

Le groupe de travail γ -CR- ν Activités en 2009/2010



G. Halladjian, A. Zech pour γ -CR- ν
réunion du SF2A/GdR-PCHE
Marseille, Juin 2010

Objectifs scientifiques du groupe

Objectif scientifique principal:

explorer le potentiel des scénarios hadroniques des AGN pour l'interprétation des données aux hautes énergies (rayons γ , rayons cosmiques, astro-neutrinos) et pour les prédictions pour les futurs projets.

Nous voulons avec ce groupe

- renforcer les liens entre les observateurs/expérimentateurs dans la physique des astroparticules et les théoriciens/phénoménologistes qui s'intéressent aux modèles hadroniques d'émission et aux sources potentielles de RCUE et d'astro-neutrinos.
- augmenter l'échange d'information entre les expériences dans les différents domaines
- contribuer à la préparation des projets de la prochaine génération, comme CTA, KM3NeT ou JEM/EUSO.

Membres actuels

nouveaux membres depuis 2010

(experts en modélisation de noyaux actifs, en astronomie gamma et rayons cosmiques)

+ liste de diffusion plus longue des personnes intéressées

Nom, Prénom	Laboratoire	Fonction
Allard, Denis	APC	chercheur permanent (Auger)
Baret, Bruny	APC	postdoc (Antares/KM3NeT)
Becherini, Yvonne	APC	postdoc (HESS/CTA, Antares)
Boisson, Catherine	LUTH	chercheur permanent (HESS/CTA)
Brown, Anthony	CPPM	postdoc (Antares/KM3NeT)
Cerruti, Matteo	LUTH	thésard (HESS)
Coyle, Paschal	CPPM	chercheur permanent (Antares/KM3NeT)
Decerprit, Guillaume	APC	thésard (Auger)
Dornic, Damien	CPPM	postdoc (Antares/KM3NeT)
Halladjian, Garabed	CPPM	thésard (Antares/KM3NeT)
Inoue, Susumu	Université de Kyoto (Japon)	visiteur étranger (CTA)
Kouchner, Antoine	APC	enseignant-chercheur (Antares/KM3NeT)
Lenain, Jean-Philippe	ISDC (Suisse)	visiteur étranger (CTA)
Medina, Clementina	CEA/IRFU	postdoc (HESS/CTA)
Parizot, Etienne	APC	enseignant-chercheur (Auger/JEM-EUSO)
Pita, Santiago	APC	chercheur permanent (HESS/CTA)
Reynoso, Matias	Universidad Nacional de La Plata (Argentine)	visiteur étranger (IAR - CONICET)
Rieger, Frank	MPIK Heidelberg (Allemagne)	visiteur étranger (HESS)
Romero, Gustavo E.	Universidad Nacional de La Plata (Argentine)	visiteur étranger (IAR - CONICET)
Ruppel, Jens	Ruhr-Universität Bochum (Allemagne)	visiteur étranger (HESS)
Schlickeiser, Reinhard	Ruhr-Universität Bochum (Allemagne)	visiteur étranger (HESS)
Semikoz, Dmitri	APC	chercheur permanent (Auger)
Sol, Hélène	LUTH	chercheur permanent (HESS/CTA)
VanElewyck, Véronique	APC	enseignant-chercheur (Antares/KM3NeT)
Vila, Gabriela S.	Universidad Nacional de La Plata (Argentine)	visiteur étranger (IAR - CONICET)
Zech, Andreas	LUTH	enseignant-chercheur (HESS/CTA)

Activités 2009/2010

- en 2009: plusieurs échanges et séjours de travail
- Janvier 2010: **atelier sur les processus d'accélération et d'émission dans les AGN**
- en 2010: échanges et séjours de travail prévus entre membres du groupe
- fin 2010: il est prévu d'avoir une troisième réunion du groupe pour discuter des prédictions pour CTA, KM3NeT et JEM/EUSO, mais aussi des modèles.

Collaborations:

- collaboration entre l'équipe de H.E.S.S. du LUTH et des chercheurs de Kyoto et Tokyo (S. Inoue et K. Asano) sur les modèles hadroniques pour les AGN et sur le "science case" de CTA depuis 2009
- travail collaboratif sur un modèle hadronique pour Cen A en place depuis fin 2008 entre C. Medina, M. Reynoso et l'équipe de G. Romero.
- premier contact avec les experts des processus d'accélération présents à l'atelier en janvier 2010. Plus d'échanges avec F. Rieger et R. Schlickeiser sont prévus.

Publications

A synchrotron self-Compton model for the VHE gamma-ray emission from Cen A, Proceeding de l'International Cosmic Ray Conference 2009, J.-P. Lenain, M. C. Medina, C. Boisson et al.

Models for the high-energy emission of Centaurus A, HEPRO II conference, Buenos Aires 2009 (to be published in the International Journal of Physics D), M. M. Reynoso, M. C. Medina, G. E. Romero et al.

A lepto-hadronic model for high-energy emission from FR I radiogalaxies, M.M. Reynoso, M.C.Medina, G.E.Romero, soumis à A&A

Science Prospects for CTA, A. Zech, presentation at the SNOWPAC workshop, March 2010

Toutes les présentations de notre première réunion et de l'atelier "accélération et émission dans les AGN" sont disponible sur le site web du groupe:

<http://www.luth.obspm.fr/gammacrnu>

Acceleration & Emission Processes at High Energies and their Application to AGN

A two-day workshop at the Observatoire de Paris in Meudon

- financés par notre groupe (merci au GdR-PCHE !) et par l'Observatoire de Paris et le CIAS
 -
 - deux journées de présentations + trois journées de travail en petits groupes
 -
 - une quarantaine de participants internationaux (Allemagne, Argentine, France, Italie, Japon, Pologne, Suisse, USA)
 -
 - une vingtaine de présentations (disponible sur notre site)
 -
- <http://www.luth.obspm.fr/gammacrn>



Atelier acc./émmiss. dans AGN 1ère journée

Monday, January 25th time	speaker	title
9:30 - 10:00 coffee		
	R. Schlickeiser	Introduction to acceleration processes
	G. Pelletier	Particle Acceleration at Relativistic Shocks and Generation of Electromagnetic Waves. Performance in Relativistic Jets
	K. Nishikawa	Simulation of Relativistic Shocks and Associated Self-consistent Radiation
12:30 - 13:30 lunch		
	K. Katarzynski	Particle acceleration and VHE emission of blazars
	F. Rieger	Cen A as TeV and UHECR source
	M. Lemoine	On sources of UHECR, chemical composition vs anisotropy
16:00 - 16:30 coffee		
	L. Stawarz	Acceleration of ultrarelativistic electrons in AGN jets
	A. Marcowith	High energy processes in massive star forming regions and starburst galaxies
	A. Neronov	Gamma-ray observations of blazars and extragalactic magnetic fields

Atelier acc./émmiss. dans AGN 2ème journée

Tuesday, January 26th time	speaker	title
9:30 - 10:00 coffee		
	S. Inoue	Gamma-ray Emission from UHECR Accelerators
	K. Asano	Hadronic cascades in GRBs and AGNs
	R. Schlickeiser	SSC flaring of TeV blazars: Linear and nonlinear electron cooling
12:30 - 13:40 lunch		
	M. Cerruti	Leptonic and hadronic modelling of the blazar PKS 2155-304
	L. Stawarz	Extended AGN lobes and ultrarelativistic hadrons
	K. Kotera	Are signatures of UHECR detectable in gamma rays ?
16:00 - 16:30 coffee & poster	C. Guennou	A model for the SED of M87 (poster)
	C. Medina	A heavy jet model for CenA
	M. Reynoso	Prediction of a neutrino flux from CenA
	G. Halladjian	High energy cosmic neutrino search with ANTARES

Quelques Résultats de notre atelier

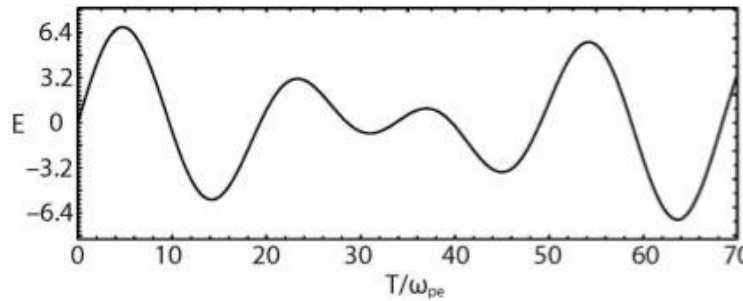
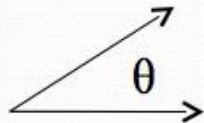
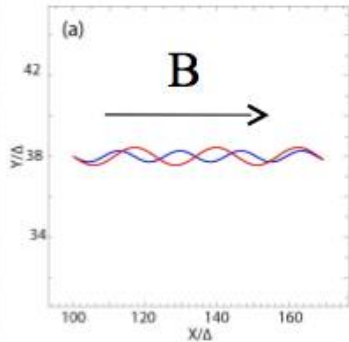
1. Processus d'accélération et de refroidissement

Synchrotron radiation from propagating electrons in a uniform magnetic field

K. Nishikawa:

electron trajectories

radiation electric field observed at long distance



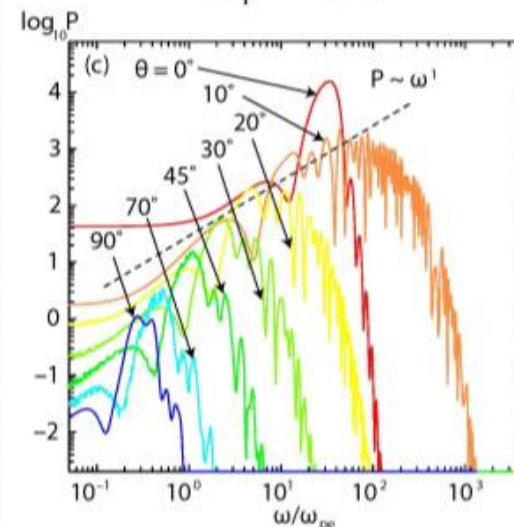
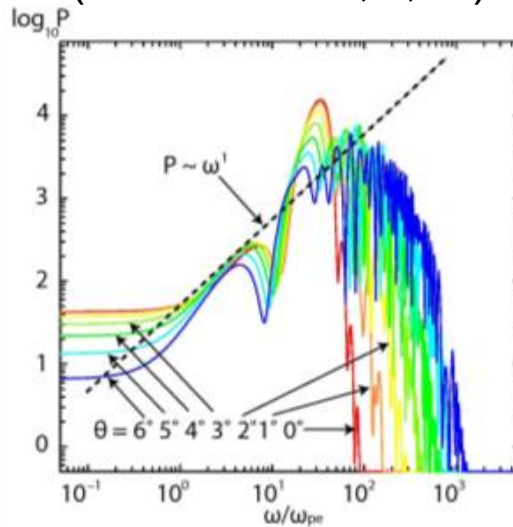
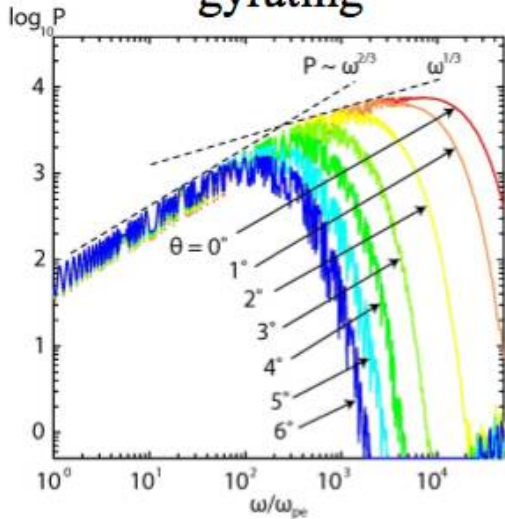
simulations
"Particle In Cell"
de l'accélération
sur une front de
choc relativiste +
émission
synchrotron

spectra with different viewing angles

(+ different B, v, ...)

$\theta_\gamma = 4.25^\circ$

gyrating



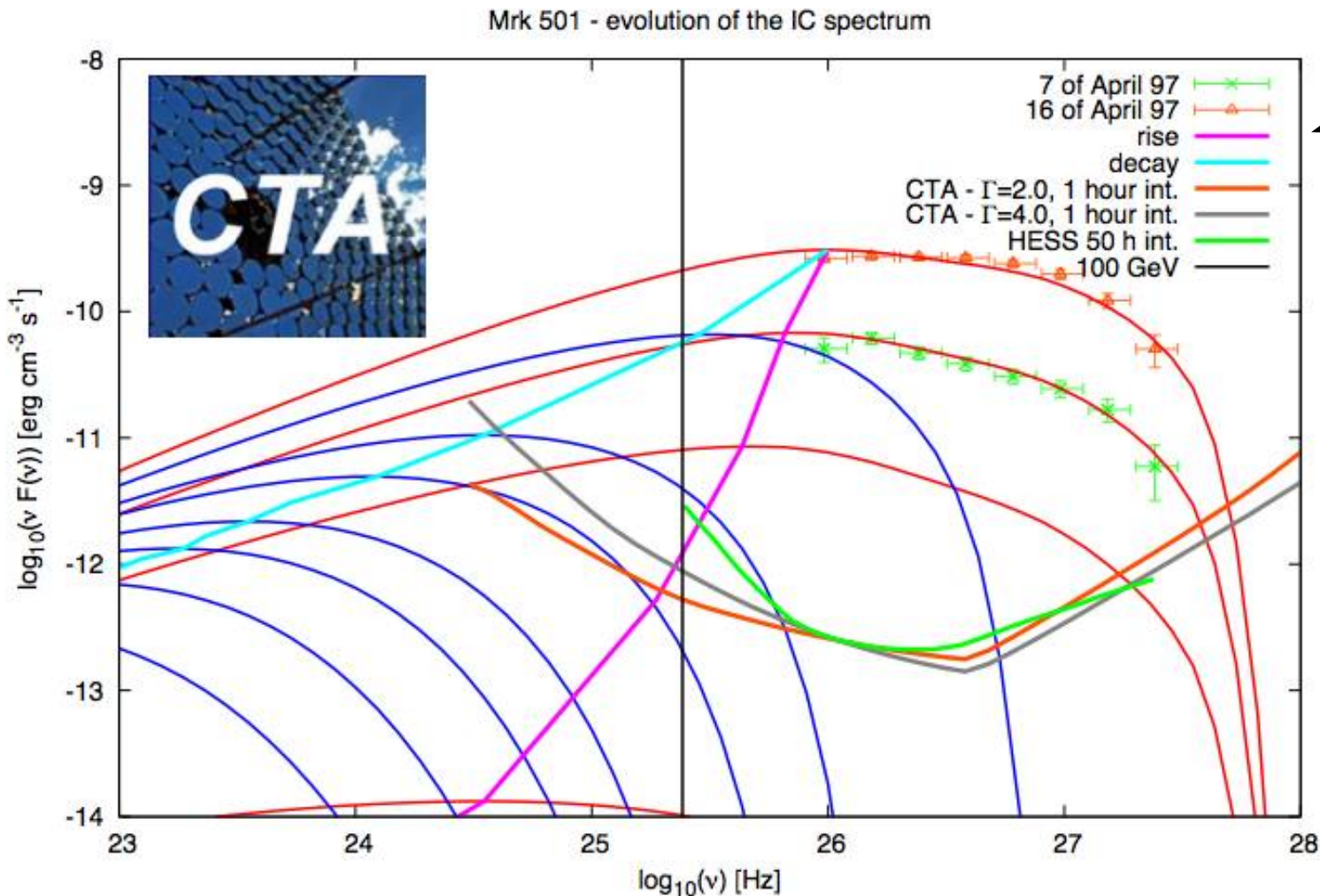
Nishikawa et al. astro-ph/0809.5067

17/39

G. Pelletier
discute
l'accélération
Fermi sur des
chocs relativistes

=> pas
prometteur pour
les jets de blazar
et les FR II, mieux
adapté au cas
des sursauts
gamma

1. Processus d'accélération et de refroidissement



K. Katarzynski:

modèle SSC avec accélération stochastique + refroidissement radiatif prévoit une évolution spectrale spécifique ("rise" et "decay").

CTA sera l'instrument idéal pour tester cette évolution dans des "flares" de Noyaux Actifs de Galaxies.

R. Schlickeiser: description analytique du refroidissement par rayonnement Compton Inverse. La présence de ce processus est directement vérifiable par l'observation de "flares" de Noyaux Actifs de Galaxies.

2. Centaurus A et l'origine des RCUE

F. Rieger: Cen A comme source de protons ultra-énergétiques ?

- par **accélération de protons proche du trou noir** (Blandford Znajek, accélération centrifugale)?

=> peu probable (M, B et spin trop petits, pertes par "curvature radiation"...)

- par **accélération par des chocs dans les jets** ?

=> peu probable (vitesse des chocs internes attendues trop petites)

- par **accélération Fermi 2 dans les lobes** ?

=> peu probable ? (vitesse d'Alfven attendue trop petite ?)

- **"shear acceleration"** (Fermi 2) sur les jets à l'échelle du kpc ?

=> semble possible !

Vérification contre la puissance (luminosité) du jet dans les FRI:

=> 10^{20} eV possible pour "shear acceleration", pas pour accélération par chocs !

Pour des noyaux lourds -> accélération par chocs etc. plus probable

2. Centaurus A et l'origine des RCUE

Cen A GRBs with scattering on the lobes



► Accounting for the scattering on the lobes:

- angular deflection through crossing Cen A lobes:

$$\delta\theta_{\text{lobe}} \simeq 54^\circ l_{100 \text{ kpc}}^{1/2} B_{1 \mu\text{G}} \lambda_{100 \text{ kpc}}^{1/2} E_{70 \text{ EeV}}^{-1}$$

- time delay through interaction with lobes:

$$\delta t_{\text{lobe}} \simeq 100 \text{ kpc}/c \simeq 3 \times 10^5 \text{ yr}$$

- number of GRBs seen through scattering on lobes:

$$\langle N_{\text{GRB}|\text{lobe}} \rangle \simeq \dot{N} \delta t_{\text{lobes}} \frac{\Delta\Omega_{\text{lobes}}}{2\pi} \sim \mathcal{O}(1)$$

... through scattering on the lobes, UHECR emission from Cen A becomes continuous...

- flux from one GRB in Cen A after scattering on lobes:

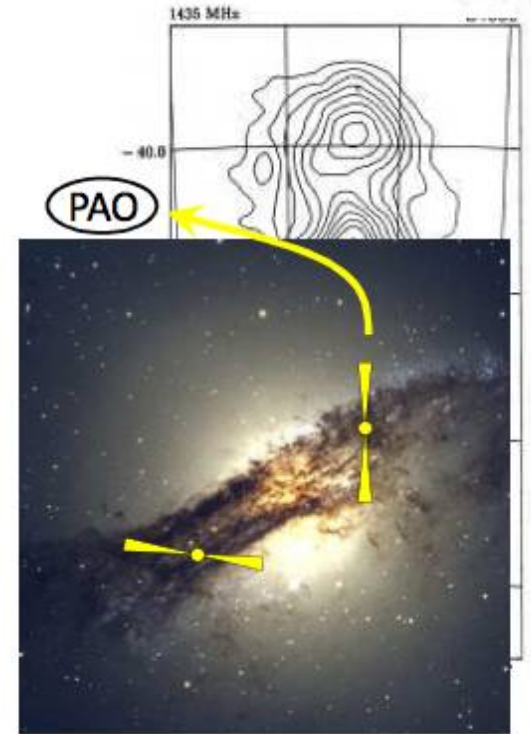
$$j_{\text{CenA}} \simeq 10^{-37} \epsilon_{51} E_{70 \text{ EeV}}^{-2} \delta t_{5.5}^{-1} f_\epsilon^{-1} / \text{eV}/\text{m}^2/\text{s}$$

10⁵¹ ergs

log(E_{max}/E_{min}) ~ a few - 10

~ 2 - 25% of PAO flux within 10° of Cen A

~ 0.25 → a few events for PAO

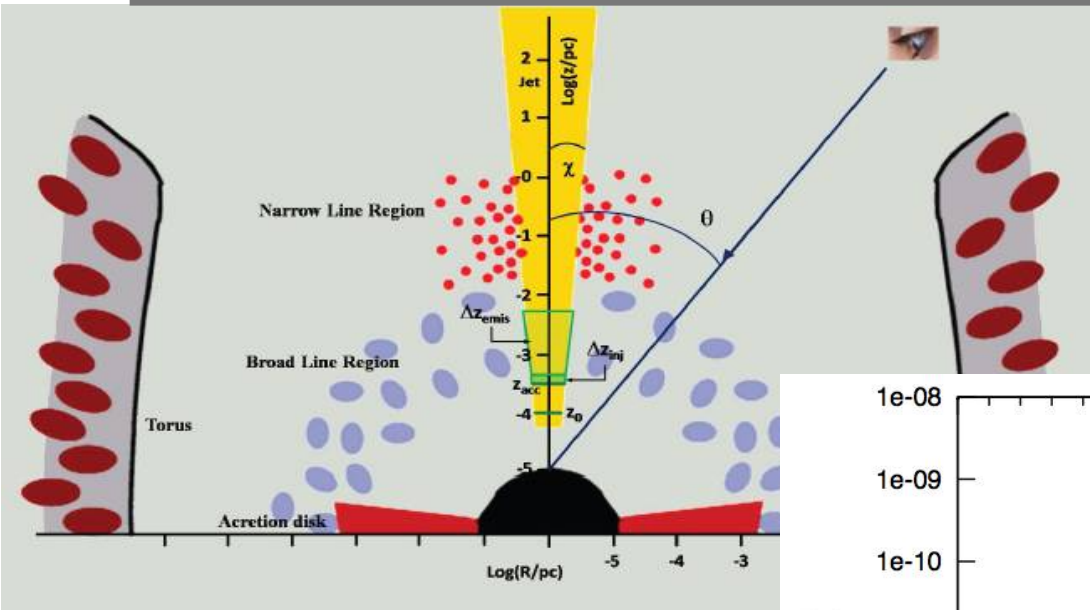


M.Lemoine:

nouvelle explication pour les RCUE vus dans la direction de Cen A

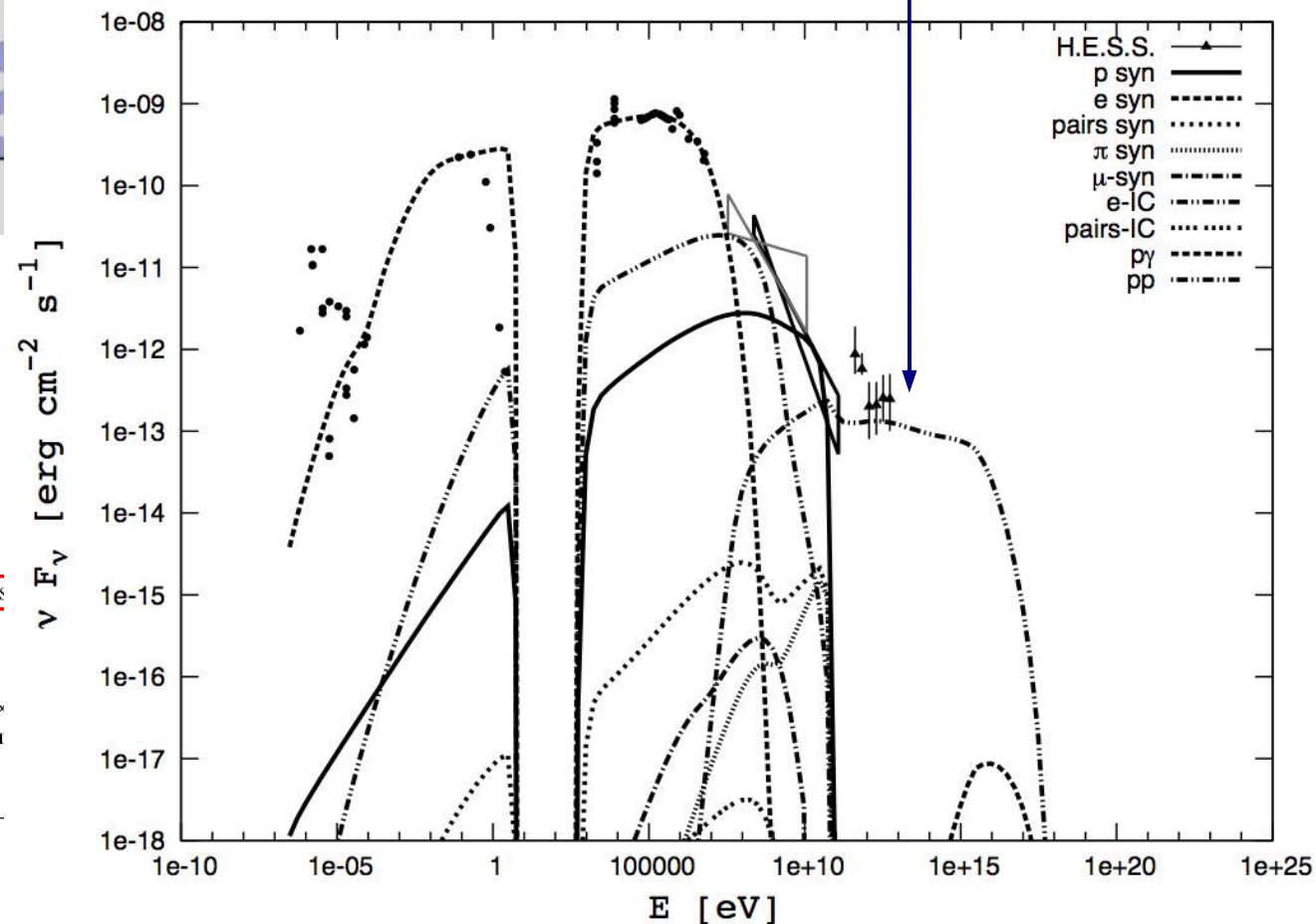
-> origine dans des sursauts gamma + déflexion dans les lobes radio

3. Modèles hadroniques et neutrinos



"Heavy jet model" pour Centaurus A,
C. Medina, M. Reynoso, G.E.Romero &
 groupe du LUTH:

des interactions $pp \rightarrow \pi^0 \rightarrow \gamma$ dans
 le jet expliquent les rayons gamma au TeV



Controversial Parameters ?

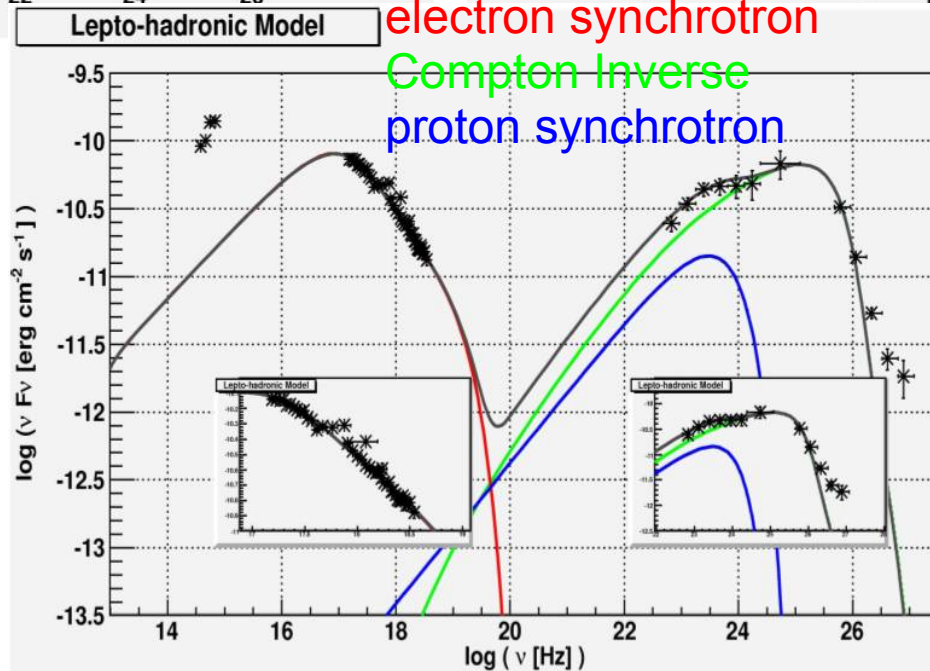
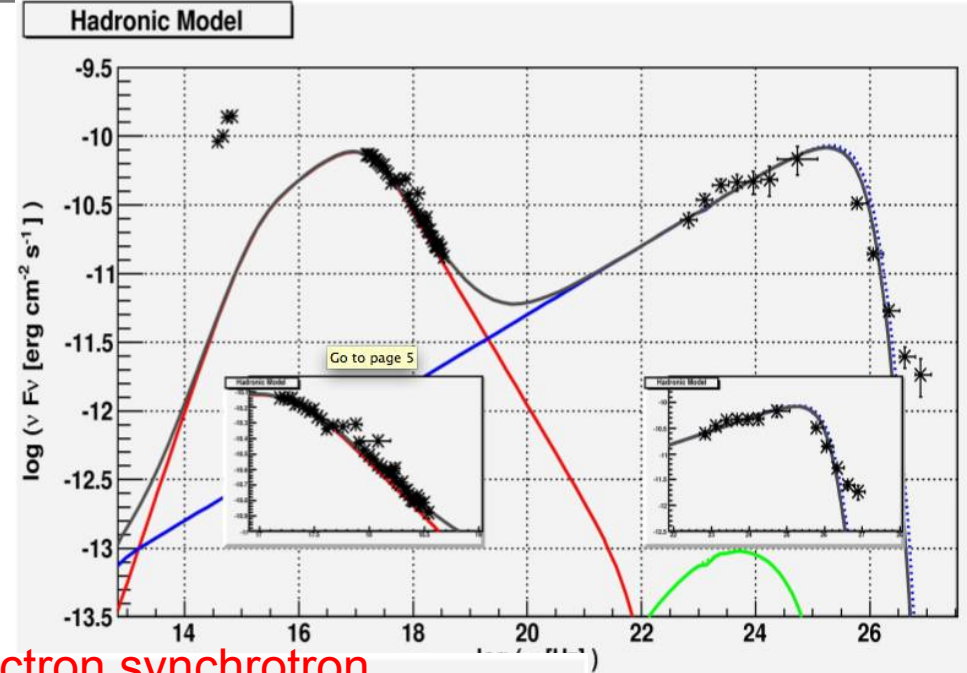
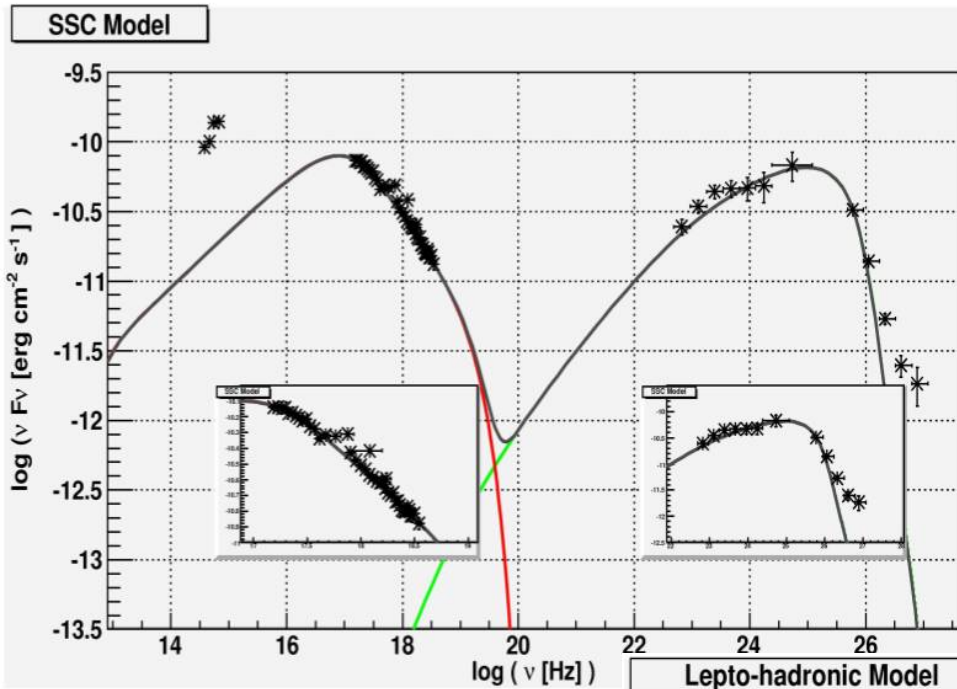
Parameter	Value
M_{bh} : black hole mass	$10^8 M_\odot$
Γ_b : jet Lorentz factor	3
L_k : jet power	$2 \times 10^{45} \text{ erg s}^{-1}$
q_{rel} : fraction of power in rel. part.	0.1
a : proton to electron power ratio	0.4
m : magnetic field index	1.5
z_0 : jet launching site	$50 R_g = 7.4 \times 10^{15} \text{ cm}$
z_{acc} : particle acceleration site	$7.4 \times 10^{15} \text{ cm}$
ξ : jet half-opening angle	5°
θ : viewing angle	25°

$B_0 \sim 10^4 \text{ G (base of the jet)}$

$B_{acc} \sim 200 \text{ G (acceleration zone)}$

$$B_0 = \sqrt{\frac{8L_k}{[r_j(z_0)]^2 v_b}}$$

3. Modèles hadroniques et neutrinos



M. Cerruti, groupe LUTH:
émission du blazar PKS
2155-304 avec trois
modèles:

- Synchrotron Self-Compton (SSC)
- Proton-Synchrotron (Hadronic Model)
- mixte (Lepto-hadronic Model)

=> des mécanismes hadroniques peuvent contribuer significativement au flux même pour B=0.25 G

(très préliminaire!)

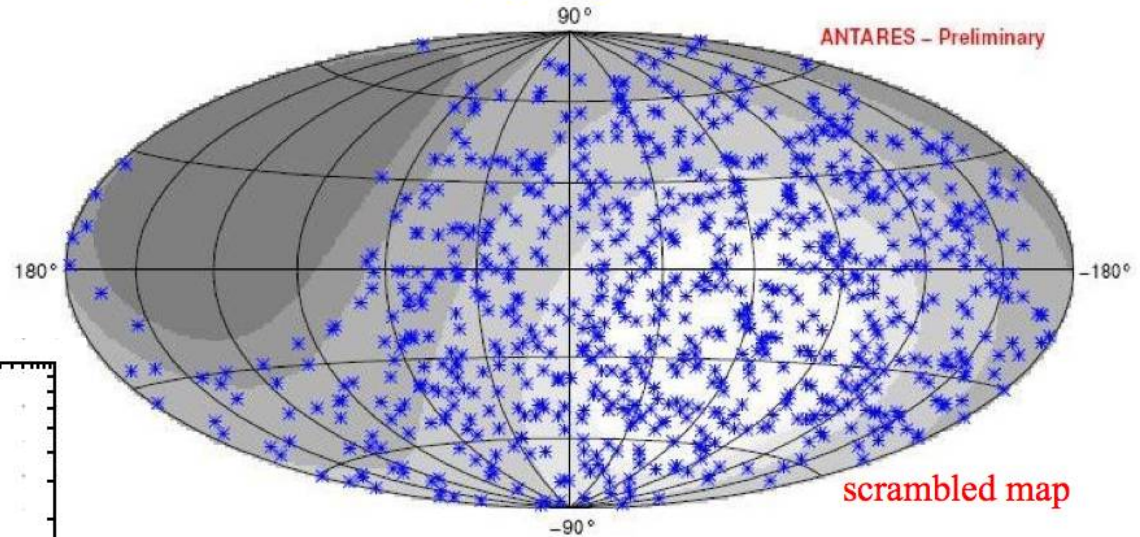
3. Modèles hadroniques et neutrinos



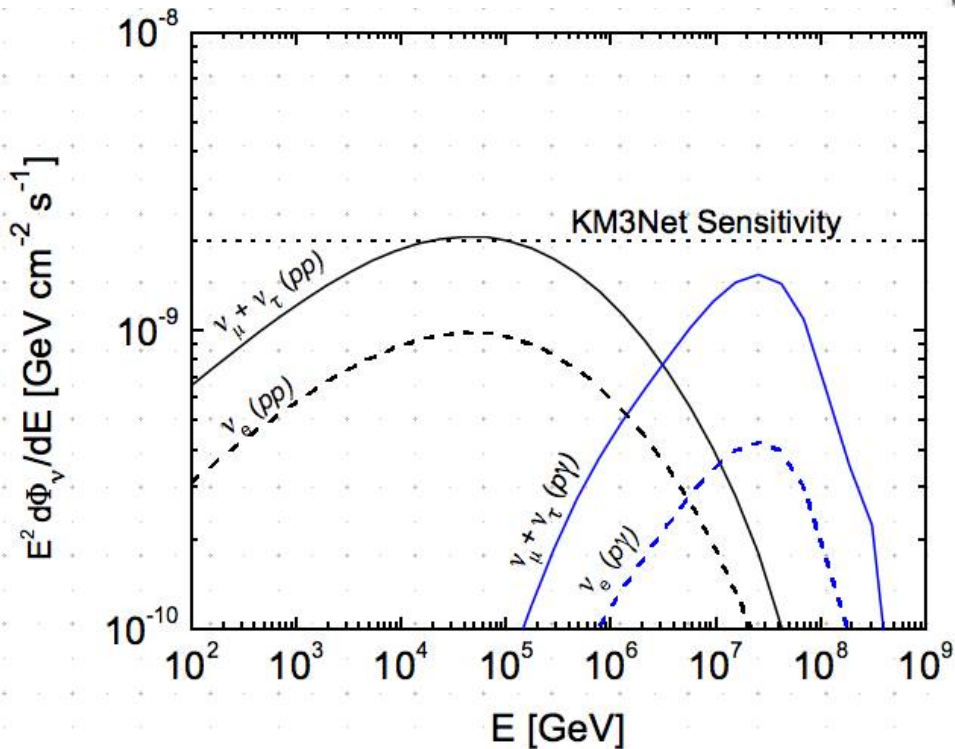
2007+2008 Sky Map



750 up-going neutrinos



prédictions du modèle "Heavy Jet"
pour Cen A, **M. Reynoso** et al.



carte du ciel vu par Antares
dans deux ans
(randomisé), **G. Halladjian**

Conclusions

- Notre atelier à Meudon a donné lieu à des échanges entre modélisateurs, experts des processus d'accélération et expérimentateurs
- Notre groupe a attiré quatre membres additionnels, experts sur l'accélération et l'émission aux hautes énergies, et plusieurs personnes intéressés par nos activités
- Le travail avance sur deux modèles hadroniques et sur les prédictions pour KM3NeT et CTA.
- Une prochaine réunion est prévue vers la fin de l'année, plus ciblée sur les expériences en cours et les futurs projets.

Merci pour votre soutien !