LPNHE
PARIS

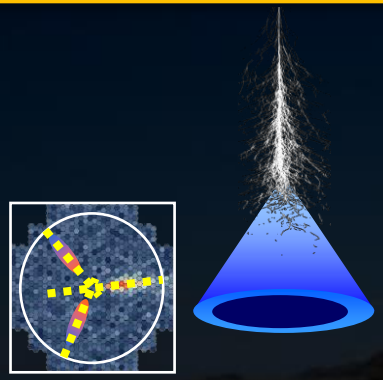
cta
cherenkov telescope array

CTA : Le (futur) réseau des télescopes Tcherenkov

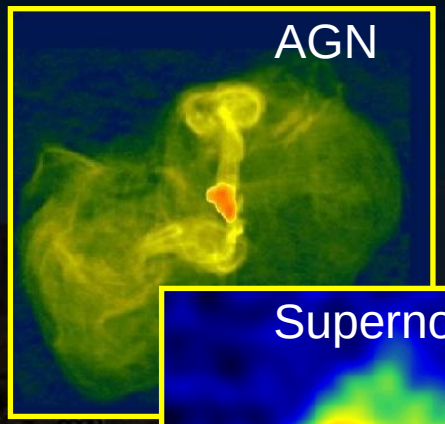
Christopher Lindsay Naumann

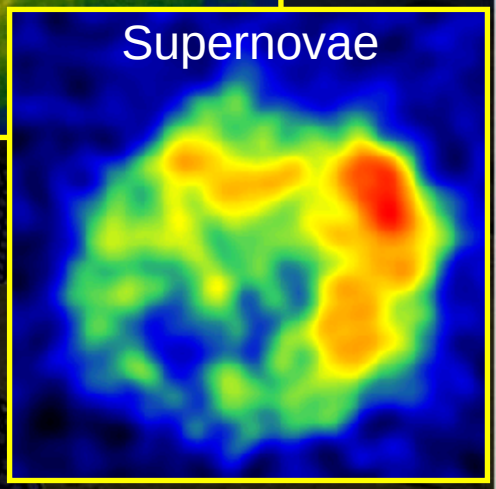
Biennale du LPNHE , Beg Meil 20 / 09 / 2011

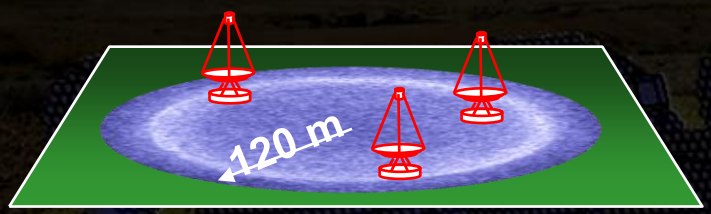
Motivation: Astronomie gamma



détection des rayons gamma des énergies TeV par gerbes atmosphériques







sources galactiques et extragalactiques

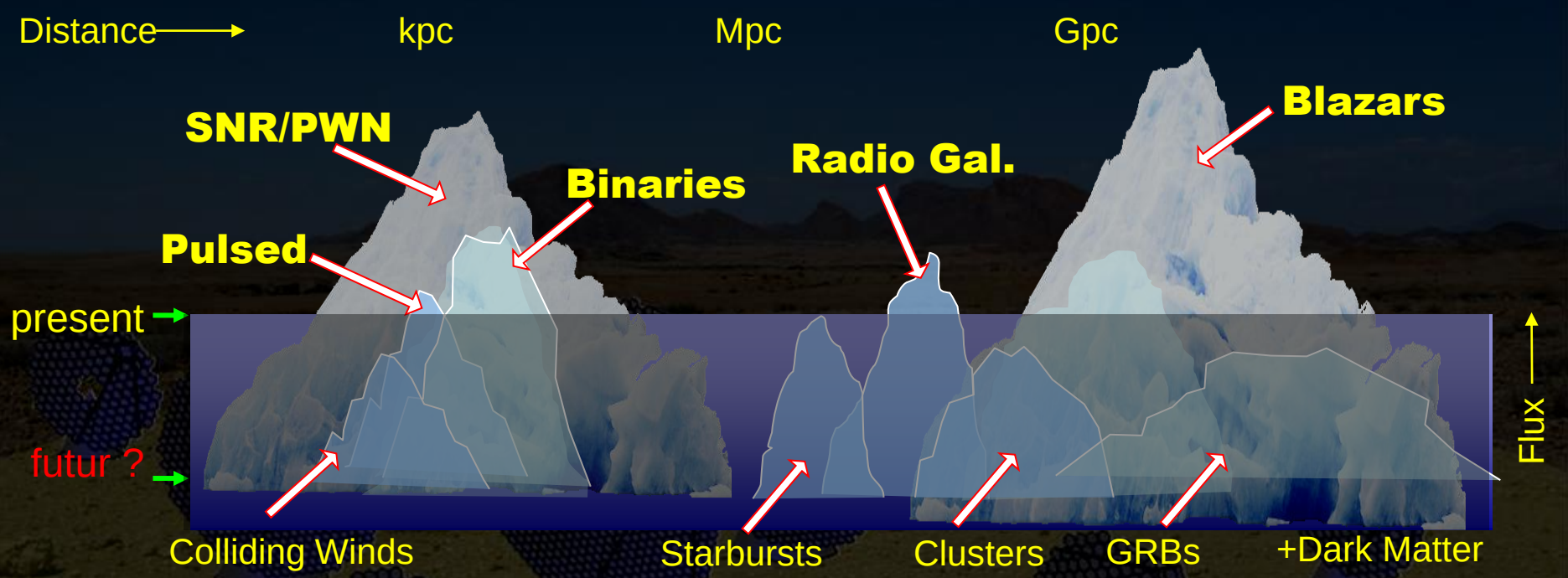
physique exotique (matière noire, gravitation quantique…)

réseau Tcherenkov

- télescopes ultra-sensibles
- électronique rapide
- site: déserts, montagnes

instruments actuels

La génération suivante



expériences actuels: premières détections des sources fortes

beaucoup des effets intéressants caches *juste derrière l'horizon ?*

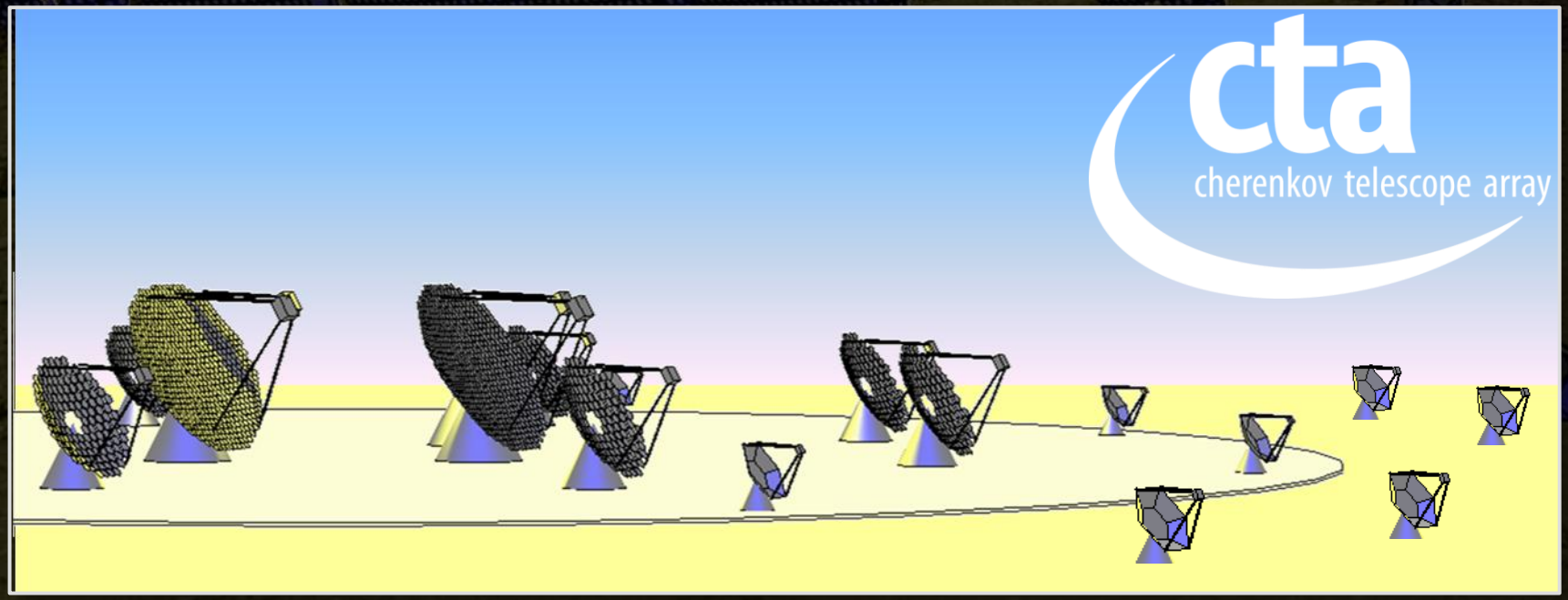
→ instruments de la prochaine génération !

CTA

grand réseau des ~100 télescopes dans l'hémisphère Nord et Sud:

3 tailles, espacement ~50-200m

- grand (~24m): **basses énergies**, seuil ~10 GeV
- moyen (~12m): «cœur» du réseau, **haute sensibilité** à 100GeV-10TeV
- petit (~7m): hautes énergies, ~10 km^2 aux énergies **multi-TeV**

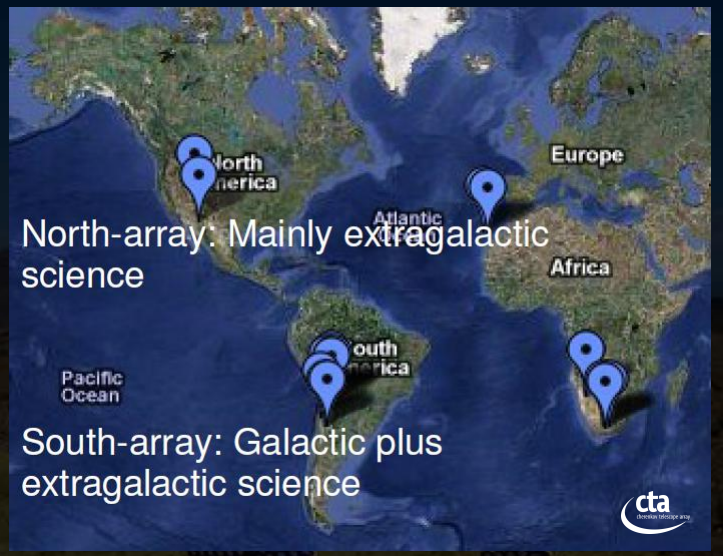


Le projet CTA

QUOI ?

Buts du dessin:

- sensibilité ×10 aux énergies TeV
- seuil réduit (q.q. 10 GeV)
- gamme en energie jusqu'aux PeV ?
- meilleure résolution angulaire



QUI ?

Consortium international
(HESS, MAGIC, VERITAS, ...)

OÙ ?

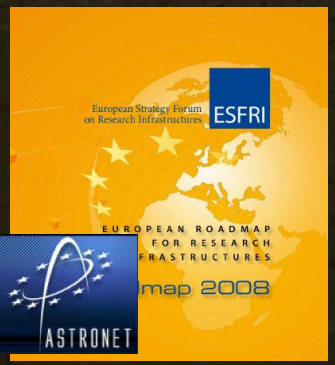
1 réseau Sud + 1 Nord

- atmosphère, hauteur
- infrastructure
- ….

→ *présélection fin 2011?*

QUAND ?

- roadmaps Européens
- étude de dessin → 2010
- PP + prototypage 2011-2013
- construction 2014+ ?

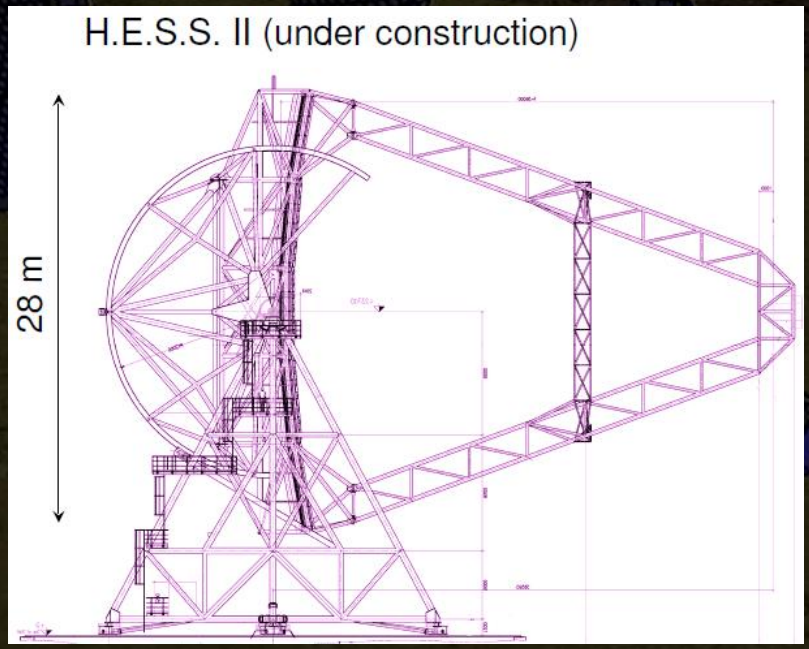


Construction

technologies de base existent déjà

→optimiser qualité - prix pour grand réseau

→système et infrastructure (prise des données) stable, fiable, à maintenance réduite



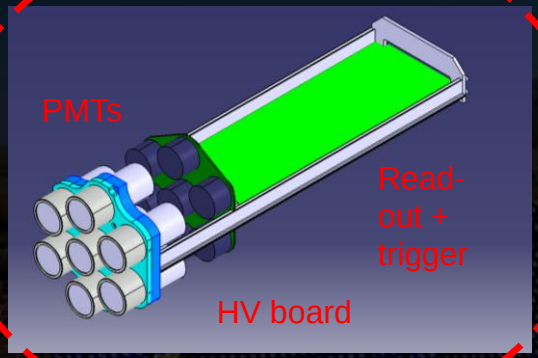
« work packages » Télescopes, Monte-Carlo, Électronique, Site...

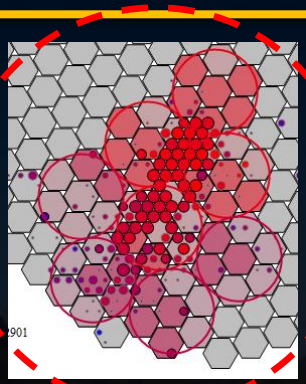
Développement technique

nouvelles méthodes de lecture

LPNHE

architecture front-end





analyse et reconstruction des images

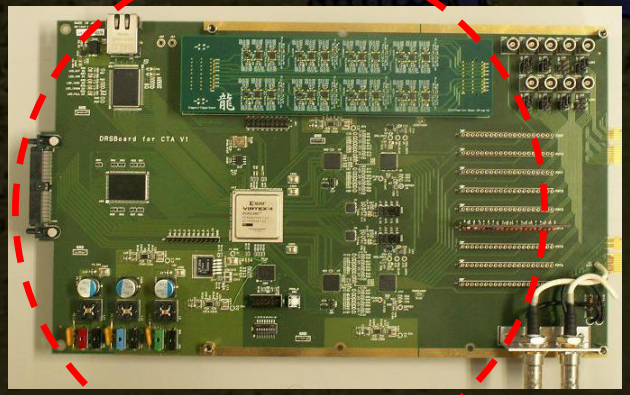
informatique: hard et soft

LPNHE

détecteurs de lumière

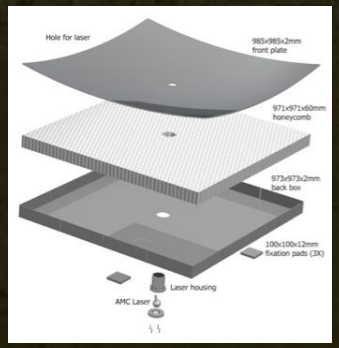
cta
cherenkov telescope array

électronique, système de déclenchement, lecture

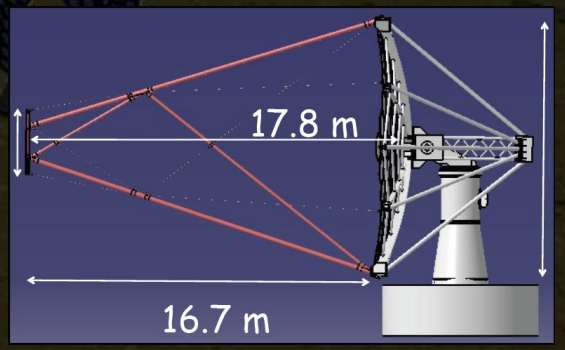


LPNHE

miroirs

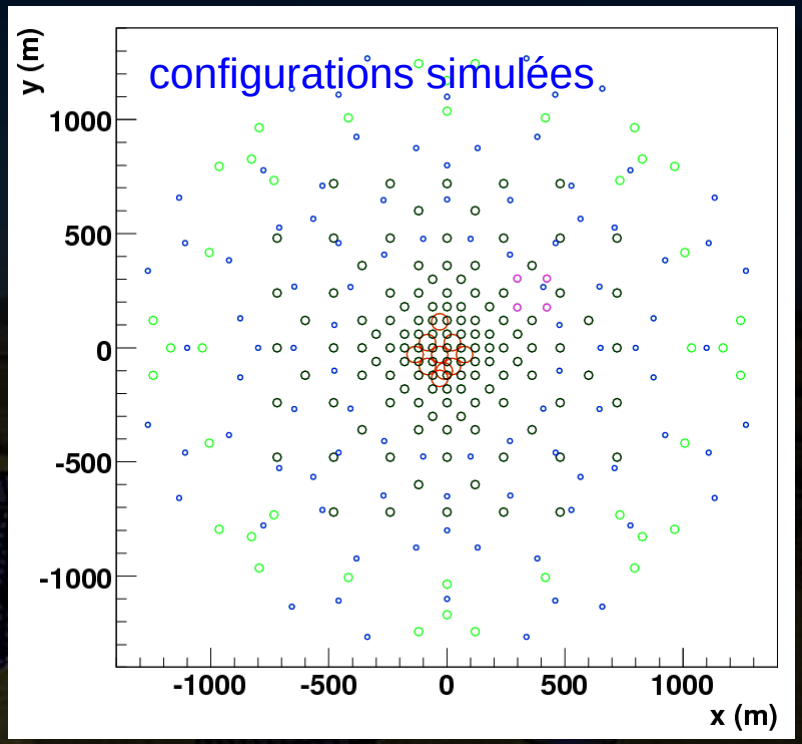


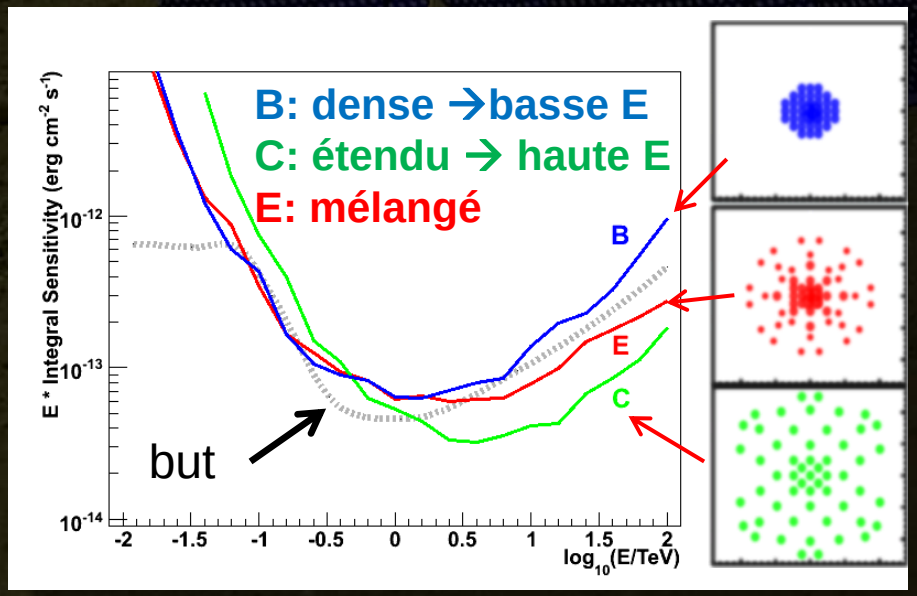
mécanique des télescopes



Simulations MC

- simulation à grande échelle des configurations (taille, distances, systèmes de déclenchement…)
- utilisation des technologies du grille (EEGE, GÉANT, VO…)
- comparaison des candidates à coût similaire (~80 M€)



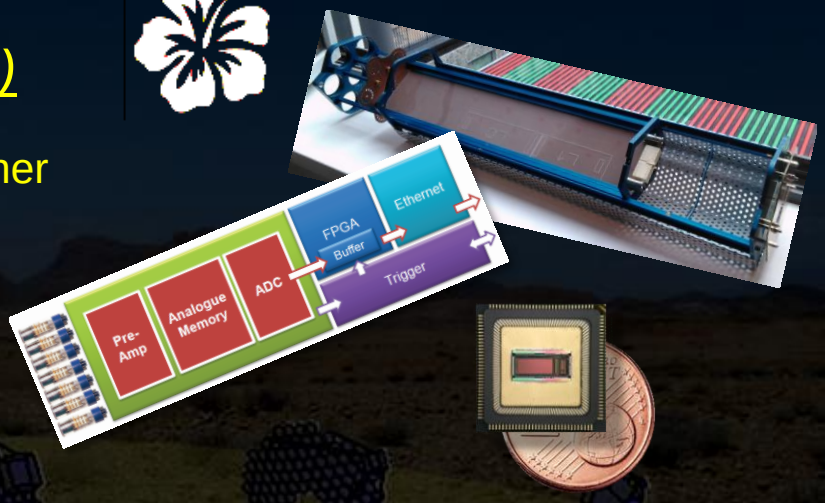


Ex: performance pour différents configurations

optimisation basse←→ haute E

→ choix dépendent aux buts scientifiques!

travaux CTA au LPNHE

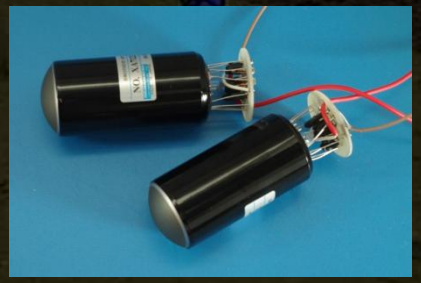


Equipe physique : 5 (partagé avec HESS)

Julien Bolmont, Agnieszka Jacholkowska, Christopher Naumann, Jean-Paul Tavernet, Pascal Vincent……

Equipe technique actuelle : 10 (t. p.)

Pascal Corona, Jean François Huppert, Patrick Nayman, Jean-Marc Parraud, Philippe Gauron (Nicolas Roche), Colette Goffin , Eric Pierre, Patrick Ghislain, Daniel Vincent, François Toussenel



développement technique → *voir présentation François*

études sur l'invariance de Lorentz *(Agnieszka, Julien)*

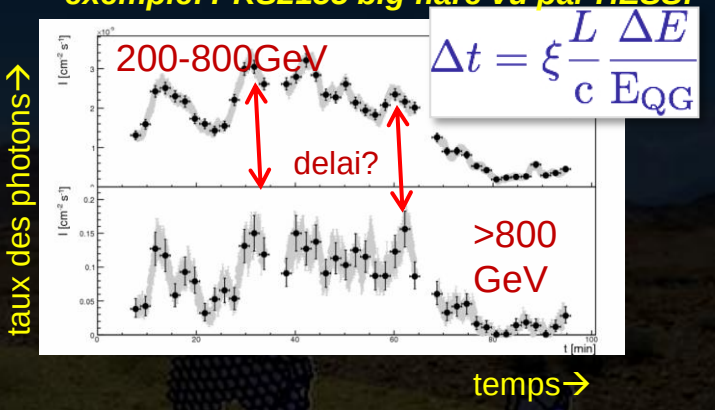
simulations pour déclenchement et lecture *(Christopher)*

Brisure d' invariance de Lorentz (JB)

effet étudié dans HESS (voir Julien)

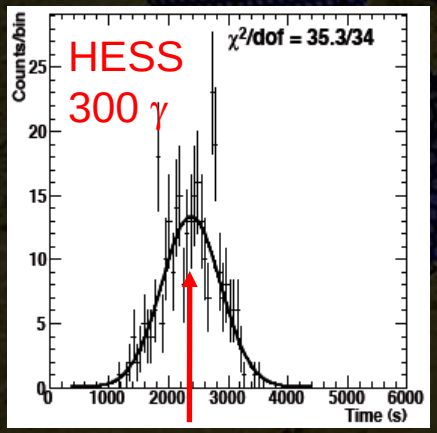
- ***gamme en énergie*** → *« bras de levier »*
- ***nombre*** *des photons* → *erreur statistique*

exemple: PKS2155 big flare vu par HESS:

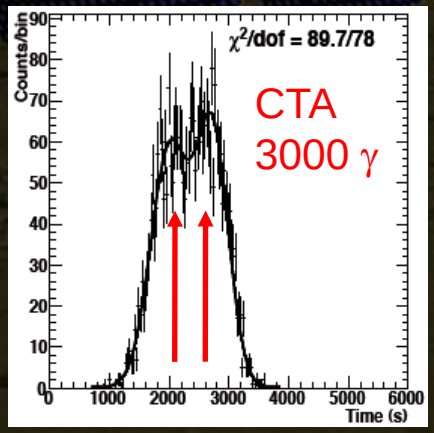


CTA: taux des évènements ×10
→ ***beaucoup plus sensible ?***

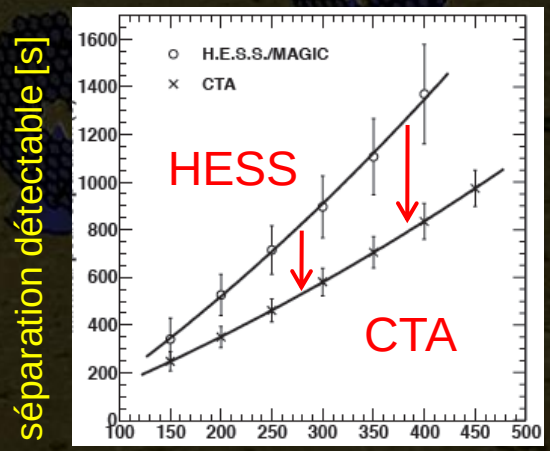
simulation: séparation des pulses consécutifs



inséparable

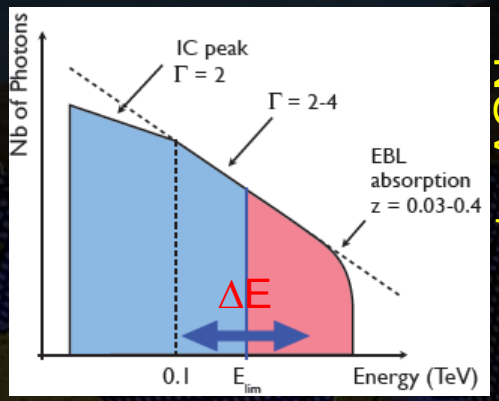


séparable

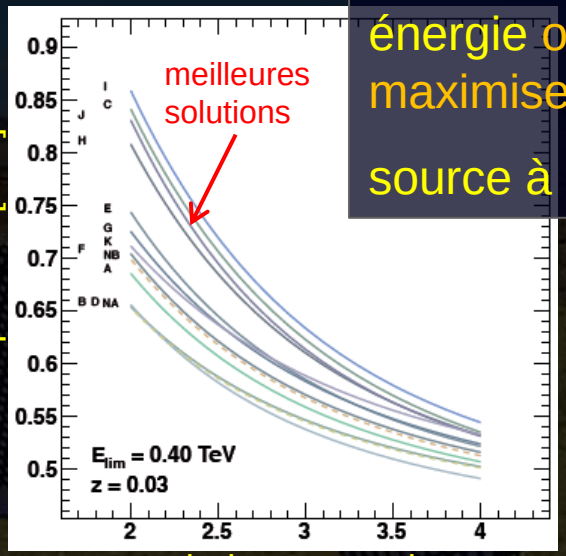


Bras de levier

quelle séparation entre « basse » et « haute » énergie ?



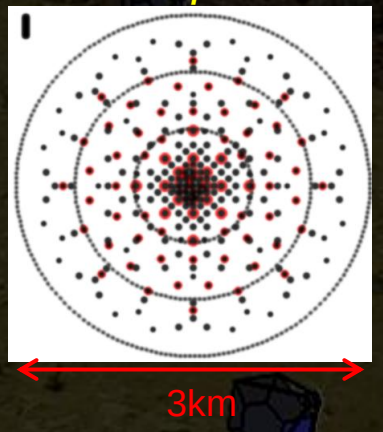
spectre AGN →



différents configurations du CTA → gamme en énergie optimale pour maximiser la sensibilité

source à distance z=0.03

« champion »



présenté par Julien à l'ICRC 2011

→ mesure du délai améliorée

→ meilleures statistiques

→ bras de levier > 500 GeV

→ *limite prévue*

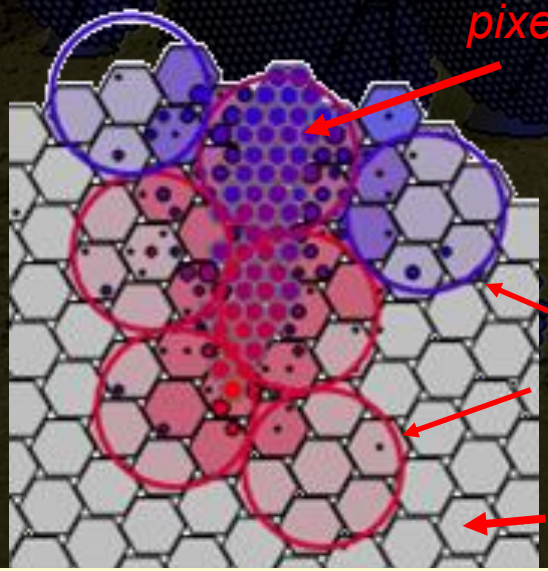
$$E^{l}_{LIV} \gg E_{Planck}$$
$$E^{q}_{LIV} > 10^{12}\ GeV$$

meilleure limite du monde !

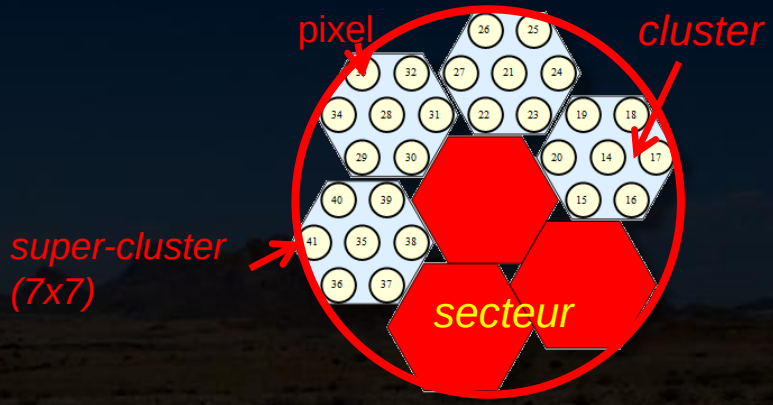
Simulations de la camera (CLN)

projet COLIBRI:

optimiser déclenchement et lecture d'une camera modulaire



gamma 15 TeV, duration 55ns



- simulation des images des gerbes
- lecture partielle de la camera
  - → réduction des données et du temps mort (x10!)
  - → possibilité de **suivre le développement** de l'image

→option proposée pour CTA

→prototype en développement

Conclusions

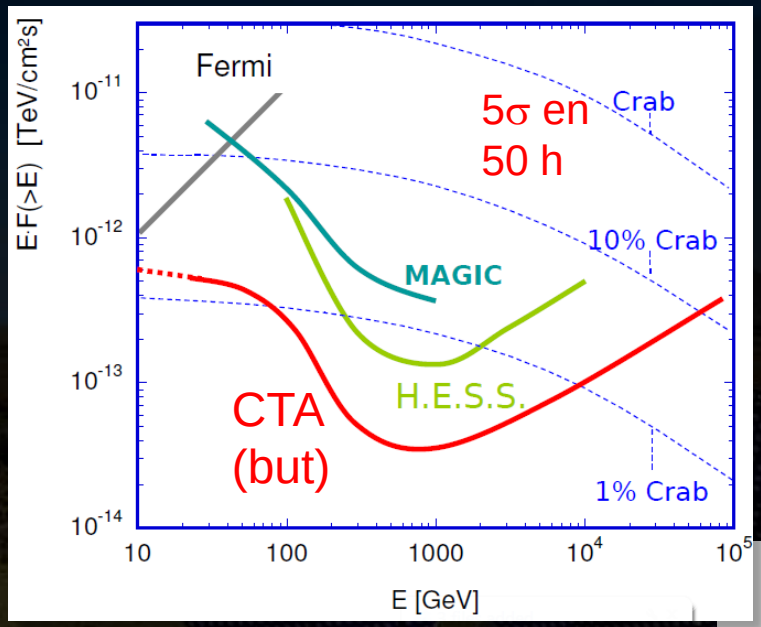
- CTA: futur réseau des télescopes Tcherenkov
- ~100 télescopes sur deux sites
- sensibilité ~facteur 10 sur expériences actuelles
- sources (extra-) galactiques, physique exotique
- construction 2014+

- LPNHE participe au développement du projet:
  - chip, carte front-end, lecture partielle et flexible
  - études de sensibilité

premières résultats: Biennale 2015 ???

FIN

Performance



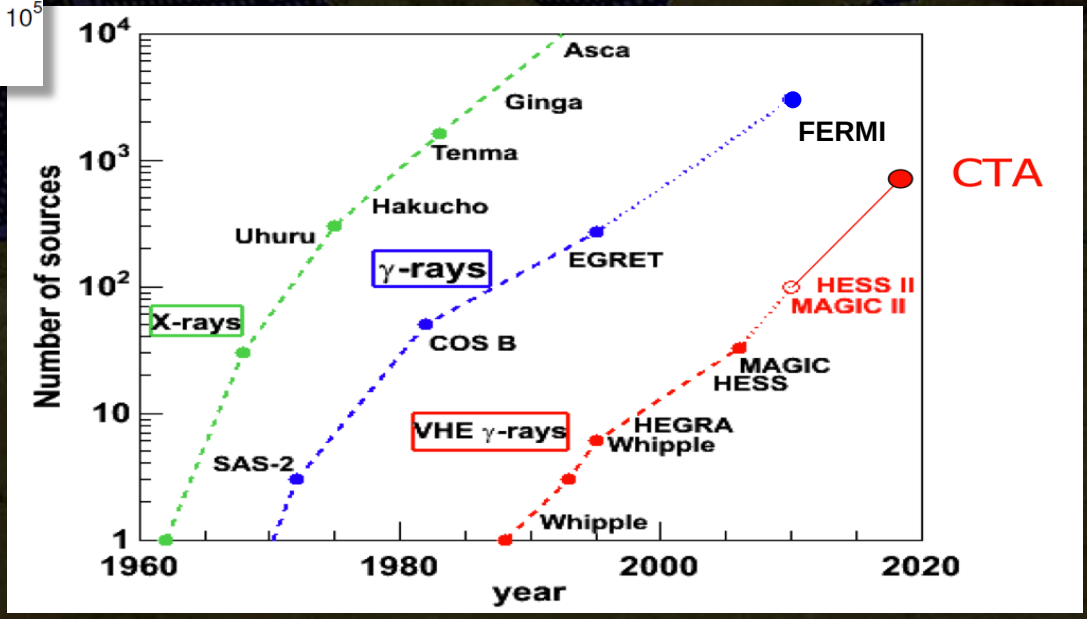
~milli-Crab réaliste dans la région focus

gain ~ ×10 sur expériences actuelles, avec gamme en énergie plus grande

région commune avec satellites (Fermi…)

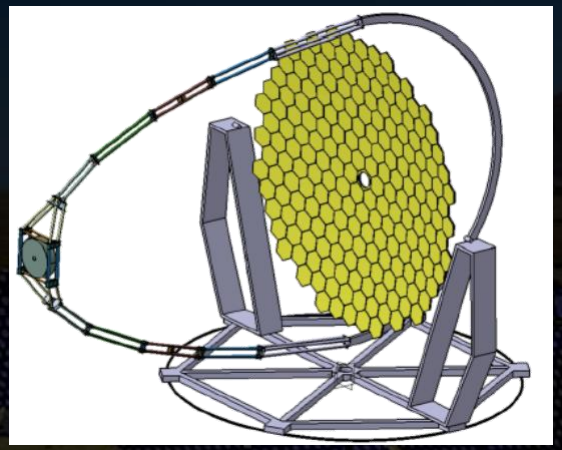
CTA va « compléter » l'astronomie des photons

*→ **production en masse des sources** (comme déjà en radio, X, gamma mou…)*



Mécanique des télescopes

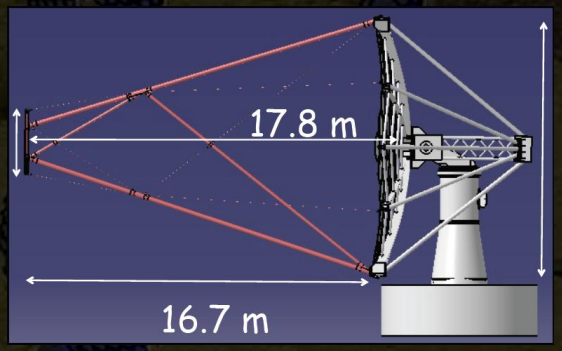
pour chaque taille, plusieurs possibilités étudiées
→ simulations, prototypes



LST : poids, taille (HESS-II !)

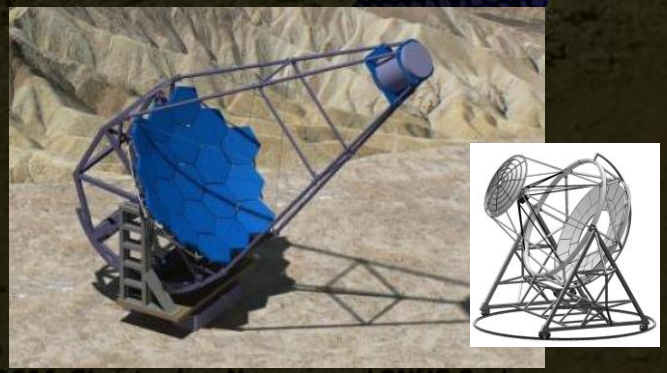
→ fibre de carbone

→ correction active des miroirs...



MST : plusieurs possibilités

→ cout et flexibilité



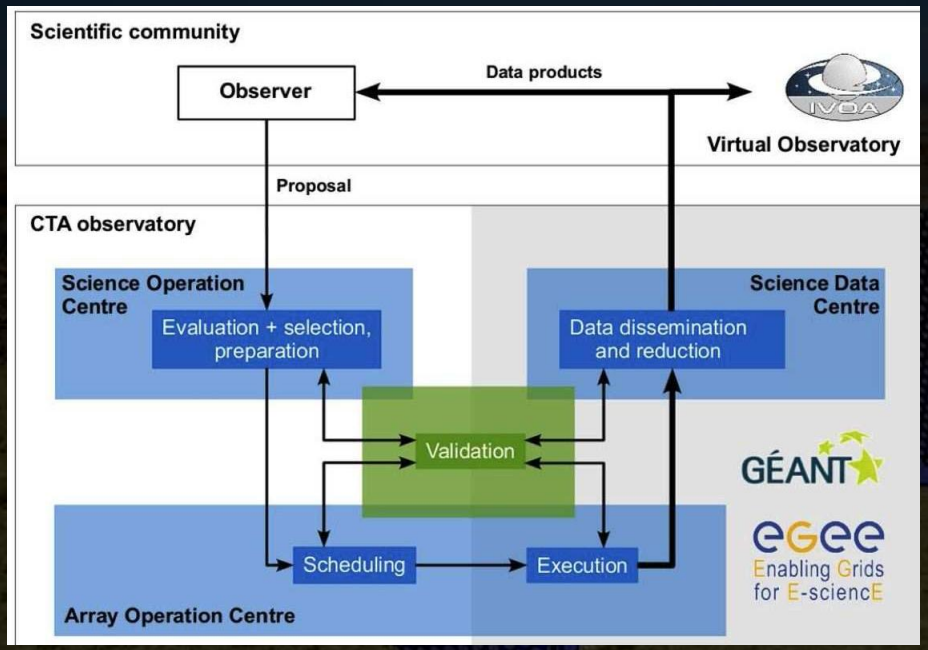
SST:

→ Davies-Cotton ? Schwarzschild-Couder ?

→ grandes ou petites cameras ?

CTA as “Gamma Observatory”

operation as **open observatory** (unlike HESS, MAGIC,...)



external observation proposals

→peer-reviewed selection process

→operation by experts, data “on demand”

infrastructure:

- EGEE, GÉANT + VO
- data storage and access via GRID
- development of software for “black-box” analysis

also prepare public “legacy data” (galactic plane or full-sky scans)