



cherenkov
telescope
array



IN2P3
Les deux infinis



CTA: Bilan et perspectives à 3–5 ans

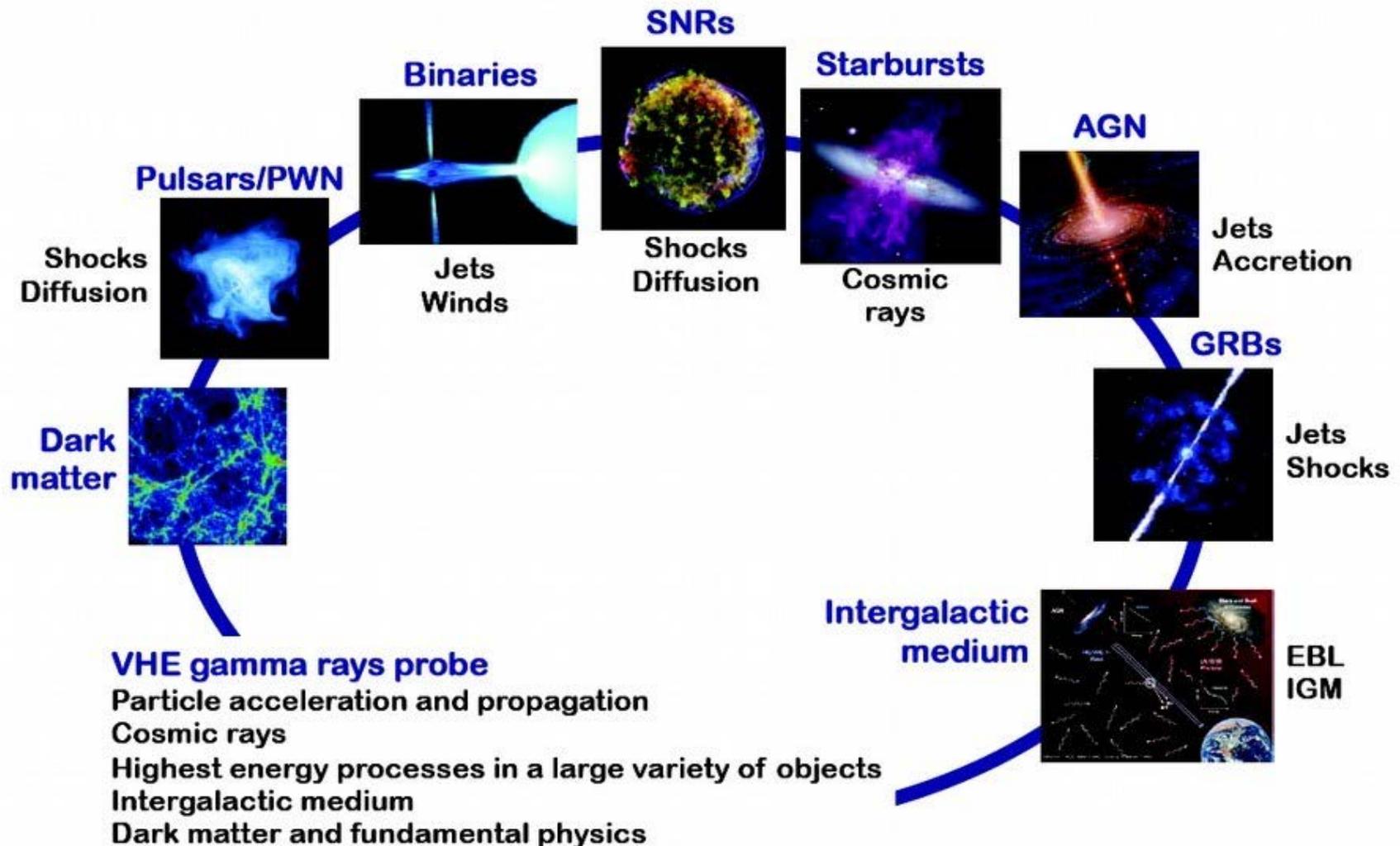
Biennale du LPNHE – Octobre 2016

Julien Bolmont

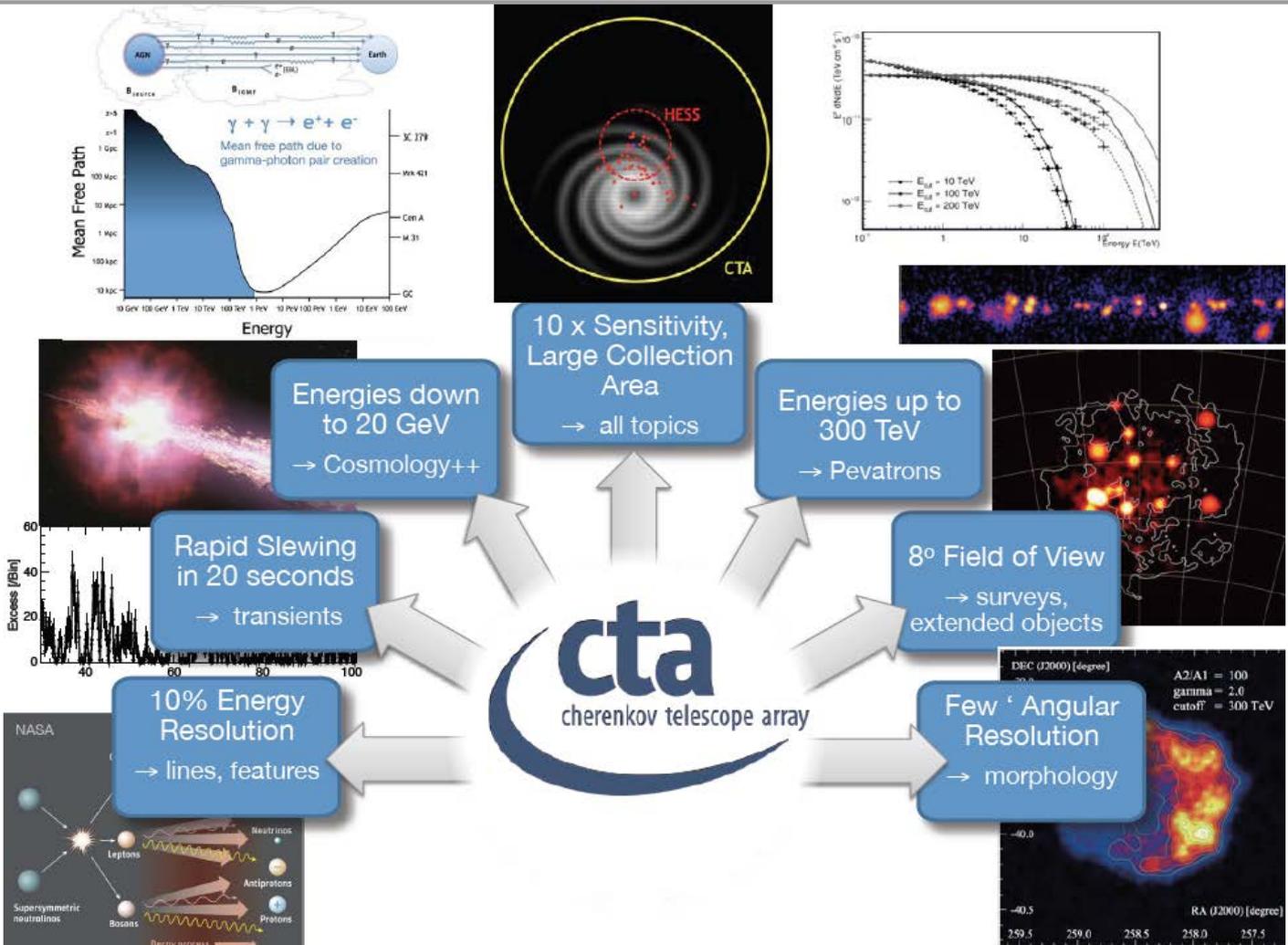
A. Jacholkowska, J.-P. Lenain, (J.-P. Tavernet), P. Vincent
J. Coridian, P. Corona, S. Karkar, J.-L. Meunier,
(P. Nayman), E. Pierre, F. Toussenel, V. Voisin



L'astronomie γ aux très hautes énergies



L'astronomie γ aux très hautes énergies



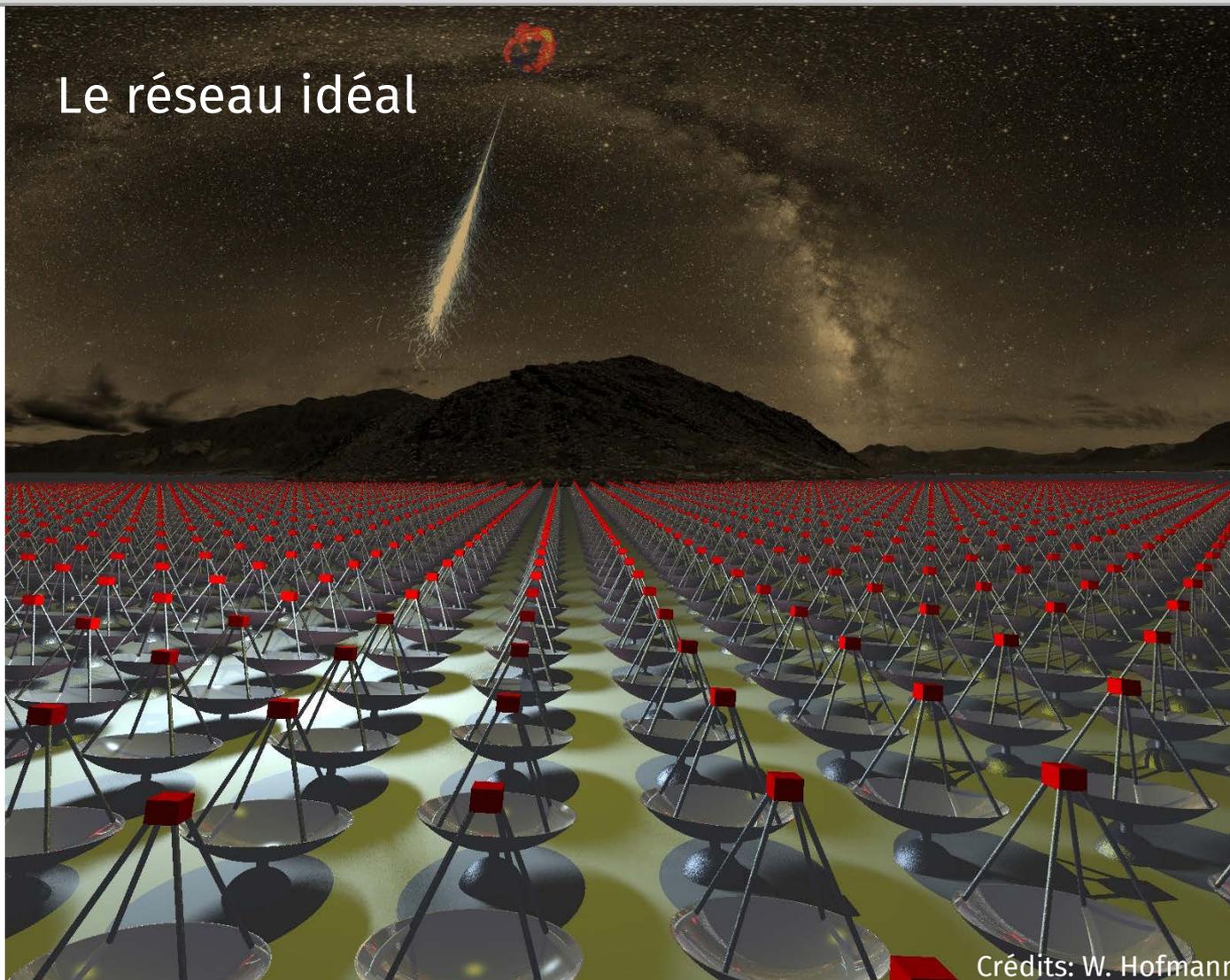
CTA par rapport aux IACTs actuels

Crédits: W. Hofmann

Besoin d'une large gamme en énergie et d'une grande sensibilité



Le réseau idéal

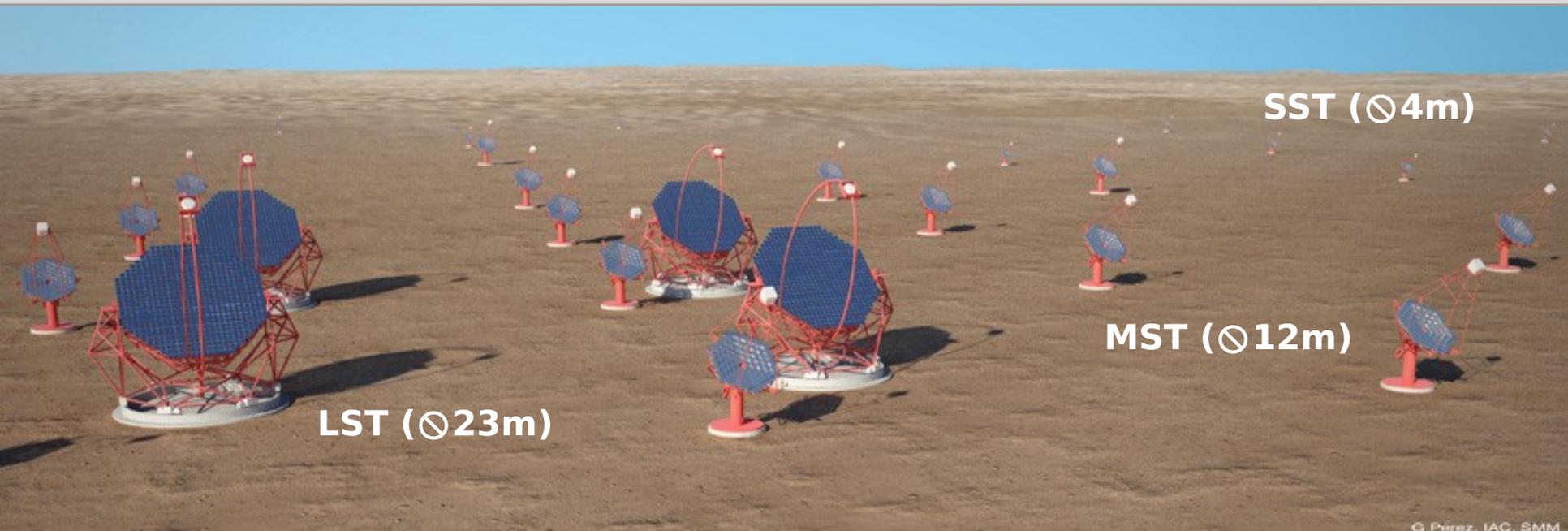


Crédits: W. Hofmann

Besoin d'une large gamme en énergie et d'une grande sensibilité



L'observatoire CTA

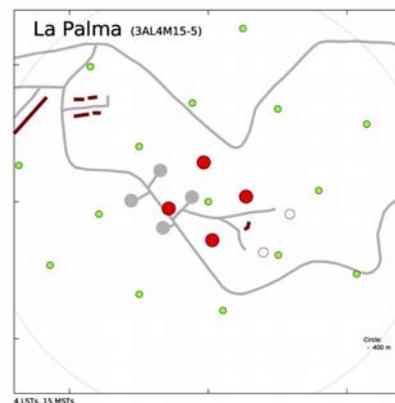
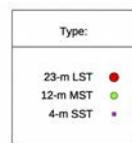
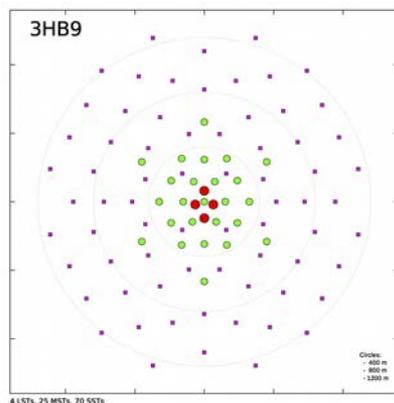


SST (\varnothing 4m)

MST (\varnothing 12m)

LST (\varnothing 23m)

G. Pérez, IAC, SMM



2 sites pour une couverture complète du ciel

3 classes de télescopes pour une large couverture spectrale

Environ 120 télescopes au total

- 8 LST
- 40 MST
- 70 SST

Télescopes et caméras

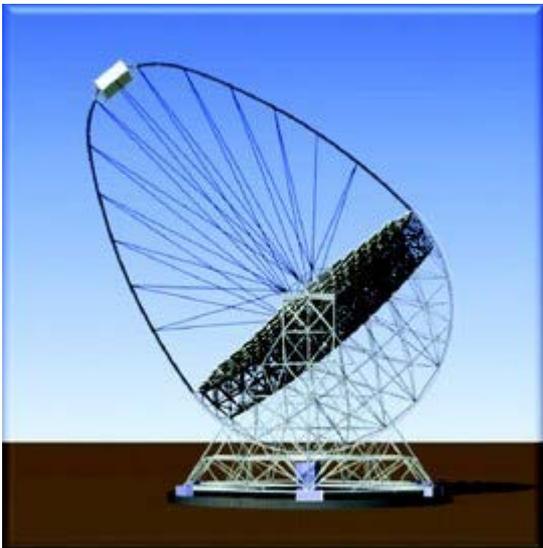
- Différents types de structures.
- Différents détecteurs de photons.
- Plusieurs électroniques *front-end* et *read-out*.



MST, 12m \varnothing (PMTs)



Caméra NectarCAM
Contribution
technique LPNHE



LST, 24m \varnothing (PMTs)



SST-2M ASTRI,
4m \varnothing (SiPMs)



SST-2M GATE, 4m \varnothing
(MAPMTs/SiPMs)

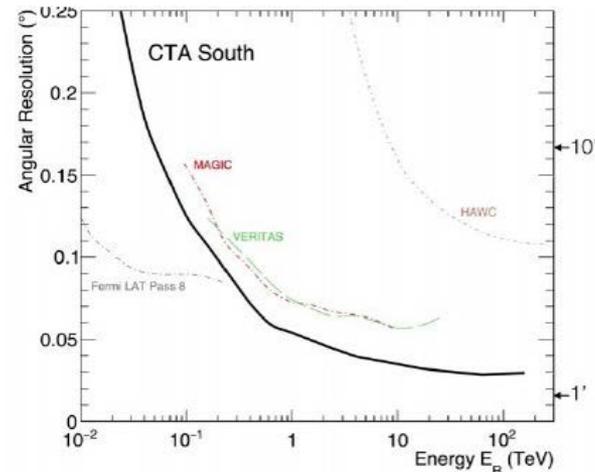
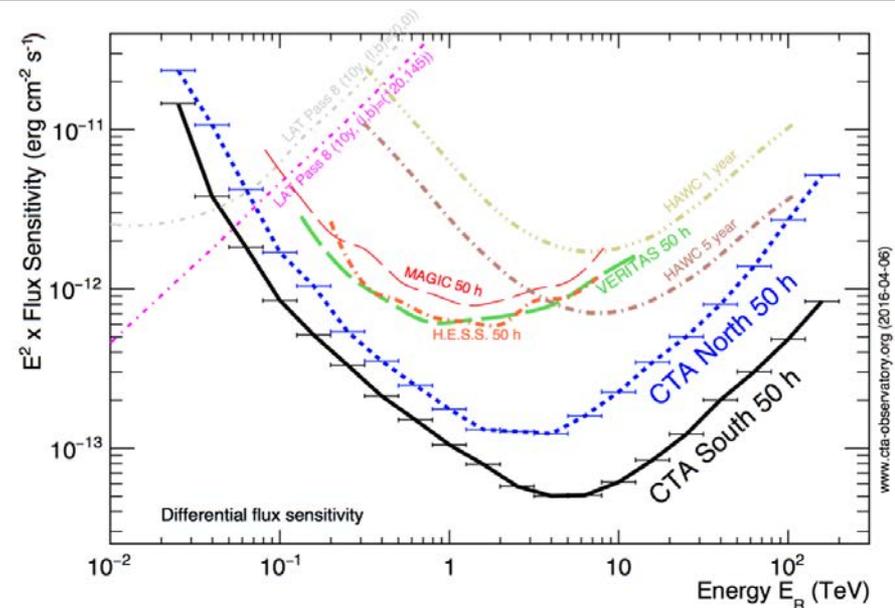


SST-1M,
4m \varnothing (SiPMs)

Performances attendues



- Gain en sensibilité
 - Variabilité rapide (AGN, GRB, ...)
 - Populations sources VHE Galactiques et extragalactiques
- Champ de vue $> 8^\circ$
 - Émissions diffuses
 - Relevés grands champs
- Résolution angulaire \sim arcmin
 - Sources étendues (SNR, ...)
- Énorme couverture en énergie
 - < 100 GeV pour grands redshifts
 - > 10 TeV pour recherche de PeVatrons
 - Grand bras de levier pour études LIV



1) Recherche indirecte de matière noire

- Signature de matière noire : annihilation en rayons γ , émission diffuse, spectre des électrons

2) Violation de l'invariance de Lorentz (LIV)

- Sources astro variables pour contraindre l'échelle d'énergie de la gravité quantique

3) Noyaux actifs de galaxies (AGN)

- Population d'AGNs ($z \sim 2$) : étude d'évolution et mécanismes d'accélération

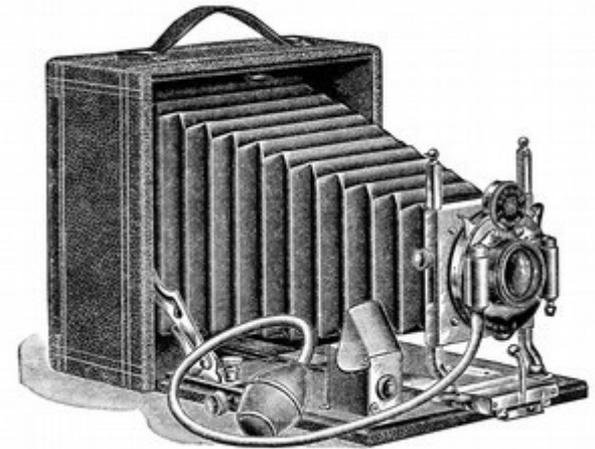
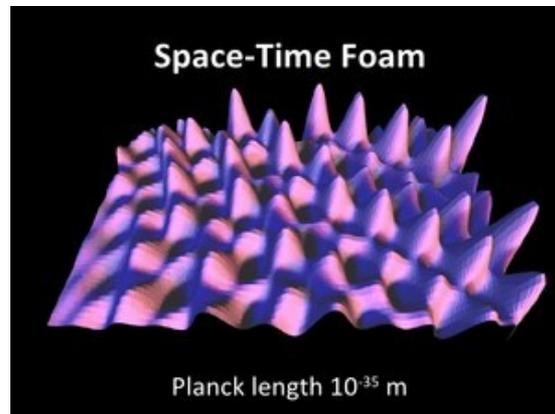
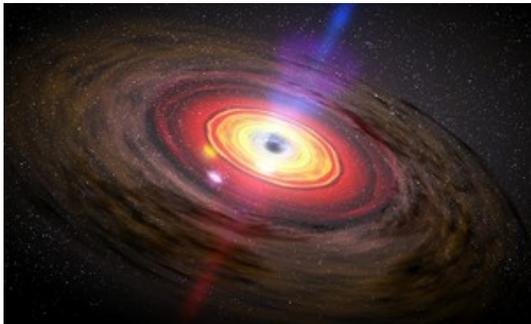
4) Reconstruction spectrale

- Spectro-morphologie résolue en temps pour sources transitoires ou étendues

5) Carte *front-end* pour caméra NectarCAM (NOW !)

- Réalisation de la carte *front-end* pour NectarCAM
 - *Hardware, firmware, software*, tests de performances
 - Le **cœur** de la caméra !

Quelques contributions du LPNHE



CTA Top Level Use Cases



• Cas d'utilisation scientifique

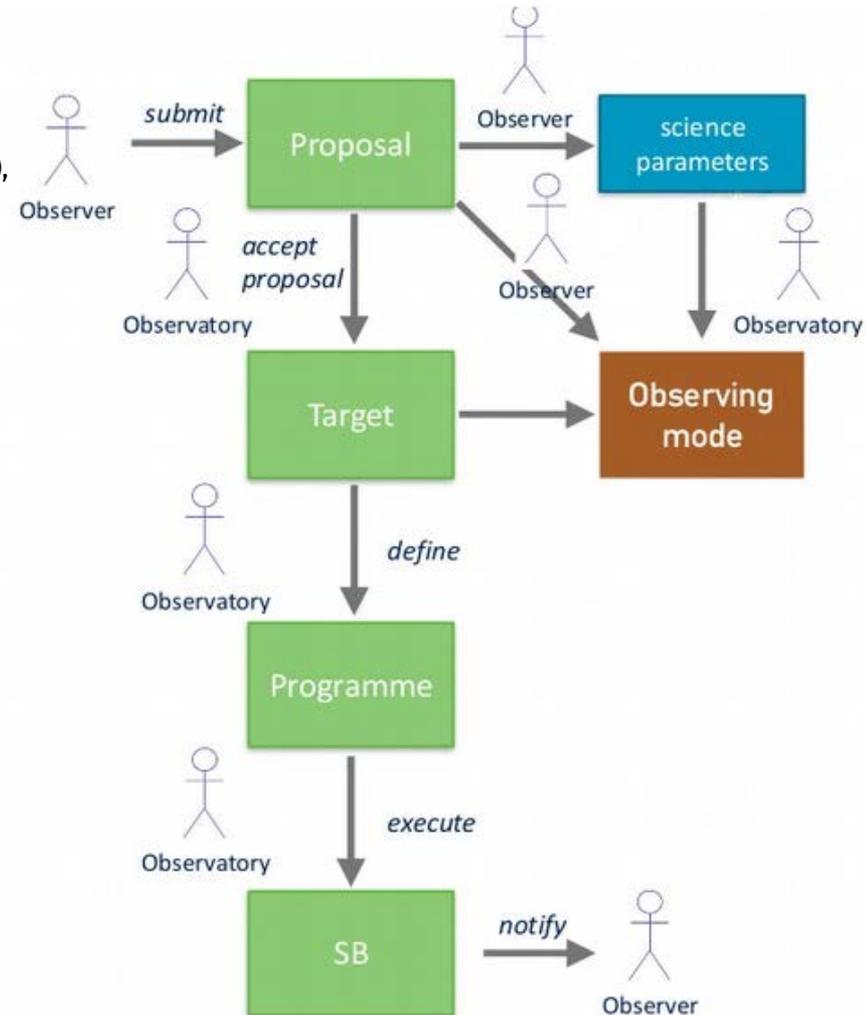
- Relevés à long terme d'AGNs
- Aperçu instantané d'un AGN
- Observer une source transitoire découverte avec le RTA (Real-Time Analysis), aka CTA self-trigger
- (GW) Observation suite à une alerte ToO d'onde gravitationnelle
- (Neutrino) Observation suite à une alerte ToO neutrino
- Observer un GRB suite à une alerte externe
- Observer un XRB/une binaire gamma suite à une alerte externe
- Procéder à un relevé d'une région du ciel
- ...

• Cas d'utilisation de l'observatoire

Comment procéder à une observation

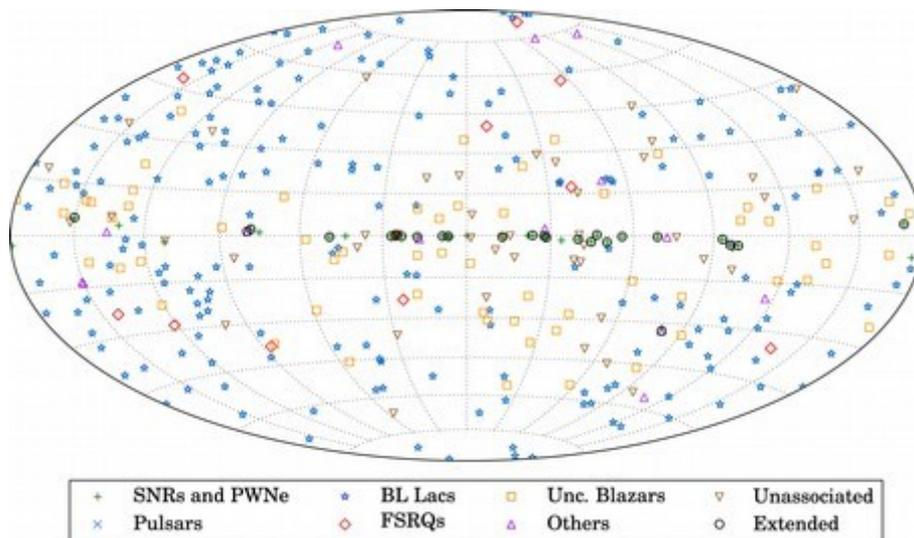
- Soumettre une demande d'observation standard
- Préparer un programme d'observation
- Acquérir les données
- Disséminer les données
- Archiver les données
- ...

(*) Involvement from LPNHE

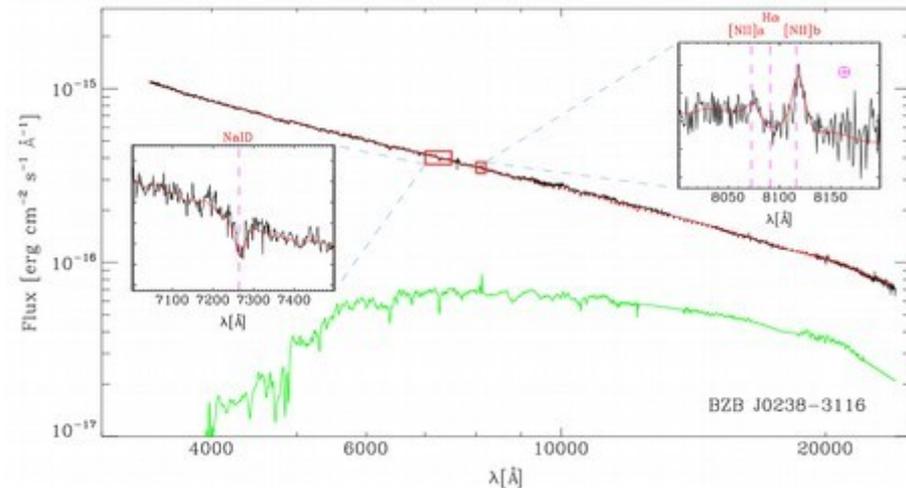


Future XGAL source population studies

- Préparation des futures études de populations extragalactiques avec CTA
 - Programmes d'observations en optique (par ex. X-Shooter @ VLT) pour la recherche de redshifts de candidats aux VHE sélectionnés dans le catalogue *Fermi*/LAT 2FHL.



(Ackermann et al., 2016)



(Pita et al., 2014)

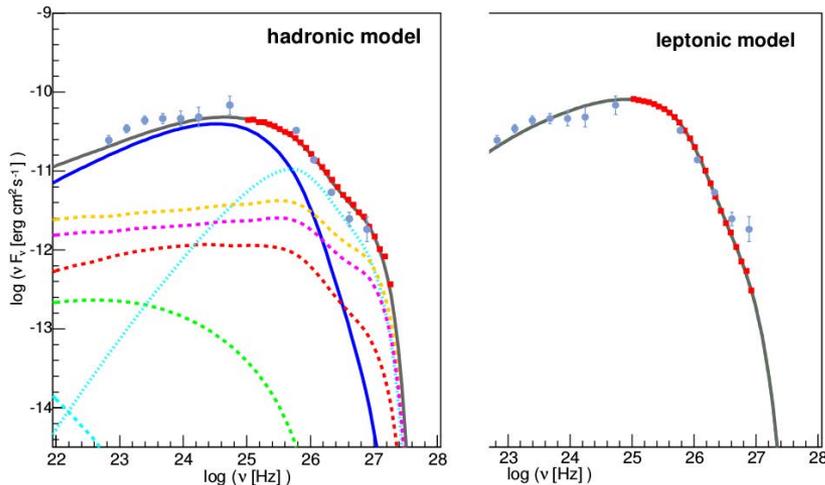
Modèles hadroniques pour les blazars

Lien γ -CR- ν

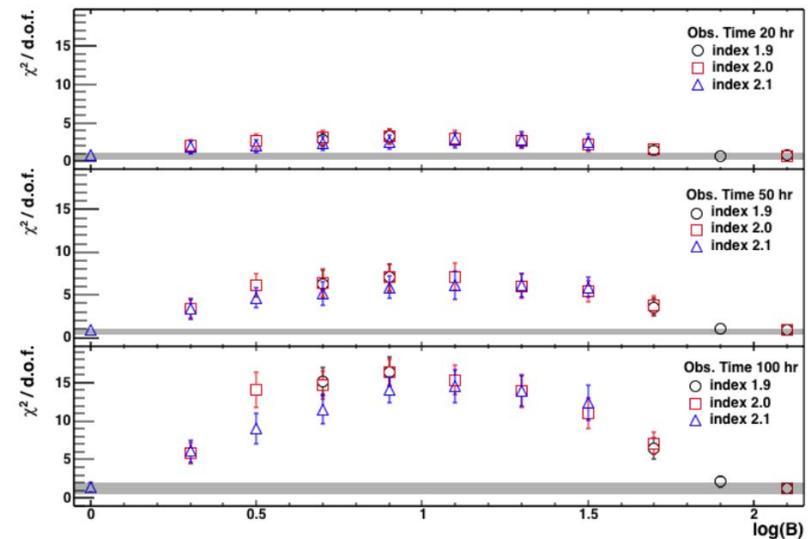


Simulations de spectres aux VHE générés par différents modèles d'émission

Peut-on discriminer émission hadronique et leptonique ?
 Avec H.E.S.S., non... mais avec CTA, oui !
 (au moins sur une grande plage de paramètres)



Spectres simulés avec CTA pour un modèle hadronique (gauche) et leptonique (droite).



χ^2 attendu avec une parabole logarithmique pour une émission hadronique pour différentes valeurs du champ magnétique.
 De haut en bas : pour 20h, 50h, 100h d'obs.
 Zone grisée : idem pour un modèle leptonique

Carte *front-end* pour NectarCAM

- **Développement complet**
 - Cartes frontales
 - *Firmware* FPGA
 - *Software* et librairies
 - Outils *software* pour banc de test
 - Interfaces



Plus de détails dans la contribution de Jean-Luc Meunier

- Activités françaises
Demande TGIR en cours

Lot	Nombre	Equipement	ETP	% CDD	CDD	25% Contingences	Total
NectarCAM	1+15	15 929 281 €	139,18	23%	1 760 627 €	4 422 477 €	22 112 385 €
DATA		800 000 €	100,00	20%	1 100 000 €	475 000 €	2 375 000 €
GCT	2+22	4 967 252 €	22,31	10%	122 705 €	1 272 489 €	6 362 446 €
Miroirs	9	2 027 309 €	6,00	50%	165 000 €	548 077 €	2 740 386 €
LST	1+3	2 485 500 €	9,68	10%	53 240 €	634 685 €	3 173 425 €
Total		26 209 342 €	277,17	21%	3 201 572 €	7 352 729 €	36 763 643 €

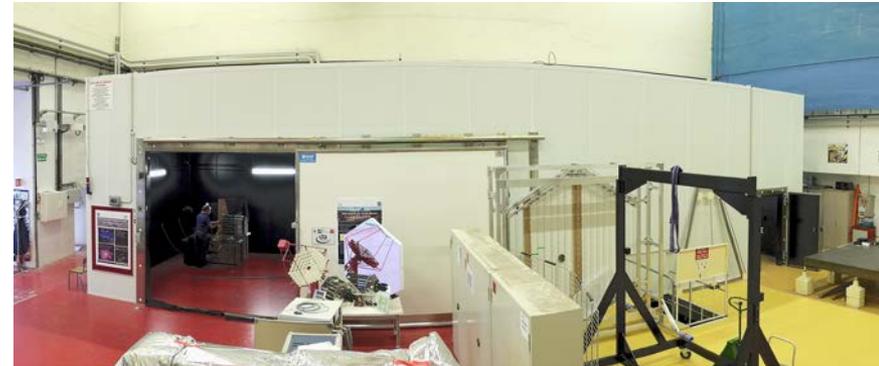
- Seuil d'implémentation pour la construction

	Type de télescope	Seuil	Réseau
Site Nord	LSTs	4	4
	MSTs	5	15
Site Sud	LSTs	0	4
	MSTs	15	25
	SSTs	50	70

Phase	Construction								Opérations
	Préproduction		Production						
Année	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Complétude	5%	10%	20%	50%	75%	85%	95%	100%	100%
Priorité	Commissioning					Observations scientifiques			

- **Futur au LPNHE**

- Carte *front-end* NectarCAM : Design final, validation, production dans industrie, avec équipe technique actuelle.
- Implication de l'équipe LPNHE à l'intégration de la caméra.
- Préparation à la physique avec CTA
 - Faible main d'œuvre, car forte implication dans H.E.S.S.



- **Futur en France**

- Finalisation du processus TGIR
- Finalisation du plan de financement
- Première caméra NectarCAM en 2017

- **Futur de CTA**

- *Hosting site agreement* signé avec Espagne (19/09/2016), dans quelques mois avec le Chili
- Début construction sur site en 2017



Merci !



04/10/2016@13:31 : Travaux en cours à La Palma

