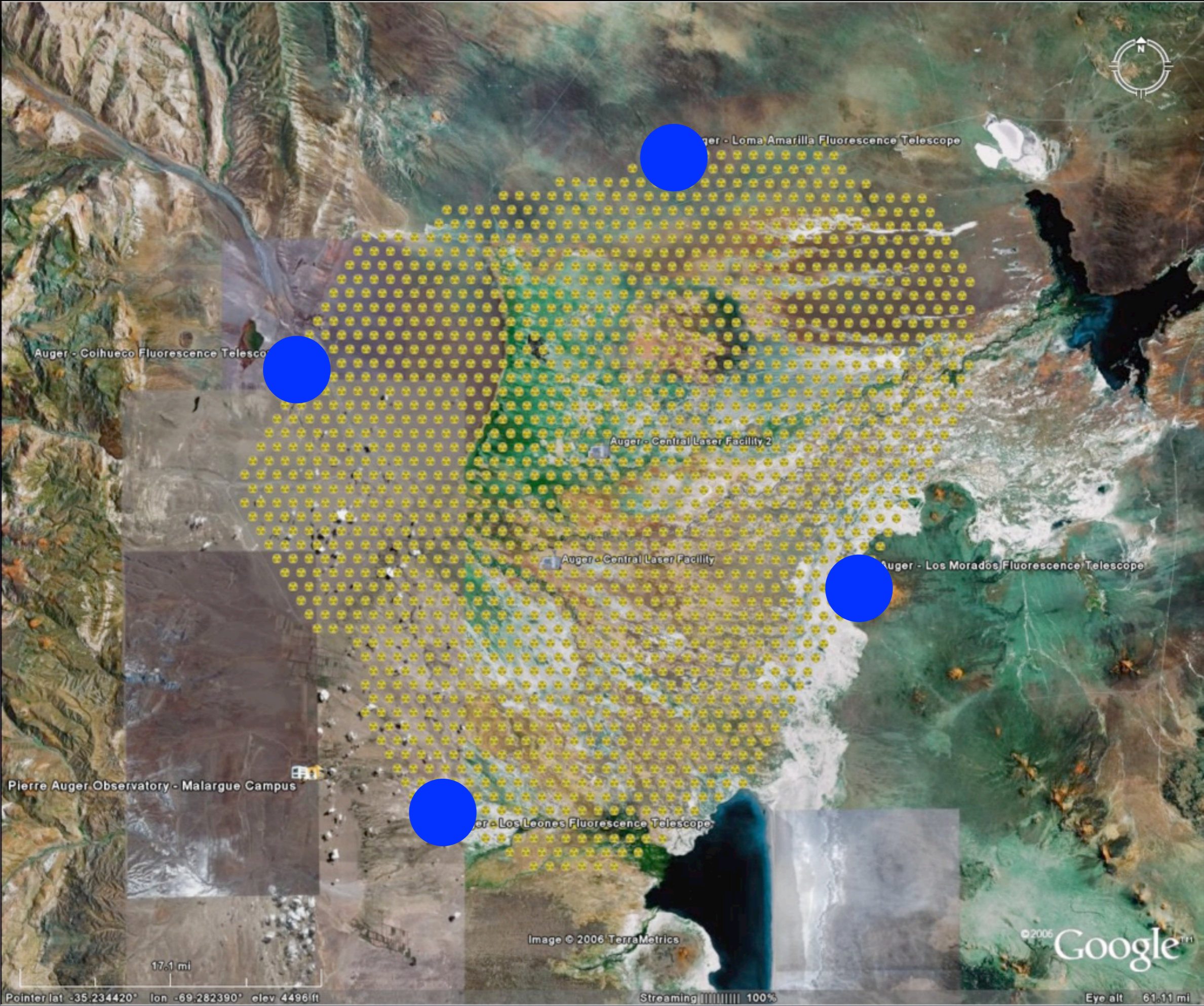
©2006 Google™

17.1 mi

Pointer lat -35.234420° lon -69.282390° elev 4496ft

Streaming 100%

Eye alt 61.11 mi

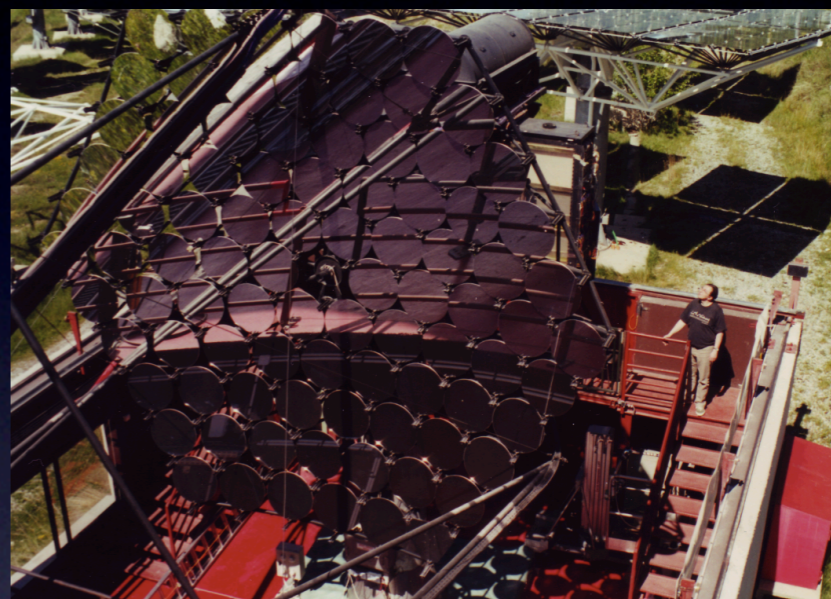


Chronologie HESS

THEMISTOCLE



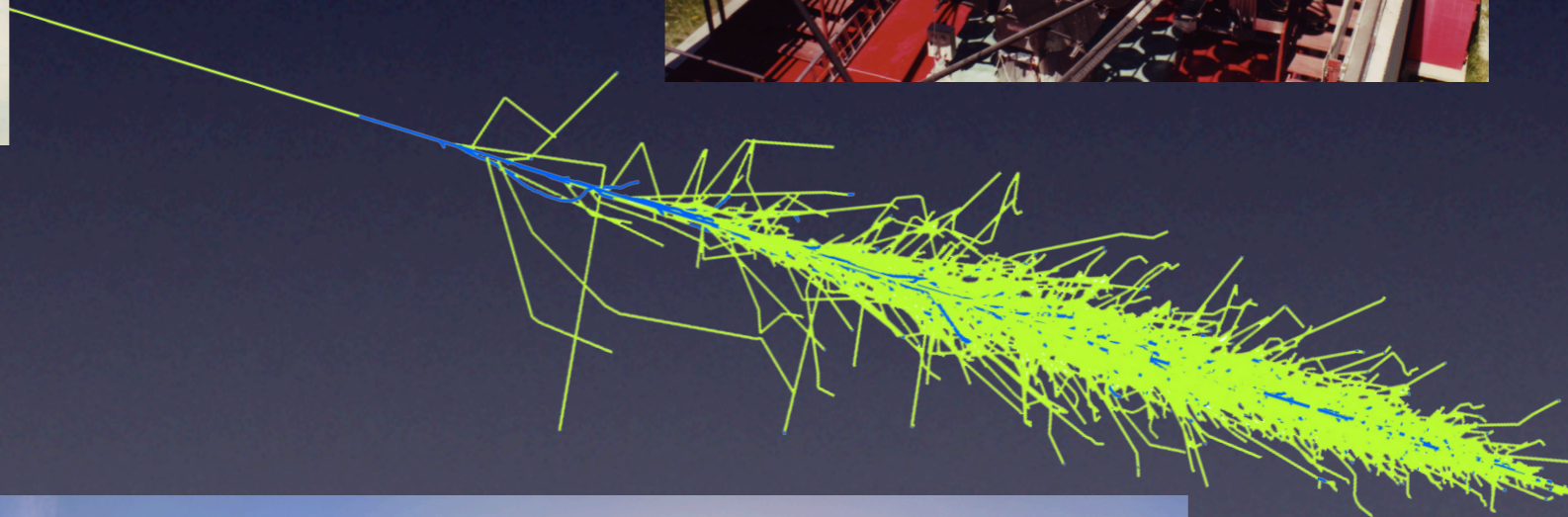
CAT



HESS...



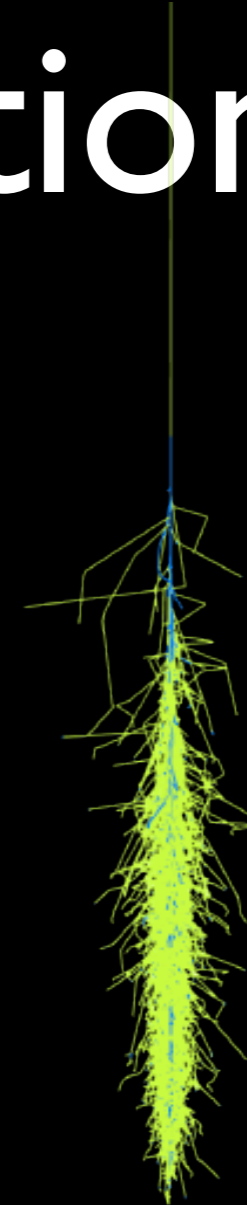
... et CTA



Principes de détection

HESS

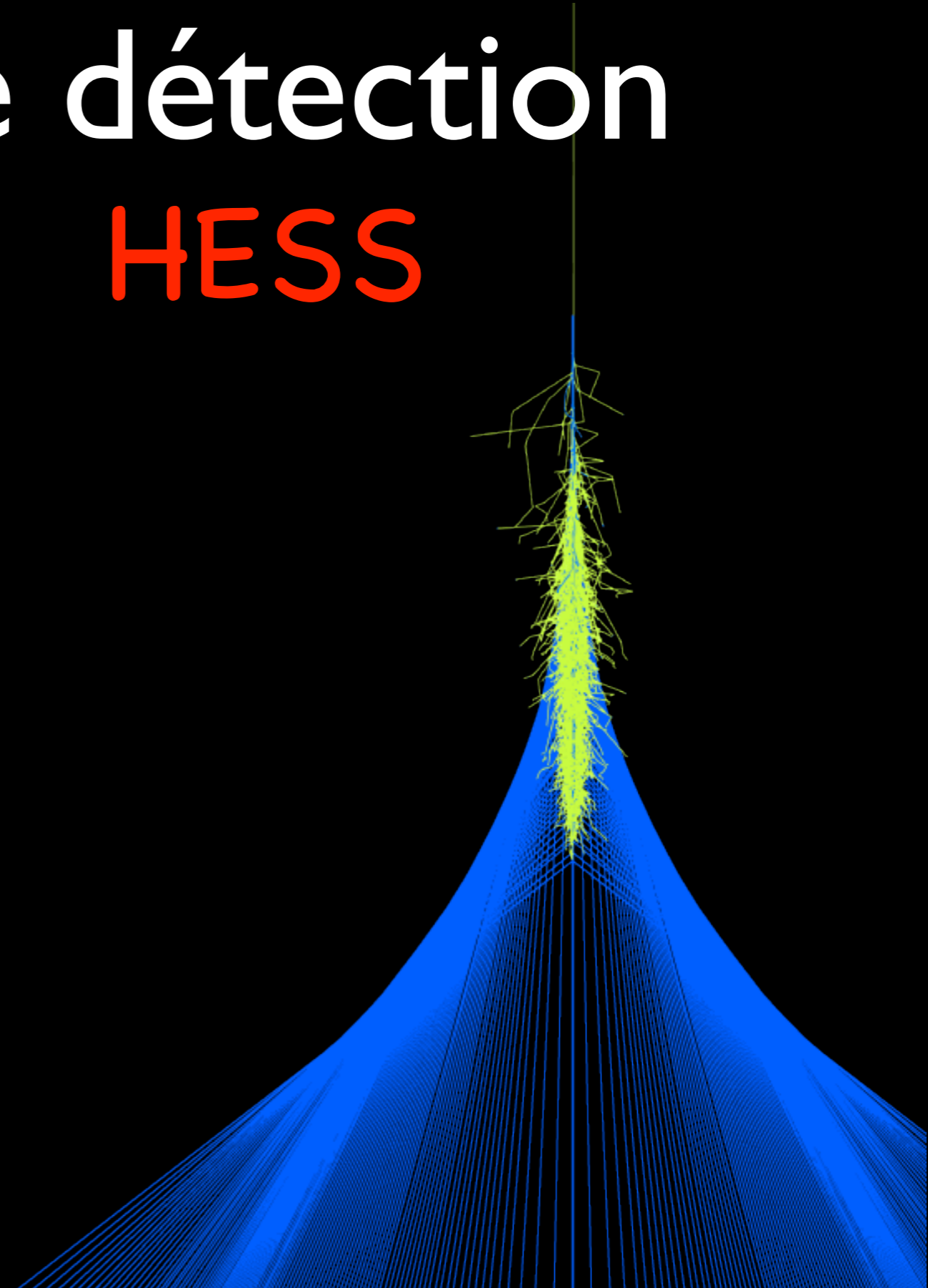
- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction
- Stéréoscopie → plus de précision



Principes de détection

HESS

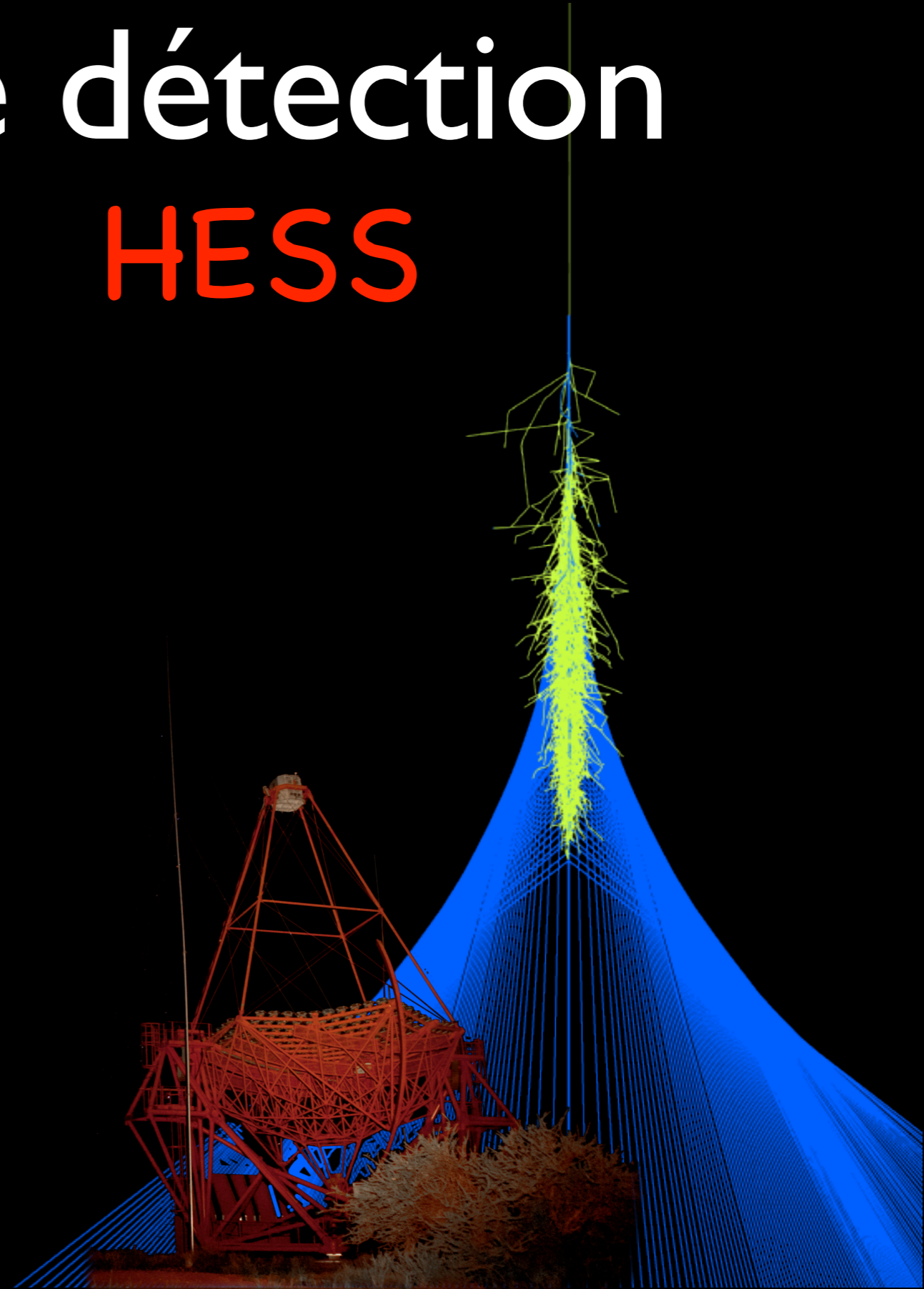
- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction
- Stéréoscopie → plus de précision



Principes de détection

HESS

- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction
- Stéréoscopie → plus de précision

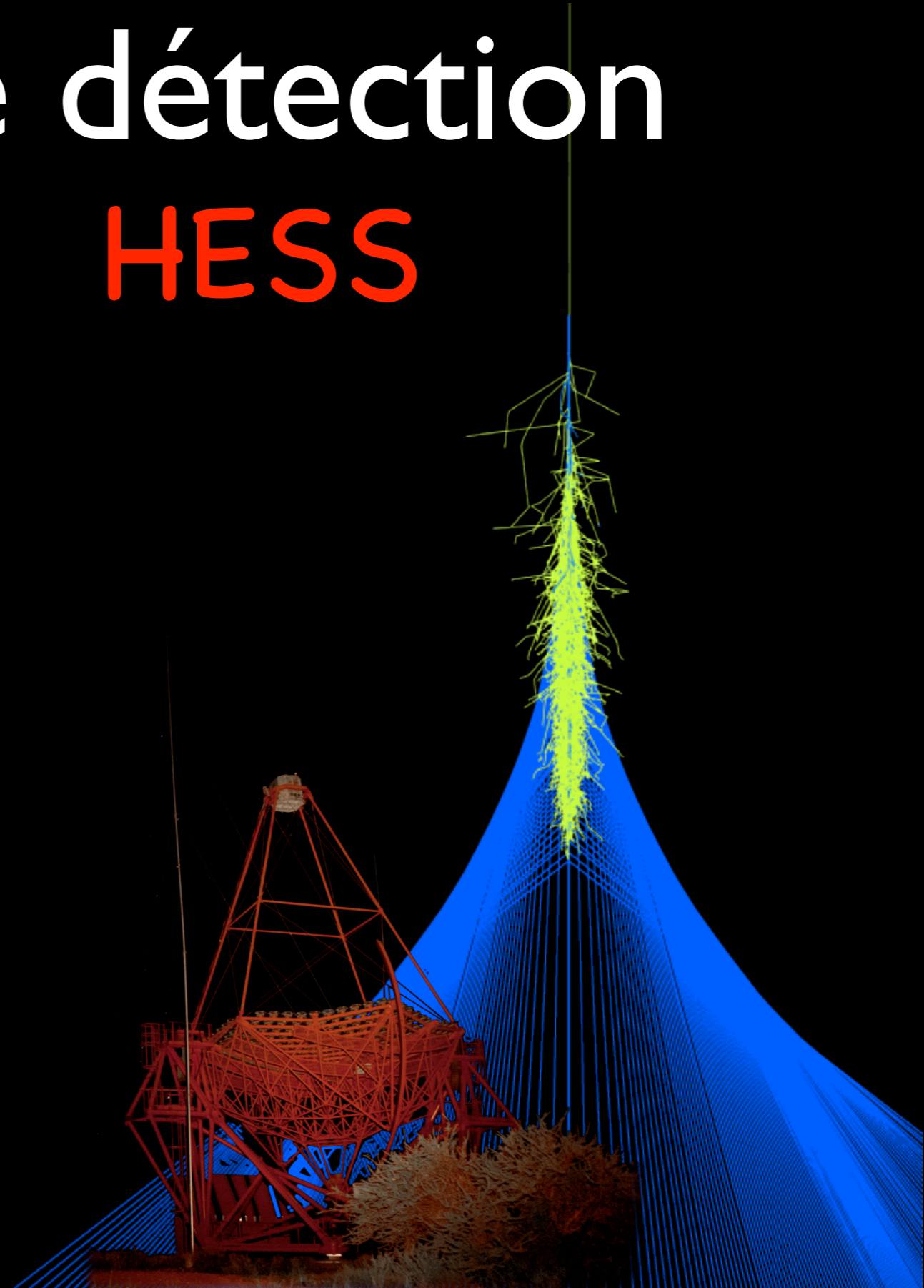
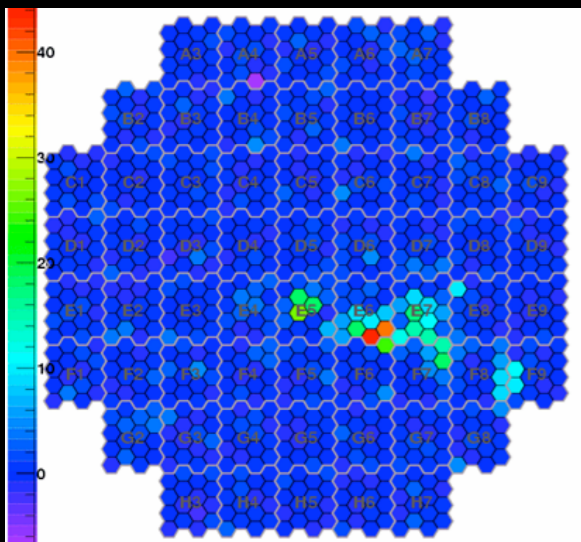


Principes de détection

HESS

- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme \rightarrow Type de particule
 - Intensité \rightarrow Energie
 - Orientation \rightarrow Direction

Hadron

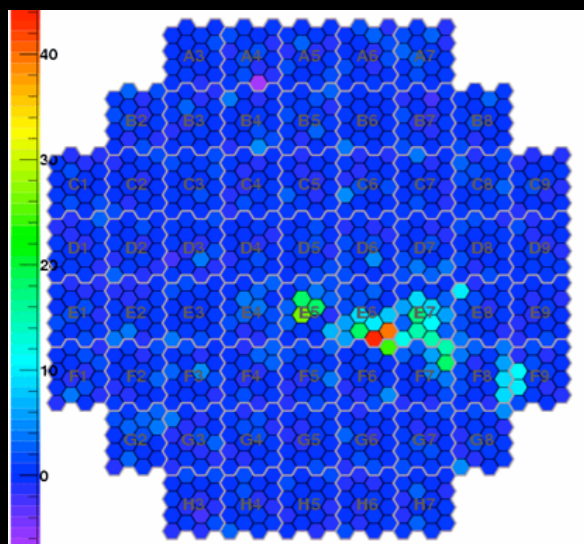


Principes de détection

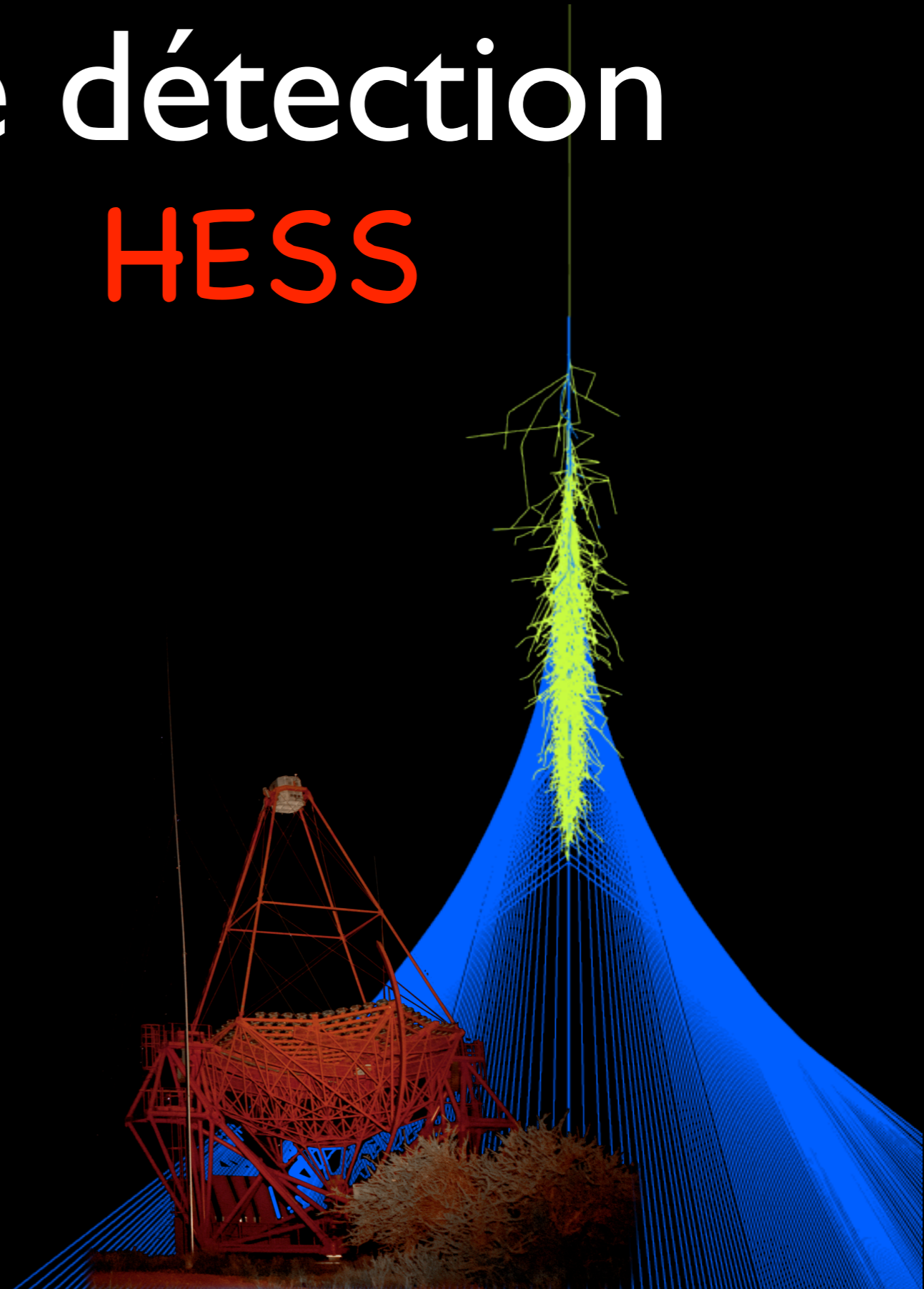
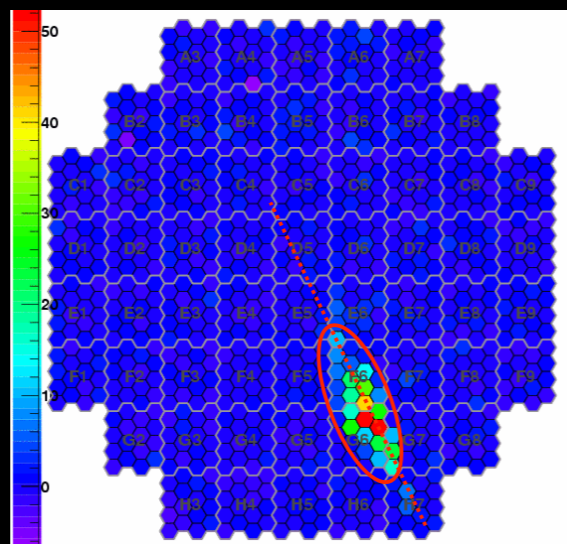
HESS

- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction

Hadron



Gamma

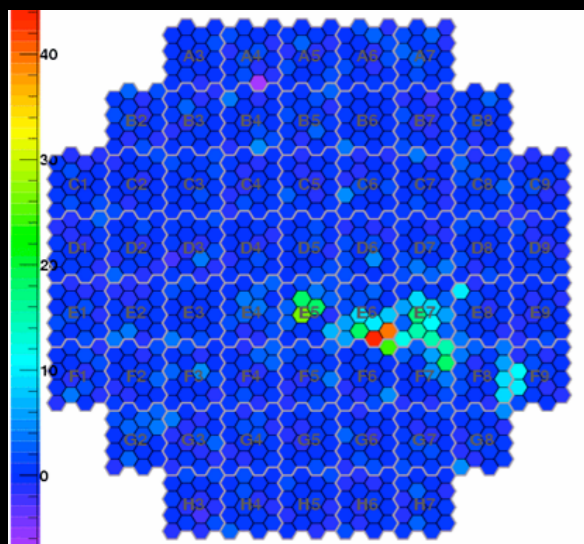


Principes de détection

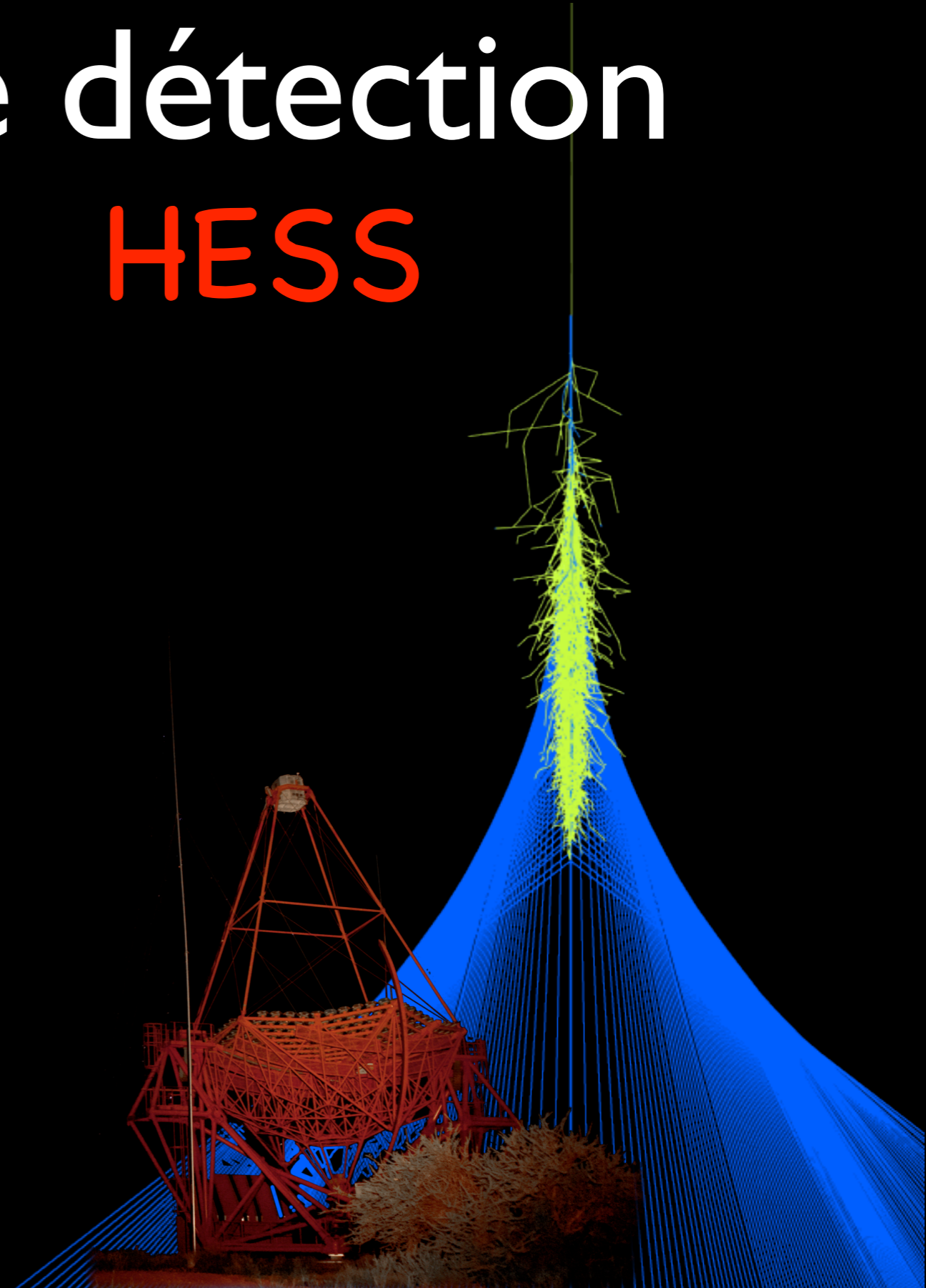
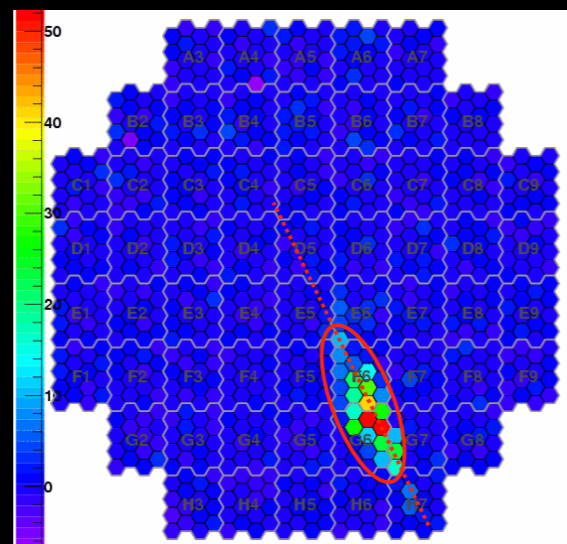
HESS

- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction
- Stéréoscopie → plus de précision

Hadron



Gamma

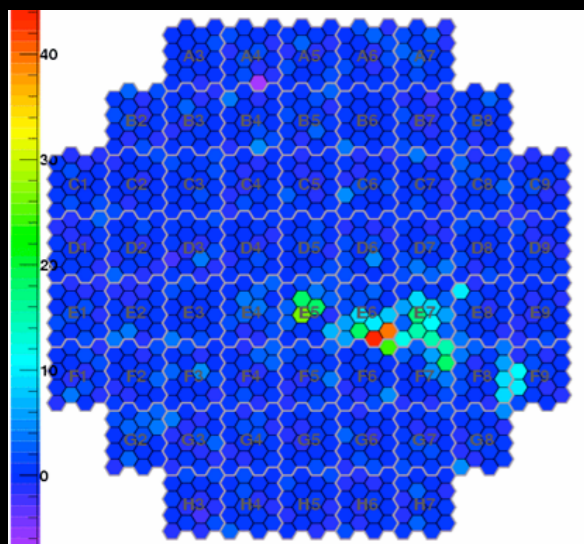


Principes de détection

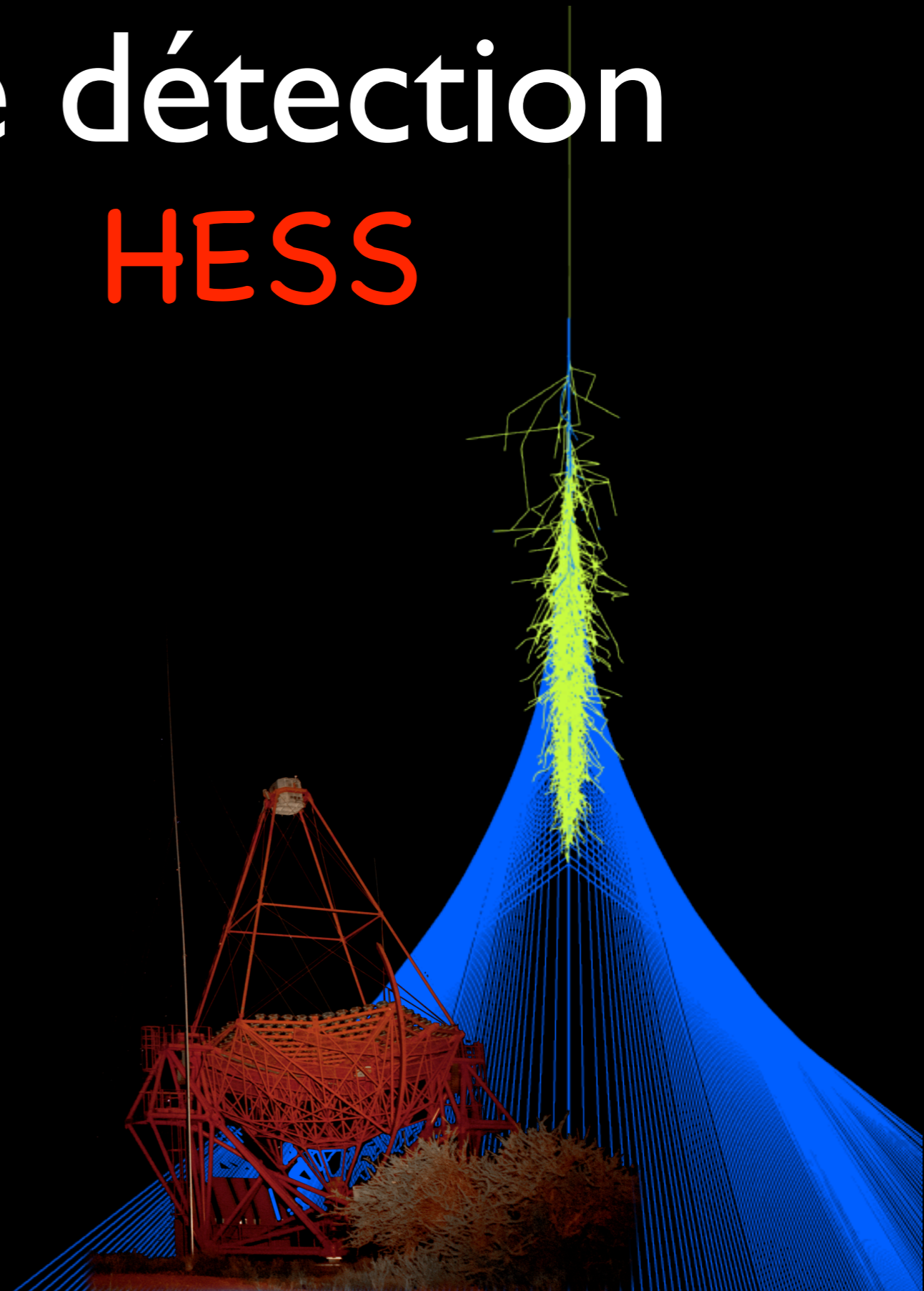
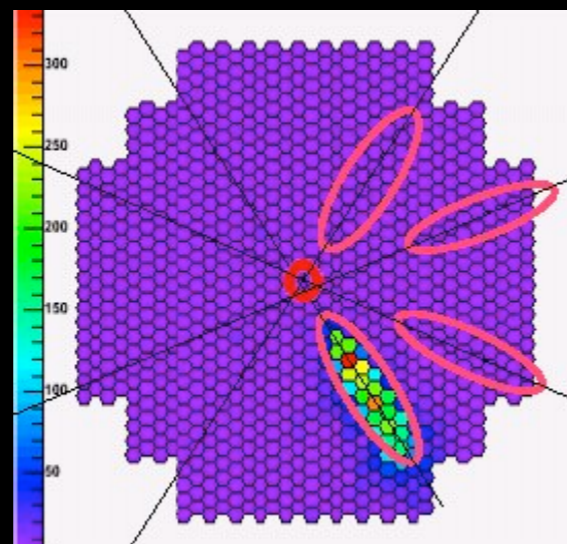
HESS

- Flash de lumière Cherenkov
- Image de la gerbe sur une caméra rapide dans le plan focal
- Analyse de l'image:
 - Forme → Type de particule
 - Intensité → Energie
 - Orientation → Direction
- Stéréoscopie → plus de précision

Hadron



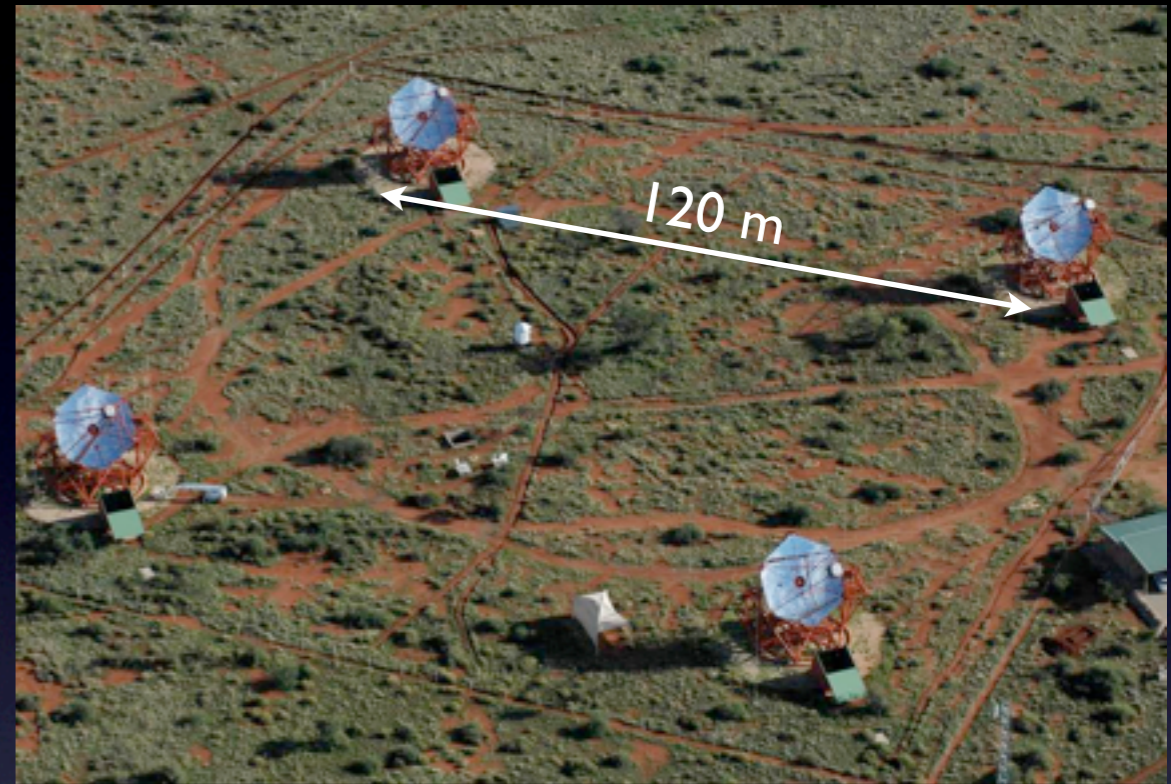
Gamma



H.E.S.S.

- 4 télescopes situés en Namibie, à ~ 1800 m d'altitude
- Installation en 2002-2003
- 12 m de diamètre, 15 m de focale
- Gamme en énergie ~ 100 GeV à ~ 100 TeV
- Presque 100 sources découvertes

- Activités LPNHE: construction, installation et maintenance des caméras, analyse, calibrage



2 expériences



2 résultats

(parmi beaucoup d'autres)

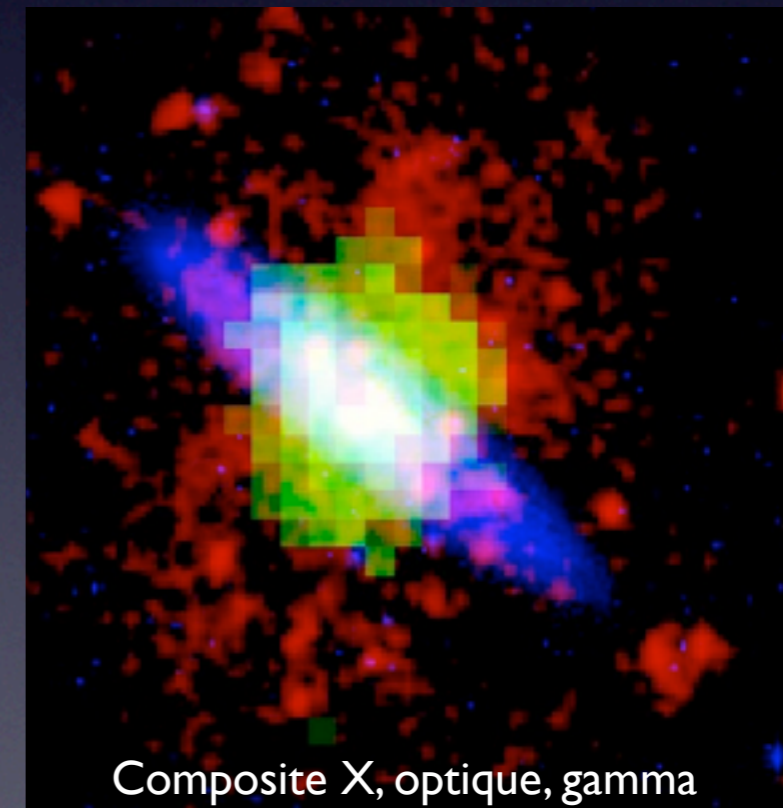
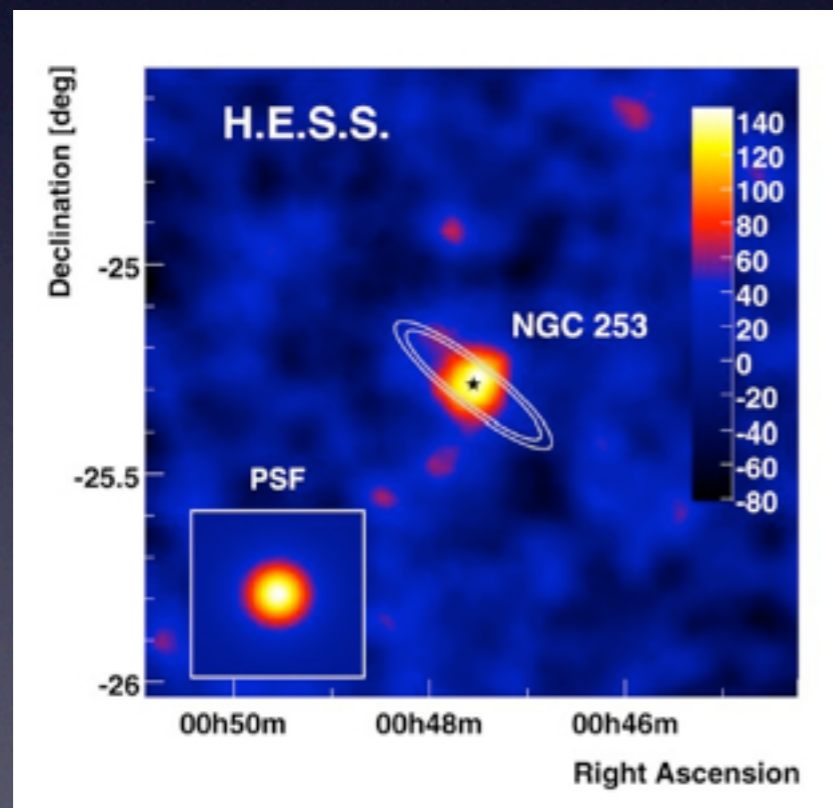
HESS - NGC 253

- NGC 253
- Distance ~ 3 Mpc
- Galaxie à flambée d'étoiles
 - Taux de formation d'étoiles massives important
 - Taux de SN important (~ 0.1 SN/an)
- Forte densité de gaz + vents des SN \rightarrow émission γ



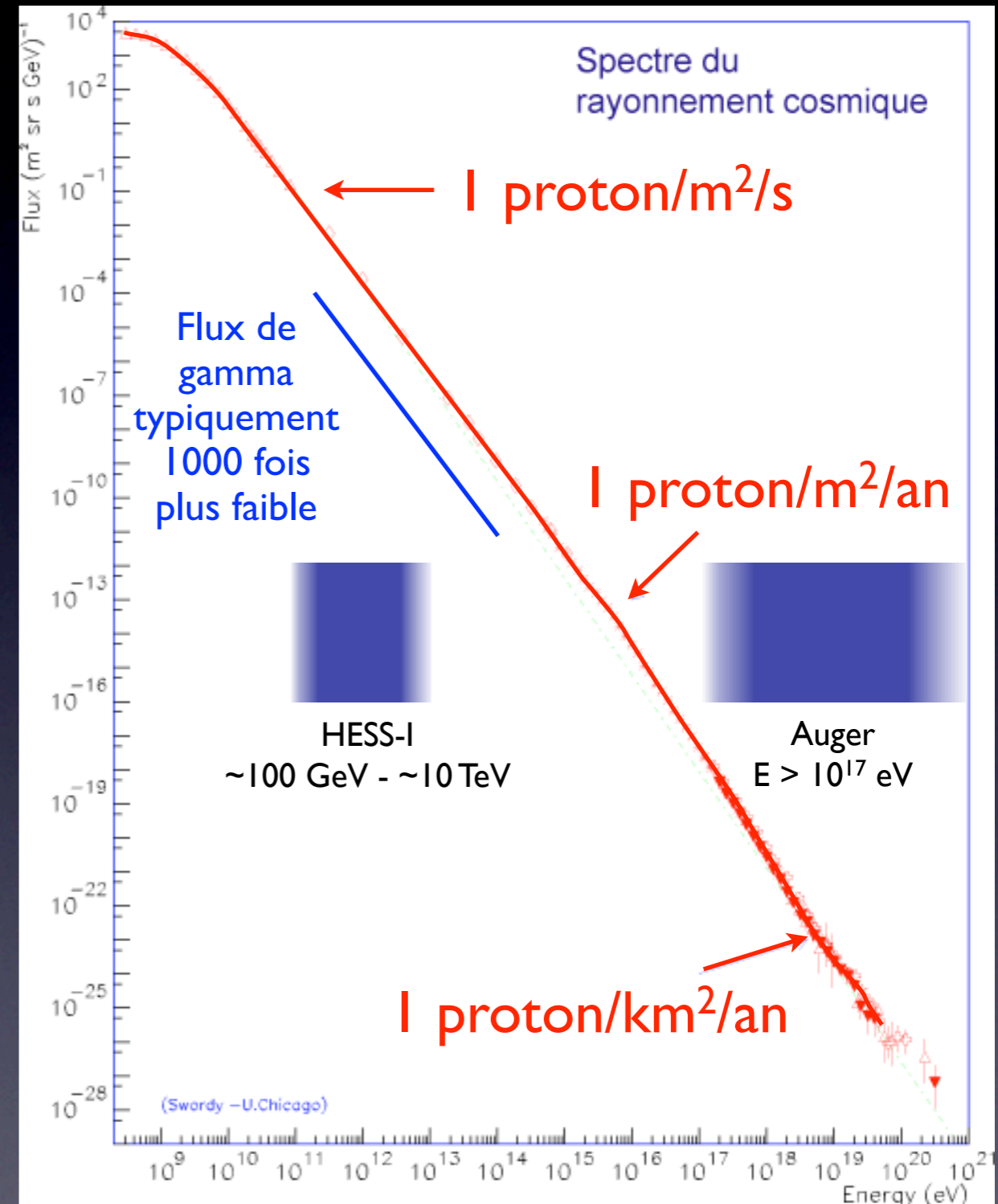
HESS - NGC 253

- Le premier objet extra-galactique détecté en gamma HE qui ne soit pas un AGN !
- 119 h de données cumulées par HESS
- Détection à 5.2σ , 247 γ au dessus de 220 GeV
- Flux intégré compatible avec les prédictions



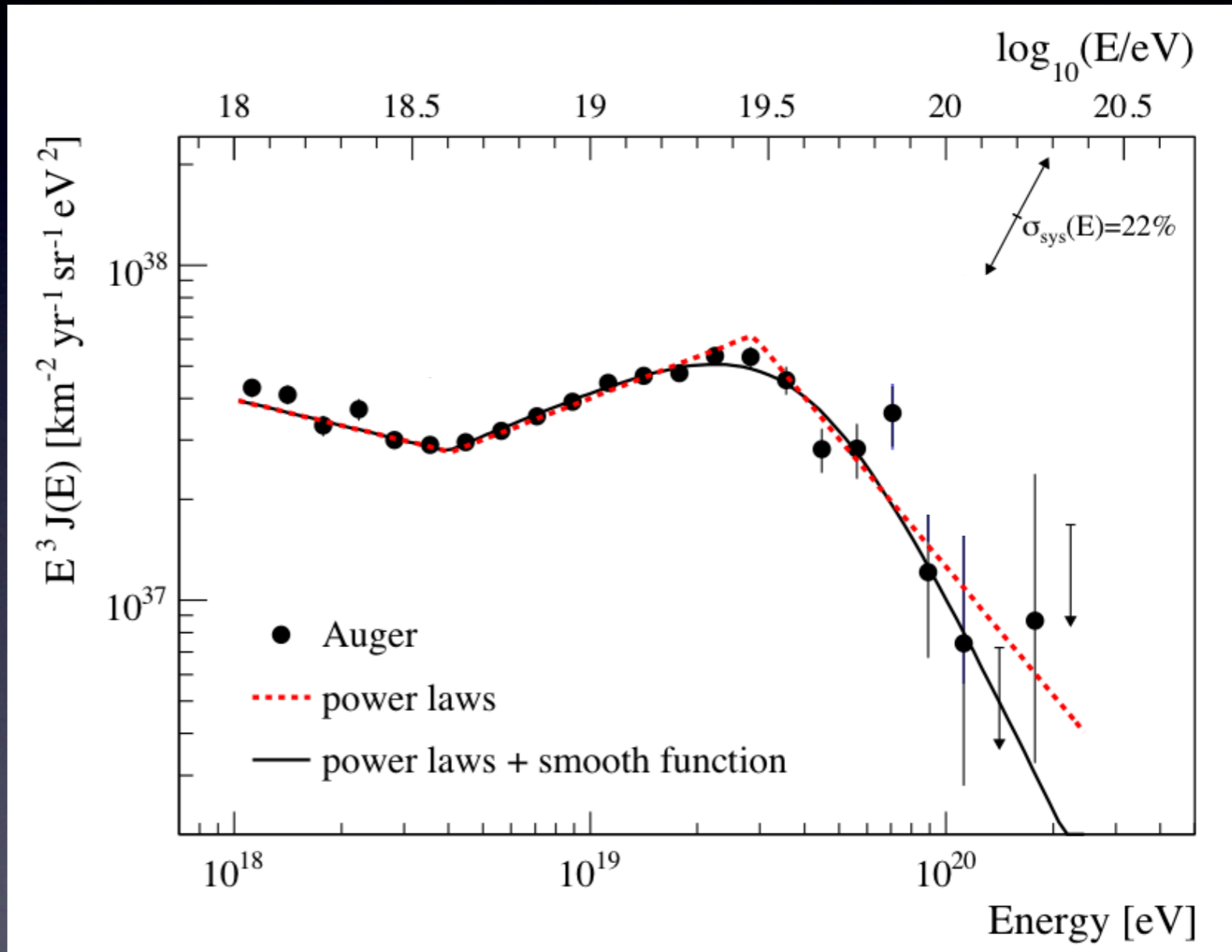
Auger - Spectre au delà de 10^{18} eV

- Cumul de 1700 événements
- Observation d'une coupure à $10^{19.6}$ eV à 20σ
- Compatible avec la coupure GZK due aux interactions



Auger - Spectre au delà de 10^{18} eV

- Cumul de 1700 événements
- Observation d'une coupure à $10^{19.6}$ eV à 20σ
- Compatible avec la coupure GZK due aux interactions





Retour vers le futur I. L'avenir proche

«L'avenir, c'est du passé en préparation.»

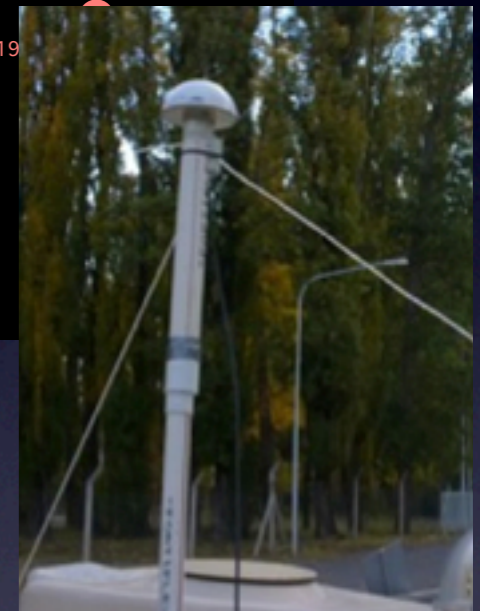
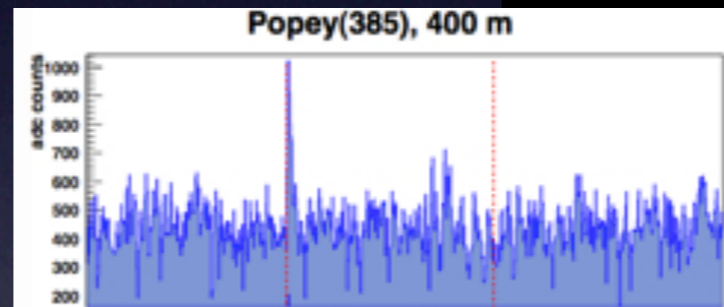
Pierre Dac

L'avenir d'Auger au LPNHE

Prototypes MHz installé sur
7 réservoirs



1st & 2nd
EASIER
Hexagons

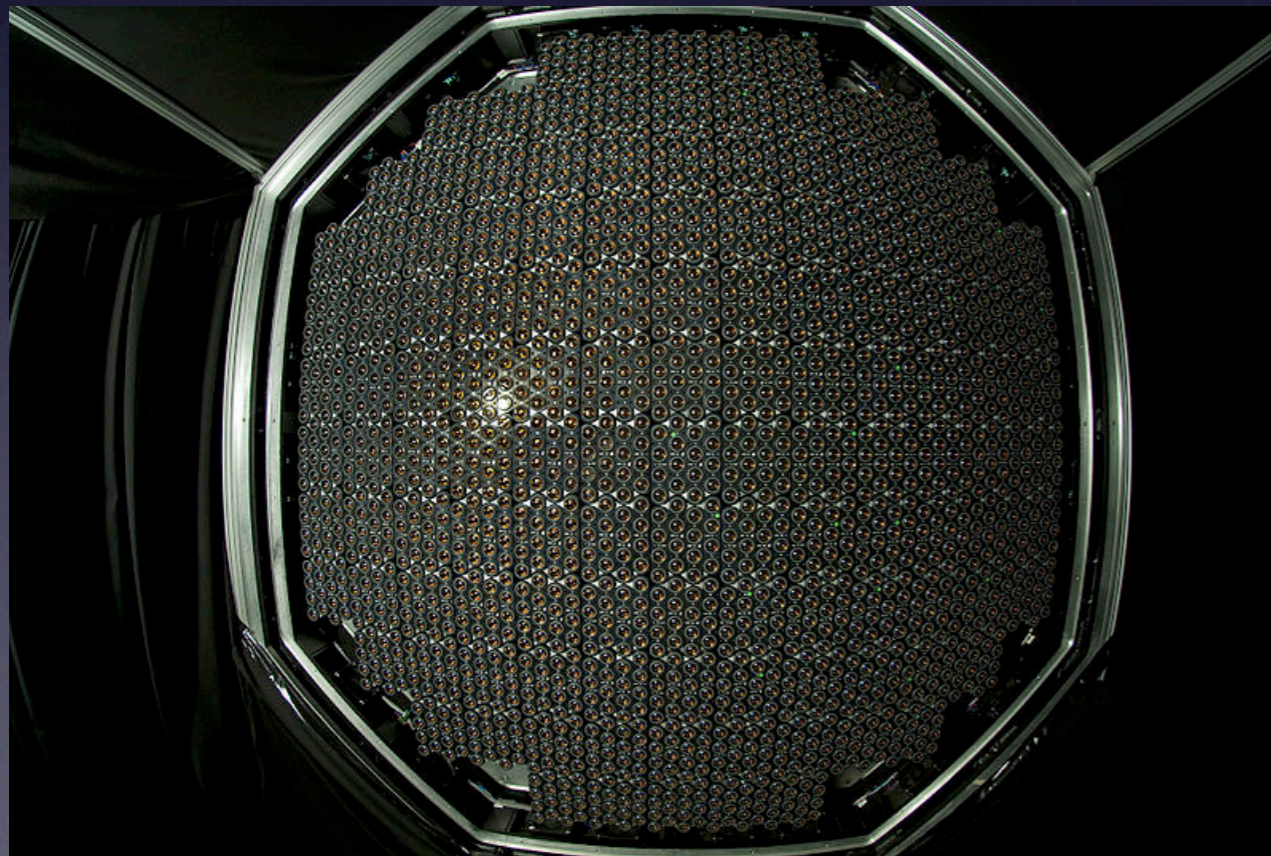
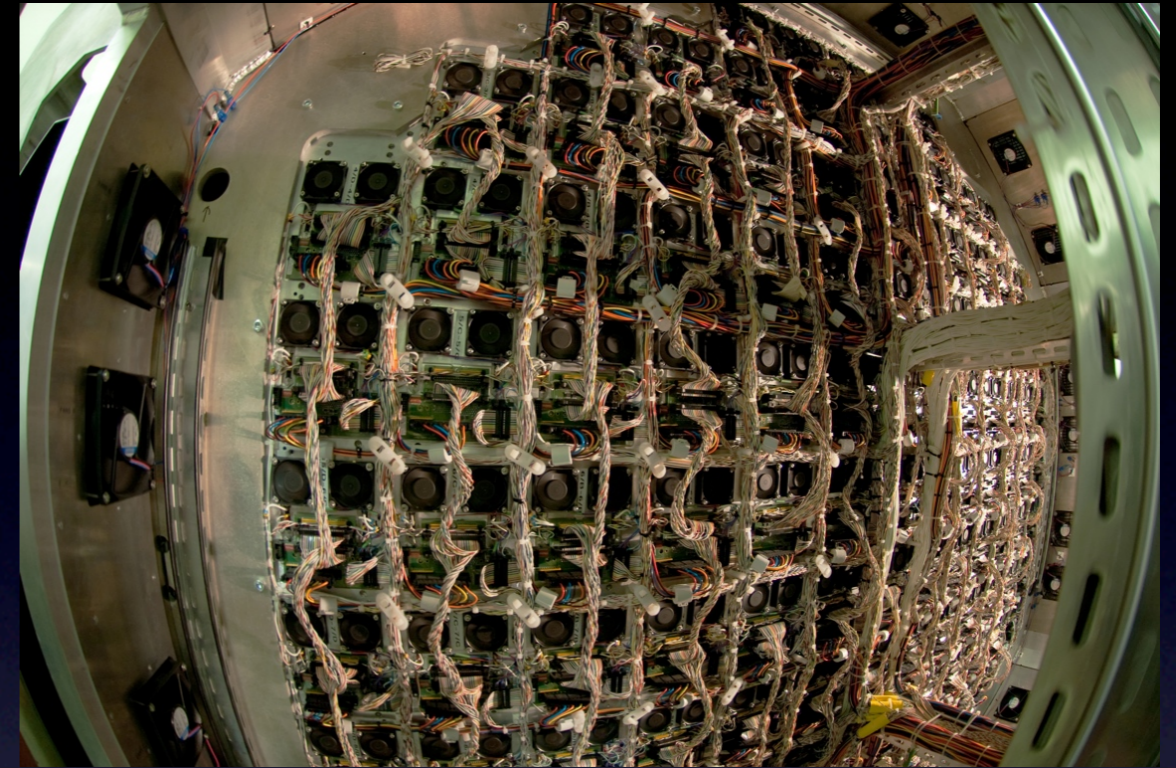


Protoype GHz installé
en avril 2011

- Auger prévu pour fonctionner encore 5 à 10 ans
- Auger Nord en R&D (~20000 km²)
- Nouvelle direction: la détection radio pour une meilleure identification des particules
 - ➡ Projet EASIER
 - ➡ Déjà 20 événements identifiés en un mois !
- Objectifs: améliorer la mesure de composition, faciliter l'identification des sources, ...

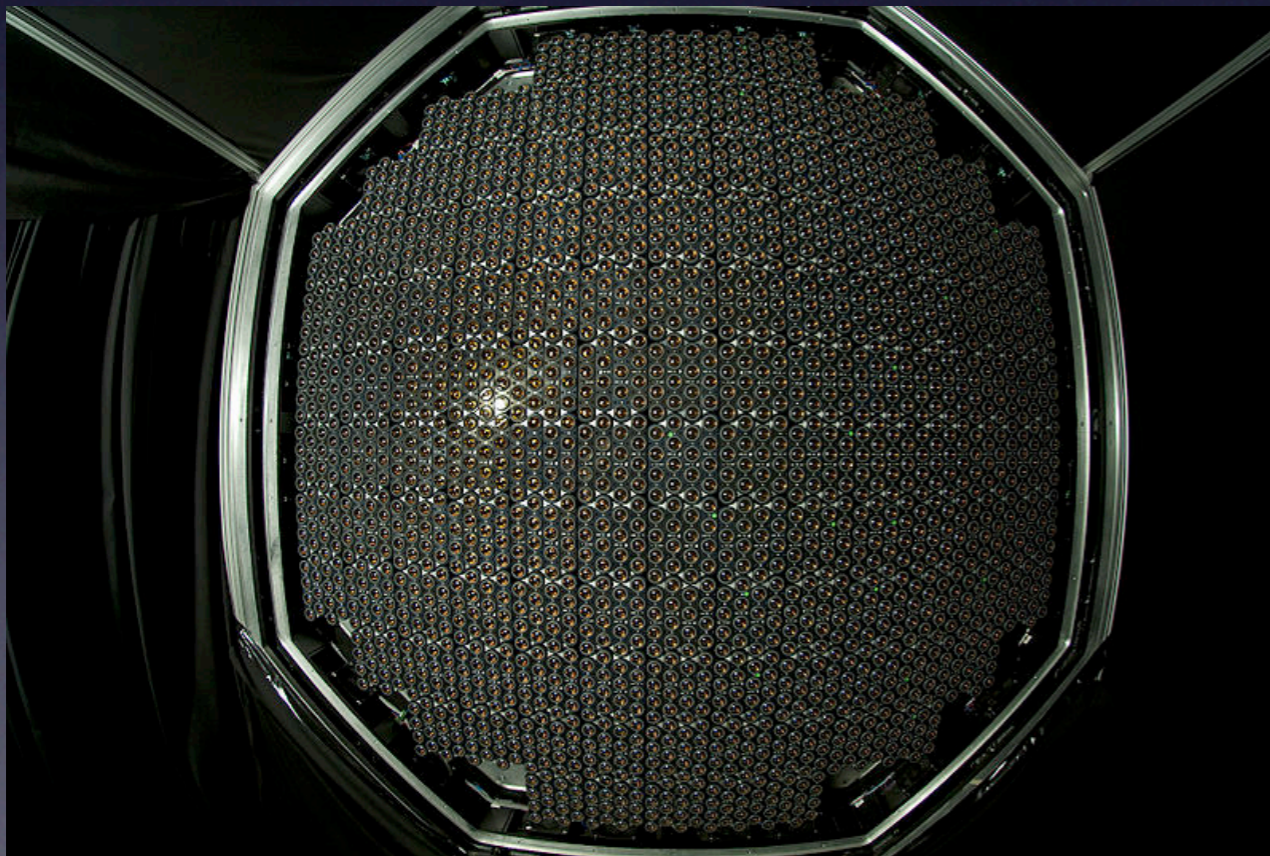
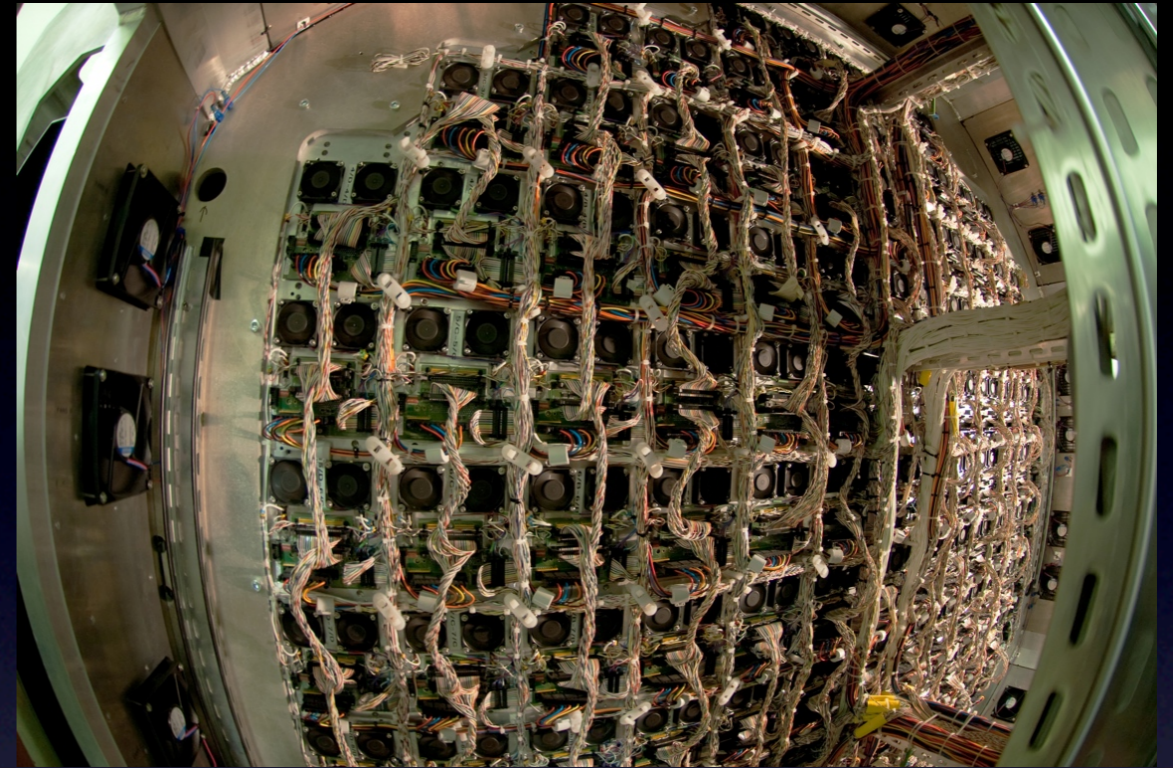
L'avenir de HESS: HESS-II et CTA

- HESS-II: télescope de 28 m
- Seuil en énergie baissé à ~ 30 GeV
 - ➔ Plus de photons
 - ➔ Plus de sources
- Montage et tests de la caméra au LPNHE
- Première lumière en 2012
- Fonctionnement jusqu'à CTA...



L'avenir de HESS: HESS-II et CTA

- HESS-II: télescope de 28 m
- Seuil en énergie baissé à ~ 30 GeV
 - ➔ Plus de photons
 - ➔ Plus de sources
- Montage et tests de la caméra au LPNHE
- Première lumière en 2012
- Fonctionnement jusqu'à CTA...



L'avenir de HESS: HESS-II et CTA

Low-energy section:

few O(20-30) m tel. (LST)

=> push low threshold

- Parabolic reflector
- FOV: O(3-4) degrees
- f/D: O(1.2-1.5)

energy threshold
of some 10 GeV

Core-energy array:

many O(10-12) m tel. (MST)

=> workhorse of CTA

-> push cost & reliability

- Davies-Cotton reflector
- FOV: O(6-8) degrees
- f/D: O(1.2-1.5)

mCrab sensitivity
in the 100 GeV–10 TeV
domain

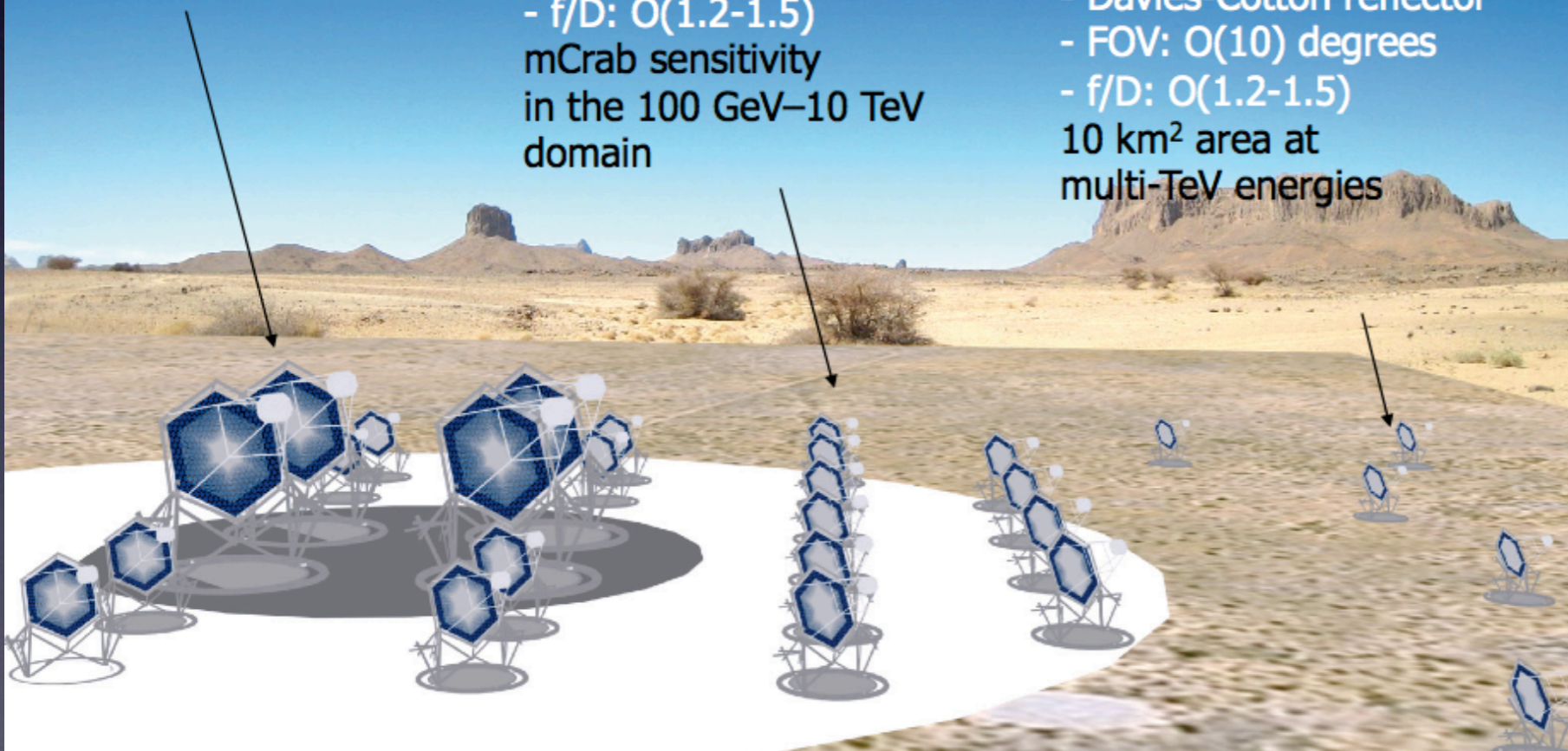
High-energy section:

some O(5-6) m tel. (SST)

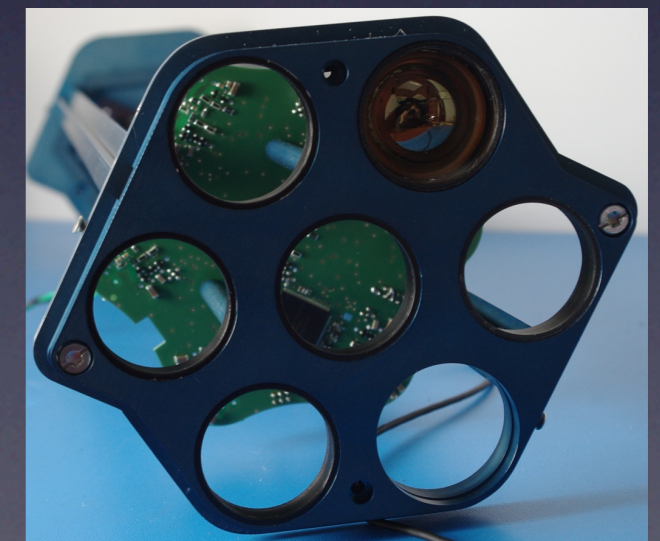
=> push low-cost

- Davies-Cotton reflector
- FOV: O(10) degrees
- f/D: O(1.2-1.5)

10 km² area at
multi-TeV energies

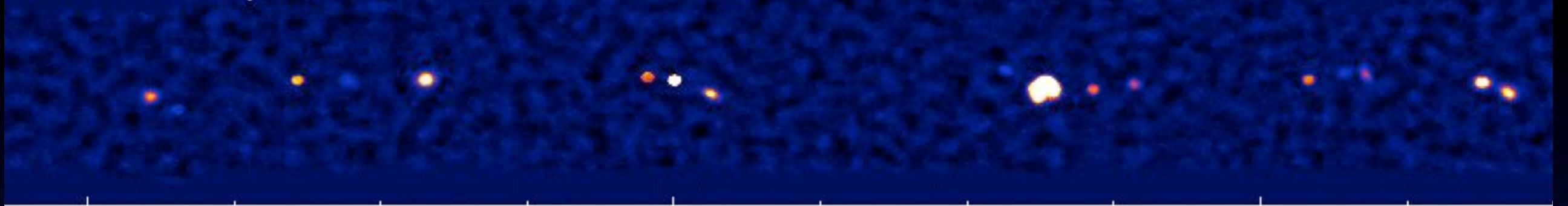


- LPNHE impliqué dans le projet d'électronique front-end NECTAr
- Reponsabilité du Work Package «Electronics»
- Éléments du démonstrateur en cours d'évaluation

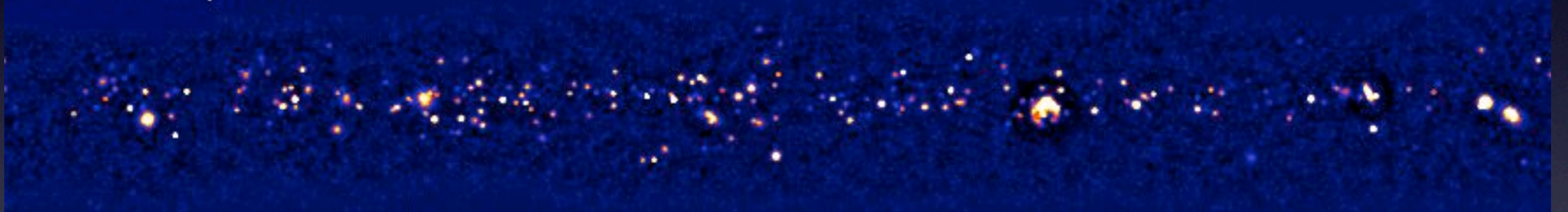


L'avenir de HESS: HESS-II et CTA

HESS - Real Exposure



CTA - Flat Exposure



- Gain d'un facteur 10 en sensibilité, et en nombre de sources
- Grande gamme en énergie: ~ 10 GeV à ~ 100 TeV
- Première lumière 2015-2018



Retour vers le futur

2. L'avenir lointain

«Les portes de l'avenir appartiennent à ceux qui savent les pousser.»


Coluche



Hypothèse I:
(deep) impact avec un géocroiseur

Hypothèse 2:
une nouvelle période glaciaire

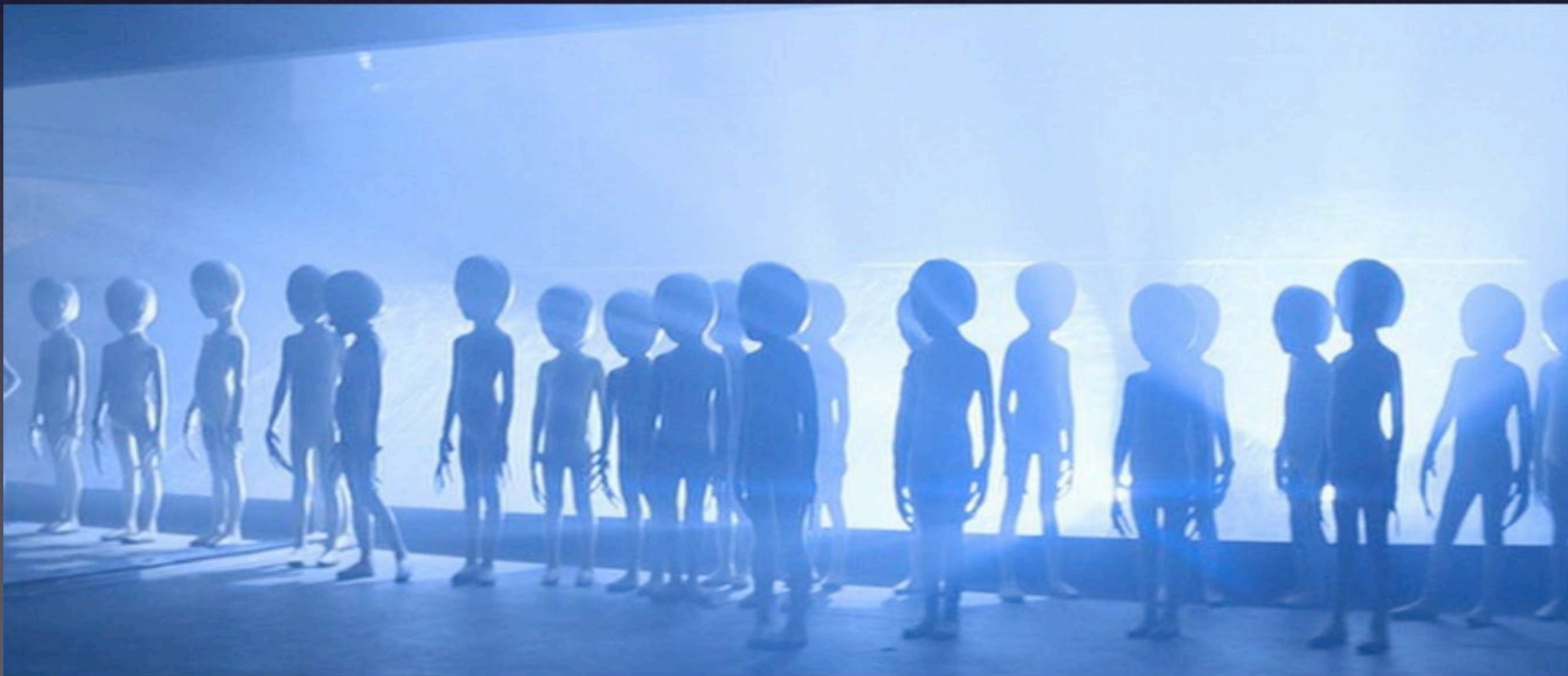




Hypothèse 3:
rencontre du 3^e type

De nombreuses questions résolues

- Pourquoi n'êtes-vous pas venus plus tôt ?
- La matière noire SUSY existe-t'elle vraiment ?
- Comment fonctionne un AGN ?
- La Gravitation Quantique, ça vous dit quelque chose ?
- Quelles sont les autres questions auxquelles vous avez des réponses et pas nous ?

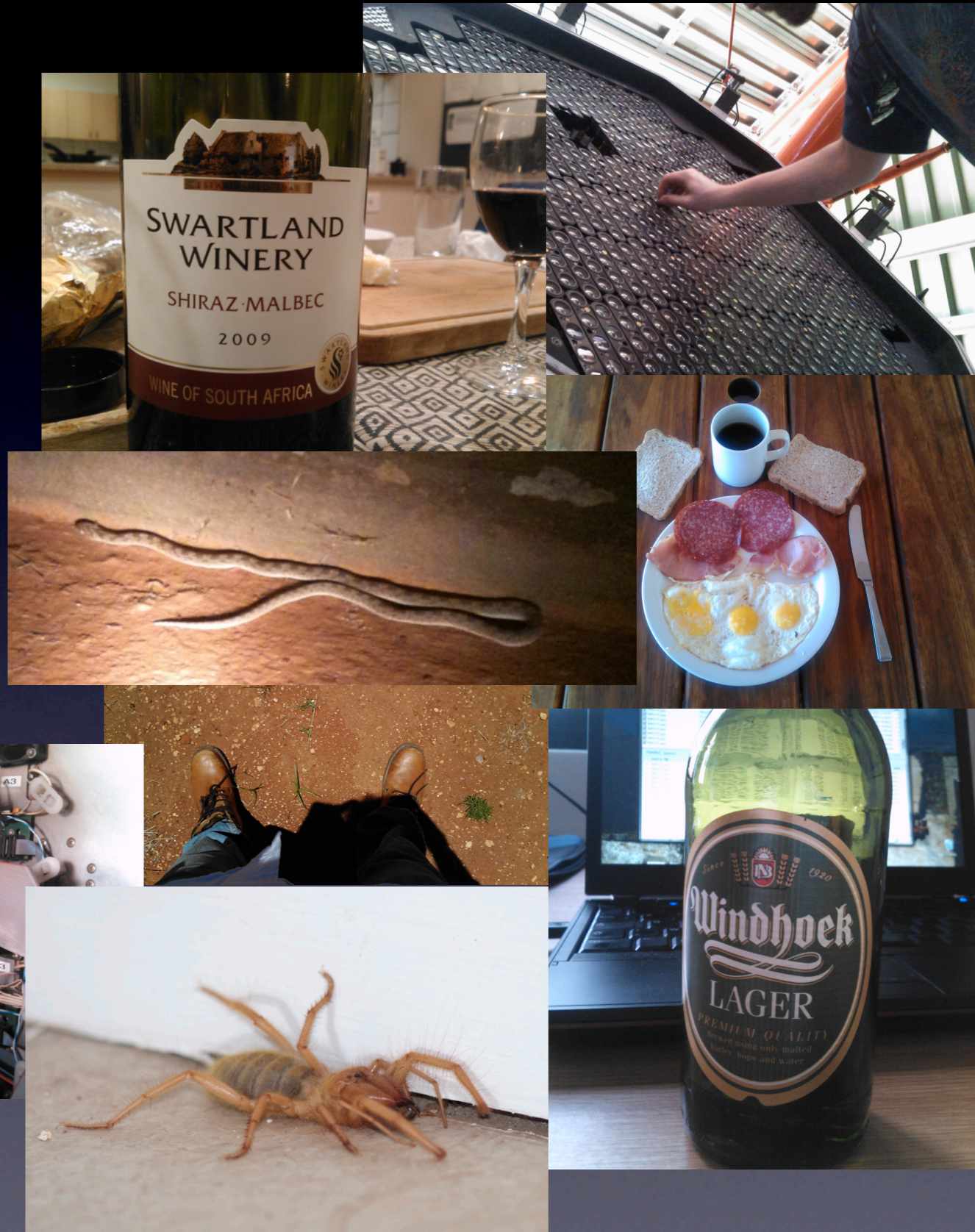


La manière de travailler

- Les changements sont déjà en cours avec les débuts de CTA
- Construction en masse par l'industrie
- Maintenance déléguée à des intervenants sur site
 - ➡ Réduction des frais de missions !

La manière de travailler

- Les changements sont déjà en cours avec les débuts de CTA
- Construction en masse par l'industrie
- Maintenance déléguée à des intervenants sur site
 - ➔ Réduction des frais de missions !





La manière de travailler

- Les changements sont déjà en cours avec les débuts de CTA
- Construction en masse par l'industrie
- Maintenance déléguée à des intervenants sur site
 - ➡ Réduction des frais de missions !
- Vers une plus grande automatisation
 - ➡ Analyses standards
 - ➡ Données préformatées
- Cycle de publication plus rapide !
- L'avenir est en marche !

La manière de travailler

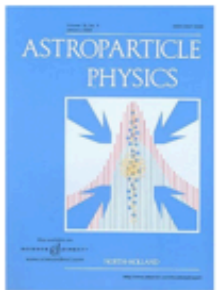
- Les changements sont déjà en cours avec les débuts de CTA
 - ➡ Réduction des frais de missions !
- Construction en masse par l'industrie
- Maintenance déléguée à des intervenants sur site
- Vers une plus grande automatisation
 - ➡ Analyses standards
 - ➡ Données préformatées
- Cycle de publication plus rapide !
- L'avenir est en marche !



Contents list available at ScienceDirect

Astroparticle Physics

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/astropart



Discovery of the new VHE gamma-ray source CTA2020-5-29

For the full author list, see <http://cta-observatory.org/author-list/>

Analysis: A B C
Energy threshold: 50 GeV
Significance: 5σ
Coordinates (J2010): 25.35° RA, 45.12° DEC
Spectrum: PL BPL CPL
Spectral index (if applicable): 2.4 ± 0.1
Integrated flux: $(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-10} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Temporal variability: YES NO
Spectral variability: YES NO
Anything new about any model: YES NO
Notes: ~~What the point?~~ No.

ARTICLE INFO

Received 25/07/2020 12:26:32 PM
Accepted 25/07/2020 12:27:10 PM
Available online 25/07/2020 12:27:12 PM



Merci !