

**Aurélien Barrau**

**Section CNU 29 (constituants élémentaires)**

**Professeur IUF à l'Université Joseph Fourier**  
*Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie*

**Curriculum vitae**

**2013**



# CURRICULUM VITAE

Professeur  
au Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (IN2P3/UJF/INPG)  
enseignant à l'Université Joseph Fourier - Grenoble I

*Membre de l'Institut Universitaire de France*

***Spécialités*** : Cosmologie et astrophysique des hautes énergies

Né le 19 mai 1973

Adresse professionnelle :  
Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie  
53, avenue des Martyrs  
38026 GRENOBLE CEDEX  
tél : 04 76 28 41 79  
fax : 04 76 20 40 04  
mél : barrau@in2p3.fr

## ***Diplômes, cursus académique***

Qualifié aux fonctions de professeur des universités en 2008.

Habilitation à diriger des recherches délivrée en 2004. Titre du mémoire: « A la lumière des trous noirs primordiaux ». Travail mené au LPSC-Grenoble.

Doctorat délivré en 1998 avec la mention très honorable et les **félicitations du jury**. Titre de la thèse : « Astrophysique gamma de très haute énergie, étude du noyau actif de galaxie mrk501 et implications cosmologiques ». Travail mené au LPNHE-Paris.

## ***Distinctions***

Lauréat du **Prix International Bogoliubov** de physique théorique "young scientist 2006". Remis à Dubna (Russie) par le « Joint Institute for Nuclear Research ».

Visiteur invité à l'Institut des Hautes Etudes scientifiques (**IHES**) en février 2009.

Lauréat de la démarche de mécénat scientifique de « soutien à la recherche de très haut niveau » de la société Hublot-Genève.

Nommé membre junior de l'Institut Universitaire de France (**IUF**) au 1<sup>er</sup> octobre 2009.

Médaille de l'Université Joseph Fourier, 2010.

Visiteur invité à l'Institute for Advanced Study de Princeton (**IAP**) en février 2011.

Visiteur invité à l'Institut des Hautes Etudes scientifiques (**IHES**) en juin 2013.

## ***Activités de recherche***

### **1) Au LPSC-Grenoble (CNRS/IN2P3/UJF/INPG) 1998→maintenant**

#### **Cosmologie, trous noirs, rayonnement cosmique et recherche de nouvelle physique :**

##### ***Activités expérimentales :***

- **Coordinateur scientifique** de l'expérience **AMS** (collaboration internationale structurée depuis 1990 et visant à la mise en place d'un détecteur de particules sur la station spatiale ISS en juillet 2010) au LPSC jusqu'en 2011. En particulier : définition des caractéristiques de l'imageur Cherenkov, tests de l'instrument (sur faisceau au CERN) et des photodétecteurs, participation à la conception de l'électronique de lecture, mise en oeuvre d'un prototype.
- Participant à l'expérience ballon **CREAM** (approuvée par le CNRS et financée par l'ANR) de mesure du rayonnement cosmique à très haute énergie par un ballon stratosphérique. Participation à la construction du RICH permettant de mesurer la charge des particules, participation aux tests et à l'analyse.
- **Membre du board** de l'expérience **LSST** (collaboration internationale mettant en place un télescope de très grande ouverture spécifiquement dédié à l'étude de l'énergie noire, opérationnel en 2015). **Coordinateur au niveau international** de l'activité d'étalonnage de la caméra intégrée (comportant plus de 3 milliards de pixels, celle-ci est la plus complexe et la plus grande jamais conçue).

##### ***Activités théoriques :***

*Mise en place de plusieurs collaborations avec des laboratoires français (Annecy, Montpellier, Paris, Toulouse) et étrangers (Durham, Stanford, Moscou, Oxford, etc.) de physique théorique et d'astrophysique.*

#### **Initiateur d'une nouvelle activité de recherche au laboratoire autour des trous noirs, de la relativité et la gravitation quantique.**

- Modélisation de la propagation du rayonnement cosmique nucléaire dans la Galaxie.
- Etude générale des couplages quantiques entre les particules élémentaires et les trous noirs.

- Développement d'un modèle de propagation des champs scalaires et de quantification des champs scalaires en relativité générale.
- Calcul des flux d'antiprotons cosmiques induits par l'annihilation de particules de matière noire. Obtention de nouvelles contraintes sur les modèles de Kaluza-Klein.
- Nouvelle hypothèse (reliques de Planck) sur la matière noire dans le cadre des modèles inflationnaires à brisure d'invariance d'échelle. Liens avec l'énergie noire.
- Proposition de moyens d'investigation cosmologique de la supersymétrie (extension du modèle standard de la physique des particules) avec le mode tenseur du fond diffus micro-onde (CMB).
- Etude de la possibilité de tester des effets de gravité étendue auprès des accélérateurs de particules (LHC) dans le cadre des modèles à basse échelle de Planck.
- Phénoménologie de la gravité de Lovelock (généralisation du Lagrangien d'Einstein) et des trous noirs en espace de-Sitter et anti-de-Sitter (avec constante cosmologique).
- Conséquences astrophysiques d'une modification de l'échelle de Planck.
- Développement d'un formalisme général pour calculer les propagateurs en théorie quantique des champs avec une métrique de fond arbitraire.
- Obtention d'une limite inférieure originale sur la constante de Hubble.
- Premier calcul de l'entropie rayonnée par un trou noir branaire. Conséquences pour la conjecture de Bekenstein liant gravitation et thermodynamique.
- Nouvelles propositions pour sonder des effets de gravité quantique à boucle en cosmologie.
- Etude des effets « pré Big Bang » en cosmologie quantique
- Construction de l'Hamiltonien « sans anomalie » (algèbre close) en cosmologie quantique à boucles.

## 2) Au LPNHE-Jussieu (CNRS/IN2P3/Paris VI-Paris VII) 1995/1998

### **Astronomie gamma, Noyaux actifs de galaxie et cosmologie**

- Participation à la conception du réseau de télescopes gamma au sol **HESS**.
- Participation à la conception du télescope gamma au sol **CAT**.
- Analyse des données obtenues sur le noyau actif de galaxie Mrk501 et interprétation astrophysique.
- Obtention d'une limite sur la densité du fond diffus infra-rouge extra-galactique conduisant à l'une des meilleures estimations disponibles. (Collaboration avec l'Observatoire de Meudon et l'Institut d'Astrophysique spatiale)

### ***Publications, rayonnement international, responsabilités***

- Auteur principal (ou parmi les auteurs principaux) d'environ 50 articles à petit nombre d'auteurs, publiés dans des revues à comité de lecture de rang A (voir liste jointe).
- Interventions orales à plus de 60 conférences nationales ou internationales (la plupart avec actes publiés), souvent invitées.
- Plus de 55 « notices » sur la bases de données SPIRES (citations : h=23).
- Invité à donner une trentaine de séminaires.
- Invité à des congrès internationaux comme organisateur.
- Invité à donner des cours dans des établissements universitaires extérieurs (ENS Ulm, ENS Cachan, etc.)

- Invité à donner des cours des écoles internationales destinées aux chercheurs et aux doctorants.
- *Referee* pour Physical Review Letters, Physical Review D, International Journal of Modern Physics, JCAP, JHEP, Astrophysical Journal, NIM, SIGMA (Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications), etc.
- Expert pour la sélection des projets retenus par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), refusant actuellement d'exercer cette fonction.
- Expert pour la sélection de projets soutenus par le Conseil Régional d'Ile de France.
- Expert pour la sélection des projets soutenus par le European Research Council (ERC)
- Titulaire de la prime d'encadrement doctoral puis d'excellence scientifique.
- Invité à écrire des articles pour « l'Encyclopedia universalis », « La Recherche », « Pour la Science », « Ciel et Espace », « science et vie », « Science et Avenir », etc. et à participer à des émissions sur France Culture, France Inter, TV5, Arte, France 3, etc.
- Membre de la commission de spécialistes de Chambéry (2001-2008)
- Membre de la commission de spécialistes de Grenoble (2007-2008)
- Membre de comités de recrutement depuis 2009.
- Responsable des séminaires du laboratoire (2000-2006)
- Participation à la coordination du groupe alpin d'astroparticules et de cosmologie (2011-2006)
- Participation à la coordination d'un réseau européen "Particles in Space" (2003) rassemblant plusieurs dizaines de laboratoires.
- Membre du comité de coordination de la base de publication du CNRS.
- Coordinateur scientifique de l'expérience AMS au LPSC (2006-2012)
- coordinateur scientifique de l'expérience LSST au LPSC (depuis 2008) et coordinateur nationale de l'activité d'étalonnage par banc test.
- Coordination des Master 2 Recherche de physique de l'UJF et Responsable du Master 2 « Physique Subatomique et Astroparticules ».
- Membre du bureau du Centre de Physique Théorique de Grenoble.
- Membre du comité de pilotage du Labex ENIGMASS.
- Membre du conseil scientifique du CCSTI.
- Membre du conseil d'administration de l'Institut des Humanités de Paris-7

## ***Enseignement et encadrement***

**Coordinateur des Master de physique de l'UFR de physique de l'UJF.**

**Responsable du Master-2 « Physique Subatomique et astroparticules ».**

**Environ 200 heures par an d'enseignement à l'Université Joseph Fourier de Grenoble jusqu'en 2010 (début de la décharge IUF).**

Matières enseignées (entre autres) ces dernières années :

- Mathématiques en L3 (licence)
- Physique moderne (L1)
- Electrodynamique en L3 (licence)
- Electronique en L3 (licence)
- Electrotechnique et életctronique en L3 (licence)

- Physique des particules élémentaires en M1 (maîtrise)
- Introduction à la physique pour les philosophes (Licence, à l'UPMF)
- Astrophysique des particules M2 (DEA) « astrophysique et milieux dilués » et « Physique Subatomique et astroparticules ».
- Relativité générale et cosmologie en M2 (DEA) « astrophysique et milieux dilués » et « Physique Subatomique et astroparticules ».
- Physique des trous noirs en école doctorale.

#### **Encadrement de cinq thèses à 100% :**

- Thèse de G. Boudoul (UJF) : Trous noirs primordiaux, rayonnement cosmique et développements instrumentaux pour l'imageur Cherenkov de l'expérience spatiale AMS (2000/2003) → **Actuellement CR CNRS (section 03)**
- Thèse de J. Grain (UJF) : Relativité Générale et Champs quantiques : quelques aspects de physique des trous noirs et de cosmologie en gravité de Lovelock, dimensions supplémentaires et espaces de-Sitter (2003/2006) → **actuellement CR CNRS (section 17)**
- Thèse d'A. Gorecki (UJF) : Réalisation d'un banc d'étalonnage de la caméra du télescope LSST (2007/2010)
- Thèse de Thomas Cailleteau (UJF) : Cosmologie quantique à boucles (2008/2011)
- Thèse de Linda Linsefors (UJF) : Phénoménologie de la cosmologie quantique (2012/2015)

**Encadrement d'une trentaine de stages** entre les niveaux L3 (licence) et M2 (DEA) sur des sujets variés : tests de détecteurs, diffusion des rayons cosmiques, cosmologie, etc.

**Membre de jury (et rapporteur) de nombreuses thèses et HDR** en astrophysique, cosmologie et physique des particules.

L'Enseignement est une part important de mon métier et c'est avec un réel plaisir que je participe à la mise en place de cours nouveaux et à l'encadrement des étudiants. C'est pour moi un privilège et une chance d'enseigner entre les niveaux « L1 » et « Doctorat » et il me semble que cette activité est à la fois un enrichissement personnel substantiel et un juste retour vers la société.

### ***Activités de communication et de vulgarisation***

- Articles dans des revues grand public : Pour la Science, La Recherche, Ciel et Espace, Science et Avenir, Science et vie, Courrier du CERN...
- Conférences : invité à donner ces dernières années une quarantaine de conférences (dont les « grandes conférences » de l'Année Mondiale de la Physique et de l'Année Mondiale de l'Astronomie, de l'UNESCO) pour le grand public à Paris, Lyon, Grenoble, etc.
- Audiovisuelle : participation à des films diffusés sur ARTE et sur la cinquième chaîne (« Surprises de la matière » et « Espaces de Recherche »), responsable scientifique d'une émission quotidienne « Le Ciel ce Soir' » destinée à TV5 (2003), invité à différentes émissions de radio (France Culture, France Inter) pour évoquer la physique des trous noirs, la physique des particules et la cosmologie.

- Activités diverses : invité à différents cafés des sciences, interventions dans des lycées, participation au centenaire de la découverte de la radioactivité, participations à la Semaine de la Science, animation scientifique du site de Thémis durant la thèse, membre du réseau « La main à la pâte » depuis 1999, membre de la commission de communication de l'Observatoire de Grenoble (1998-2001), participation aux programmes interdisciplinaires des Universités (2003 & 2008), invité au festival d'astronomie de Fleurance, membre du comité de préparation de l'année mondiale de l'astronomie AMA09, conseiller scientifique éditorial, etc.

### *Autres centres d'intérêt*

- Titulaire d'une licence, d'une maîtrise et d'un Master (M2) de philosophie, avec la mention TB. Intéressé par Derrida, Nancy, Deleuze, Cixous.
- Arts plastiques : commissaire des Rencontres Internationales de la Photographie (Arles) en 1995 et participation à l'organisation d'une exposition au musée d'Orsay en 2001
- Musique : De Bach à Dutilleux, la musique occupe une grande place dans ma vie

# PUBLICATIONS et CONFERENCES

Les expériences auxquelles je participe sont des collaborations internationales et dix ou vingt ans s'écoulent usuellement entre le début de la participation et la publication des résultats. Pour cette raison, mes principales publications sont des travaux théoriques à petit nombre d'auteurs. Les articles expérimentaux ne seront publiés que dans plusieurs années et seront signés par plusieurs centaines de personnes. Les citations (environ 1200 dans la base SPIRES et h=21, pour ce qui me concerne) sont très dépendantes de cet état de fait.

## PUBLICATIONS AVEC RAPPORTEUR (initiateur ou parmi les auteurs principaux)

1. Cherenkov Imaging Camera for the Gamma-ray Astrophysics Experiment CAT  
Barrau, A.  
Nucl. Instrum. Meth. A 387 (1998) 69
2. The CAT Imaging Telescope for Very-High-Energy Gamma-Ray Astronomy  
Barrau, A., et al.  
Nucl. Instrum. Meth. A 416 (1998) 278
3. A new analysis method for very high definition Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes as applied to the CAT telescope  
Le Bohec, S., et al.  
Nucl. Instrum. Meth. A 416 (1998) 425
4. Very High Energy Gamma-ray spectral properties of Mkn 501 from the CAT Cherenkov telescope observations in 1997  
Djannati-Atai, A., Piron, F., Barrau, A., Iacoucci, L., et al.  
Astronom. & Astrophys. 350 (1999) 17
5. A ring imaging Cherenkov detector for the AMS experiment: simulation and prototype  
Ballon, J. Barrau, A., Berger, J. et al.  
Nucl. Instrum. Meth. A 433 (1999) 142
6. Origin of the high energy proton component below the geomagnetic cutoff in near earth orbit  
Derome, L., Buénerd, M., Barrau, A., et al.  
Phys. Lett. B 489 (1999) 1
7. Prototype study of a Proximity Focusing RICH for the AMS experiment  
Thuillier, T., Ohlsson-Malek, F., Ballon, J. et al.  
Nucl. Instrum. Meth. A 442 (2000) 74
8. Primordial black holes as a source of extremely high energy cosmic rays  
Barrau, A.  
Astropart. Phys. 12 (2000) 269
9. New constraints on the Cosmic Mid-Infrared Background using TeV gamma-ray astronomy

- Renault, C., Barrau, A., Lagache, G., Puget, J.-L.  
Astronom. & Astrophys. 371 (2001) 771
10. Temporal and spectral gamma-ray properties of active galactic nucleus Mkn 421 above 250 GeV from CAT observations between 1996 and 2000  
Piron F. et al.  
Astronom. & Astrophys. 374 (2001) 895
11. Antiprotons from spallation of cosmic rays on interstellar matter  
Donato, F., Maurin, D., Barrau, A., Boudoul, G., Salati, P. & Taillet, R.  
Astrophys. J. 563 (2001) 172
12. Antiprotons from primordial black holes  
Barrau, A., Boudoul, G., Donato, F., Maurin, D., Salati, P. & Taillet, R.  
Astron. Astrophys. 388 (2002) 676
13. Experimental study of a proximity focusing Cherenkov counter prototype for the AMS experiment  
Thuillier, T. et al.  
Nucl. Instrum. Meth. A 491 (2002) 83
14. Black Hole Relics in String Gravity: Last Stages of Hawking Evaporation  
Alexeyev, S., Barrau, A., Boudoul, G., Khovanskaya, O., Sazhin, M.  
Class. & Quantum Grav. 19 (2002) 4431
15. A Simple Model for the Evaporation of Black Holes at Final Stages  
Alexeyev, S., Barrau, A., Boudoul, G., Sazhin, M., Khovanskaya, O.  
Astronomy Letter 28 (2002) 428
16. Antideuterons as a probe of primordial black holes  
Barrau, A., Boudoul, G., Donato, F., Maurin, D., Salati, P., Stefanon, I., Taillet, R.,  
Astronomy & Astrophysics 398 (2003) 403
17. Galactic Cosmic Rays from PBHs and Primordial Spectra with a Scale  
Barrau, A., Blais, D., Boudoul, G., Polarski, D.  
Phys. Lett. B 551 (2003) 218
18. Peculiar relics from Primordial Black Holes in the Inflationary Paradigm  
Barrau, A., Blais, D., Boudoul, G., Polarski, D.  
Annalen Phys. 13 (2004) 115
19. Gauss-Bonnet Black Holes at the LHC : Beyond the Dimensionality of Space  
Barrau, A., Grain, J., Alexeyev, S.  
Phys. Lett. B 584 (2004) 114
20. Could the next generation of cosmology experiments exclude supergravity?  
Barrau, A., Ponthieu, N.  
Phys. Rev. D 69 (2004) 105021
21. Bulk and Brane Decay of a (4+n)-dimensional Schwarzschild-de-Sitter black hole : scalar radiation  
Kanti, P., Grain, J., Barrau, A.  
Phys. Rev. D 71 (2005) 104002

22. Flux of light antimatter nuclei neard earth, induced by cosmic rays in the Galaxy and in the atmosphere  
Duperray, R. et al.  
Phys. Ref. D 71 (2005) 083013
23. Astrophysical production of microscopic black holes in a low Planck-scale world  
Barrau, A., Feron, C., Grain, J.  
Astrophys. J. 630 (2005) 1015
24. Kaluza-Klein dark matter and galactic antiprotons  
Barrau, A. et al.  
Phys. Rev. D 72 (2005) 063507
25. Exact results for evaporating black holes in curvature squared Lovelock gravity : Gauss-Bonnet greybody factors  
Grain, J., Barrau, A., Kanti, J. et al.  
Phys. Rev. D 72 (2005) 104016
26. Gravitino emission by primordial black holes and constraints on the inhomogeneity of the early universe  
Khlopov, M., Barrau, A., Grain, J.  
Class. Quantum Grav. 23 (2006) 1875
27. A WKB approach to scalar fields dynamics in curved space-time  
Barrau, A., Grain, J.  
Nucl. Phys. B 742 (2006) 253
28. Quantum bound states around black holes  
Grain, J., Barrau, A.  
Eur. Pys. J. C 53 (2008) 641
28. Semi-classical propagators in curved backgrounds : a general formalism  
Grain, J., Barrau, A.  
Phys. Rev. D 76 (2007) 084009
30. Entropy evaporated by a braneworld black hole  
Barrau, A., Grain, J., Weydert, C.  
Phys. Rev. D 76 (2007) 087503
31. Kerr-Gauss-Bonnet black holes: an analytical approximation  
Alexeayev, S., Popov, M., Starsteva, M., Barrau, A., Grain, J.  
J. Exp. Theor. Phys. 106 (2008) 709
32. An original constraint on the Hubble constant :  $h > 0.74$   
Barrau, A., Gorecki, A., Grain, J.  
Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 389 (2008) 919
33. Cosmological footprints of Loop Quantum Gravity  
Grain, J., Barrau, A.  
Phys. Rev. Lett 102 (2009) 081301
34. Internal structure of Maxwell-Gauss-Bonnet black holes  
Alexeyev, S., Barrau, A., Rannu, A.  
Phys. Rev. D 79 (2009) 067503

35. Inverse volume corrections from loop quantum gravity and the primordial tensor power spectrum in slow-roll inflation  
Grain, J., Barrau, A., Gorecki, A.  
Phys. Rev. D. 79 (2009) 0854015
36. Fully Loop-Quantum-Cosmology corrected propagation of gravitational waves during slow-roll inflation  
Grain, J., Cailleteau, T., Barrau, A., Gorecki, A.  
Phys. Rev. D 81 (2010) 024040
37. Inflation in Loop Quantum Cosmology : dynamics and spectrum of gravitationnal waves  
Mielczarek, J., Cailleteau, T., Grain, J., Barrau, A.  
Phys. Rev. D 81 (2010) 104049
38. Observing the Big Bounce with tensor modes in the cosmic microwave background : phenomenology and fundamental LQC parameters  
J. Grain, A. Barrau, T. Cailleteau, J. Mielczarek  
Phys. Rev. D 82 (2010) 123520
39. Anomaly-free vector perturbations with holonomy corrections in Loop Quantum Cosmology  
J. Mielczarek, T. Cailleteau, A. Barrau, J. Grain  
Class. Quantum Grav. 29 (2012) 085009
40. Probing Loop Quantum Gravity with evaporating black holes  
A. Barrau, T. Cailleteau, X. Cao, J. Grain  
Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 251301
41. The entropy of large black holes in loop quantum gravity : a combinatorics/analysis approach  
X. Cao, A. Barrau  
Submitted to Class. Quantum Grav.
42. Anomaly-free vector perturbations with holonomy corrections in Loop Quantum Cosmology  
T. Cailleteau, A. Barrau, J. Grain  
Class. Quantum Grav. 29 (2012) 095010
43. Gauge invariance in loop quantum cosmology: Hamilton-Jacobi and Mukhanov-Sasaki equations for scalar perturbations  
T. Cailleteau, A. Barrau  
Phys. Rev. D 85 (2012) 123534
44. Consistency of holonomy-corrected scalar, vector and tensor perturbations in Loop Quantum Cosmology  
T. Cailleteau, A. Barrau, J. Grain, F. Vidotto  
Phys. Rev. D 86 (2012) 087301
45. Primordial tensor power spectrum in holonomy-corrected effective omega-LQC  
L. Linsefors, T. Cailleteau, A. Barrau, J. Grain  
Phys. Rev. D 87 (2013) 107503
46. Inflation as a prediction of loop quantum cosmology  
L. Linsefors, A. Barrau  
Phys. Rev. D (2013) 123509
47. A new method to improve photometric redshift reconstruction  
A. Gorecki, A. Batae, R. Ansari, A. Barrau, S. Baumont, M. Mo,iez, J.-S. Ricol

Astron. Astrophys. 561 (2014) A128

48. First results from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station : Precision Measurements of the Positron Fraction in Cosmic Rays of 0.5-350 GeV.

The AMS coll.

Phys. Rev. Lett. 110 (2013) 14, 141102

49. Modified Friedmann equation and survey of solutions in effective Bianchi-I loop quantum cosmology

L. Linsefors, A. Barrau

Class. Quantum Grav. 31 (2014) 015018

50. Anomaly-free perturbations with inverse-volume and holonomy corrections in loop quantum cosmology

T. Cailleteau, L. Linsefors, A. Barrau

Accepté par Phys. Rev. D (2014)

51. Observational issues in loop quantum cosmology (INVITED REVIEW)

A. Barrau, T. Cailleteau, J. Grain, J. Mielczarek

Accepté par Class. Quantum. Grav (2014)

53. Comparison of approaches to loop quantum cosmology

A. Barrau, J. Grain, B. Bolliet

En preparation pour Phys. Rev. D (2014)

54. Asymptotic silence in quantum gravity

A. Barrau, L. Linsefors, J. Mielczarek

En preparation pour Phys. Rev. D (2014)

## LIVRES

*Forme et origine de l'Univers*, A. Barrau & D. Parrochia, Paris, Dunod, 2010.

*Multivers*, A. Barrau, J.-P. Uzan & M. Kistler, Paris, La Ville Brûle, 2011.

*Relativité générale*, A. Barrau & J. Grain, Paris, Dunod, 2011

*Dans quels mondes vivons-nous ?*, A. Barrau & J.-L. Nancy, Paris, Galilée, 2011

*Variations sur un même ciel*, Collectif, Paris, La ville brûle, 2012

*Ballade en cosmologie, Big Bang et au-delà*, A. Barrau, Paris, Dunod, 2013

Participation à l'Encyclopedia Universalis.

## ARTICLES DE REVUE INVITES ET COURS A DES ECOLES INTERNATIONALES

Les détecteurs Cherenkov

Cours donné par Barrau, A. (2000), Ecole IN2P3 « du détecteur à la mesure », Les Houches, France

Galactic Cosmic Ray Nuclei as a Tool for Astroparticle Physic

Maurin, D., Taillet, R., Donato, F., Salati, P., Barrau A., Boudoul, G. (2002)

Article de revue invité pour le livre Research Signposts, « Recent Research Developments in Astrophysics » (astro-ph/0212111)

Multi-messenger astronomy

Barrau, A. & Smith, D.A. (2002)

Organisation et animation du workshop « Multi-Messenger Astronomy », Ecole internationale de physique des Houches « Neutrino astrophysics », France

Dark Matter

Organisateur invité de la session « matière noire » de la conférence internationale de physique des particules HEP-2005, Lisbonne, Portugal.

Primordial Black Holes

Barrau, A. (2005), Cours invité à l'Ecole Internationale de Physique des Houches « Dark Matter »

Inflation in Quantum Cosmology

Barrau, A. (2012), Cours invité à l'Ecole Internationale Nordita « frontiers in cosmology », Stockholm (participation encore incertaine pour raisons personnelles)

Observational issues in loop quantum cosmology (2014)

Invited review pour Classical and quantum gravity

## CONFERENCES

1. Photomultipliers and associated electronics for the CAT imaging camera

Barrau, A. (1996) - 1st International Conference on Photodetection, Beaune, France

2. Current status of the CAT imaging telescope

Barrau, A. (1996) - 15th European Cosmic Ray Symposium, Perpignan, France

3. Observation of the Crab Nebula Gamma-ray Emission above 220 GeV by the CAT Cherenkov Imaging Telescope

Barrau, A. et al., the CAT Collaboration (1997) - Proc. of the 25th International Cosmic Ray Conference - vol.3 p. 173 (astro-ph/9705248)

4. The CAT imaging Telescope

Barrau, A. et al., the CAT Collaboration (1997) - Proc. of the 25th International Cosmic Ray Conference - vol.5 p.89 (astro-ph/9705247)

5. Detection of VHE Gamma-rays from Mrk 501 with the CAT Imaging Telescope

Barrau, A. et al., the CAT Collaboration (1997) - Proc. of the 25th International Cosmic Ray Conference - vol.3 p.253 (astro-ph/9705249)

6. Circulaire de "International Astronomical Union" n6592 Markarian 501

Barrau, A. et al., the CAT Collaboration (1997) - Breslin et al.

7. Very High Energy gamma-rays from Mrk501 detected by the CAT telescope

Barrau, A. (1997) - High Energy Astrophysics Meeting of the American Astronomical Society, Denver, USA

8. CAT, un nouveau détecteur pour l'astronomie gamma

Barrau, A. (1997) - congrès national de la Société Française de Physique, Paris, France

9. Astrophysique gamma de très haute énergie: noyau actif de galaxie Mrk501 et fond diffus infrarouge

Barrau, A. (1997) - Journées Jeunes Chercheurs, division Champs et Particules, Benodet, France

10. An Integrated Circuit for Signal Processing of the AMS RICH Photomultipliers Tubes

Barrau, A. et al. (1998) - IEEE Toronto Symposium, Toronto, Canada (physics/9812015)

11. AMS: First results and prospects

Barrau, A. (1999) - Joint European and National Astronomical Meeting, Toulouse, France

12. AMS: First results and prospects

Barrau, A. (2000) - 17th European Cosmic Ray Symposium, Lodz, Poland

13. Recherche de trous noirs primordiaux

Barrau, A. (2000) - Journées du Programme National de Cosmologie, Paris, France

14. AMS : A particle observatory in space

Barrau, A. for the AMS collaboration (2001) - Rencontres de Moriond, Very High Energy Phenomena in the Universe, Les Arcs, France (astro-ph/0103493)

15. Antiprotons from spallation of cosmic ray on interstellar matter

Donato, F., Maurin, D., Salati, P., Barrau, A., Boudoul, G., Taillet, R. (2001) - Proc. of the 27th International Cosmic Ray Conference, Hambourg, Allemagne, p. 1864

16. A RICH prototype for the AMS experiment

Boudoul, G., Thuillier, T., Barrau, A., Buenerd, M. (2001) - Proc. of the 27th International Cosmic Ray Conference, Hambourg, Allemagne, p. 2201 (astro-ph/0109207)

17. AMS : A particle observatory in space

Barrau, A. (2001) - Rencontres de Moriond : Very High Energy Phenomena in the Universe, Les Arcs, France

18. Life after death : black hole evaporation in the Planck region

Barrau, A. & Alexeyev, S. (2001) - EDPS Series in Astronomy and astrophysics, journées de la Société Française d'astronomie et d'astrophysique

19. Minimal size black holes in string gravity : consequences and detection?

Barrau, A. & Alexeyev, S. (2001) - Journée de Lacs Alpines, Anecy, France

20. Recherche de trous noirs primordiaux et de reliques de Planck

Barrau, A. (2002) - Journées du Programme National de Cosmologie, Paris, France

21. Antimatter from primordial black holes  
Barrau, A. (2002) - Proc. of the XIVth Rencontres de Blois : Matter-Antimatter Asymmetry (astro-ph/0208182)
22. Some aspects of primordial black hole physics  
Boudoul, G., Barrau, A. (2002) - Proc. of the International Conference on Theoretical Physics (TH2002), Annales Henri Poincare (astro-ph/0212225)
23. An improved gamma-ray limit on PBHs  
Barrau, A., Boudoul G. (2003) - Proc. of the 28th International Cosmic-ray conference (astro-ph/0304528)
24. Atmospheric and galactic production and propagation of light antimatter nuclei  
Baret, B., Duperray, R., Boudoul, G., Barrau, A., Derome, L., Maurin, D., Protasov, K., Buenerd, M. (2003) Proc. of the 28th International Cosmic-ray conference
25. New Physics with Primordial Black holes  
Barrau, A. & Boudoul, G. (2003), XVth Rencontres de Blois "Physical cosmology" (gr-qc/0310057)
26. Cosmology with Primordial Black holes  
Barrau, A. & Boudoul, G. (2003), Proceedings of the IV the International Conference "Where Cosmology and Fundamental Physics Meet"
27. Nouvelle physique avec les dimensions supplémentaires et les trous noirs primordiaux  
Barrau, A. (2003) - Exposé **invité** au "3rd meeting of the Euro-GdR Supersymmetry", Orsay, France
28. Microscopic Black Holes as a Probe for New Physics  
Barrau, A. (2004) - Exposé **invité** au "Durham conference on exotic physics at colliders", Durham, UK
29. Microscopic Black Holes at colliders  
Barrau, A. (2004) - Exposé **invité** au "GdR Supersymétrie 2004", Clermont-Ferrand, France
30. Symétries conservées et spontanément brisées en cosmologie  
Barrau, A. (2004) - exposé **invité** au colloque de l'Ecole Normale Supérieure
31. New black hole solution in string gravity with noncompact extra dimensions  
Alexeyev, S., Popov, N., Barrau, A., Grain, J. (2006) - 22nd International Texas symposium on Relativistic Astrophysics
32. Phenomenology of Black Hole Evaporation with a Cosmological Constant  
Barrau, A. (2005) - exposé **invité** à la International Conference on High Energy Physics (HEP2005) – Lisbonne
33. (4+n)-dimensional black holes in de-Sitter space  
Barrau, A. (2005) – Exposé **invité** "GdR Supersymétrie 2005", Grenoble, France
34. Matière noire, antimatière et Trous Noirs  
Barrau, A. (2006) - Exposé **invité** au "Congrès du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques", Grenoble, France
35. Greybody factors in de-Sitter and anti-de-Sitter spaces  
Barrau, A. (2006) - Eleventh Marcel Grossmann Meeting on General Relativity, Berlin, Allemagne
36. Couplings between black holes and quantum fields

- Barrau, A. (2006) - Exposé **invité** aux journées de cosmologie de Genève, Suisse
37. The Ring Imaging Cherenkov detector (RICH) of the AMS experiment  
Barao, F. et al. (2006) - 29th International Conference on Cosmic Rays (Pune, India)
38. Black hole solutions in  $N > 4$  gravity models with higher order curvature corrections  
Alexeyev, S., Popov, N., Barrau, A., Grain, J. (Cala Gonone 2006) - J. Phys. Conf. Ser. 33 (2006) 343
39. HERCAM: a Cherenkov camera for the CREAM experiment  
Mangin-Brinet, M., Barrau, A. et al. (2006) - 10th Pisa Meeting on Advanced Detectors
40. Flux of light antimatter nuclei near earth  
Baret, B., Barrau, A. et al. (Sante Fe 2006) - Conf. Proc. 842 1004 (2006)
41. World-making with extended gravity black holes for cosmic natural selection in the multiverse scenario  
Barrau, A., (Berlin 2006) Proc. of the 11th International Marcel Grossmann meeting on general relativity, World Scientific
42. Extended gravity black holes and the multiverse  
Barrau, A. (Grenoble 2007) - Conf. Proc. of the SF2A (2007)
43. Entropy evaporated by braneworld black holes  
Barrau, A. (2007) - Stanford Summer Institute of particle physics, Stanford, US
44. Quantum fields in curved spacetime  
Barrau, A. (2007) – Exposé **invité** au Centre de Théories en Physique de Grenoble
45. The AMS-RICH velocity and charge reconstruction  
Barao, F., et al., Proc. of the International Cosmic Ray Conference, ICRC 2007, Merida, Mexique
46. Approaching the knee with direct measurements  
Seo E.S. et al., Nucl. Phys. Proc. Suppl. 175 (2008) 155
47. Holonomy corrections to the primordial tensor power spectrum  
Barrau, A., Proc. of the 43<sup>rd</sup> International "Rencontres de Moriond" on cosmology (2009)
48. Testing Loop Quantum Cosmology with the CMB  
Barrau, A, Prog. of the MG12 International Meeting on General Relativity (2009)
49. Quantum of quasars : corrélation quantiques en astronomie et cosmologie  
Membre du SOC de la conférence (2009)
50. Testing Loop Quantum Gravity  
Exposé **invité** au workshop « Cosmology 2009 » de Montpellier
51. Cosmologie avec LSST  
Co-organisateur de la conférence (prévue début 2010)
52. International Conference on High Energy Physics HEP2010  
Coordinateur **invité** de la session cosmologie et astroparticules, Paris, France (2010)
53. La Physique d'AMS  
Co-organisateur du Workshop, Annecy, France (2010)

54. Le télescope LSST  
Co-organisateur du Workshop, Paris, France (2010)
55. Loop Quantum Gravity and the early universe  
conférence GPHYS « fundamental physics and gravitation in space », Paris, 2010
56. GeV Cosmic rays  
Coordinateur **invité**, Como, Italie (2010)
57. Frontiers in fundamental physics FFP11  
Barrau, A., Paris, France (2010)
59. Baryonic acoustic oscillations simulations for the Large Synoptic Survey Telescope (LSST)  
Gorecki, A., et al. Proc. Of the 10th Rencontres de Blois (2010)
60. "Investigating the uncertainty on the BAO scale measured from future photometric and spectroscopic surveys"  
Abate, A., Proc. of the 45th rencontres de Moriond (2010)
61. Loop quantum cosmology  
Exposé **invité** à la conférence « Mathematical, physical and conceptual aspects of quantum gravity », Paris (2011)
62. Inflation and Loop Quantum Cosmology  
Barrau, A., International conference LOOP 2011, Madrid (2011)
63. Probing quantum gravity  
Barrau, A., International conference HEP2011, Grenoble (2011)
65. CMB conséquences of loop gravity  
Barrau, A., exposé **invité** au Workshop « quantum geometry » de l'APC (2012)
66. Quantum gravity features in cosmology  
Barrau, A., exposé **invité** à la conférence « quantum gravity » au LPT Orsay (2012)
67. Status and recent results from the CREAM experiment  
Seao, E.S, et al., ICATTP confeence (2010)
68. Quantum cosmology  
Barrau, A. exposé **invité** à la conférence « understanding space, time an their quantum nature » à l'Albert Einstein Institue de Gölm, Allemagne.
69. Testing loop quantum gravity  
**Exposé pleinier invité** à la conférence internationale « quantum gravity » au Perimeter Institute, Canada (2013)
70. **Invité** au workshop « quantum gravity et cosmology » de l'ENS Lyon (2013)
71. Quantum gravity : theoretical aspects  
**Exposé invité** à la conférence « The structure of gravity and spacetime » à Oxford (2014)
72. Loop quantum gravity and the CMB  
**Exposé invité** à la conférence « Quantum gravity and cosmology » au Max Planck Institut de Postdam (2014)

## SEMNAIRES DE RECHERCHE (invités)

1. Astrophysique gamma de très haute énergie avec le télescope CAT  
mai 1998 - Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Orsay
2. CAT, un nouveau détecteur pour l'astronomie gamma de très haute énergie  
mai 1998 - Institut des Sciences Nucléaires, Grenoble
3. Le ciel gamma avec le télescope CAT  
mai 1998 - Institut de Physique Nucléaire, Lyon
4. CAT, un nouveau concept de télescope pour les gammas  
mai 1998 - Institut de Recherches Subatomiques, Strasbourg
5. Le télescope gamma CAT pour sonder l'Univers des hautes énergies  
mai 1998 - Centre de Physique de Particules de Marseille, Marseille
6. Astronomie gamma de très haute énergie  
mai 1998 - Laboratoire de Physique Corpusculaire, Clermont-Ferrand
7. Premiers résultats et potentiel scientifique du spectromètre spatial AMS  
novembre 1999 - LPNHE-Jussieu, Paris
8. AMS : premiers résultats et perspectives  
octobre 2000 - LPNHE-Polytechnique, Palaiseau
9. Cosmic-ray physics on the International Space Station  
septembre 2001 - Sternberg Astronomical Institute & Lebedev Institute, Moscow State University
10. AMS perspectives  
septembre 2001 - Institute of applied mathematics, Moscow State University
11. Autour des trous noirs primordiaux  
Janvier 2004 - Institut d'Astrophysique de Paris
12. Ondes gravitationnelles : origine et détection  
Novembre 2004 - Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie
13. Ondes gravitationnelles : expérience LISA  
Mars 2005 - Institut de Physique Nucléaire de Lyon
14. Physique des trous noirs quantiques  
Avril 2005 - Observatoire de Strasbourg
15. L'expérience LISA pour la recherche d'ondes gravitationnelles  
Juin 2005 - centre de Physique des Particules de Marseille
16. Recherche de nouvelle physique et gravitation  
Juin 2006 - séminaire général du Service d'Astrophysique du CEA-Saclay
17. Some aspects of black holes and high-energy physics

décembre 2006 - Université d'Etat de Moscou, séminaire invité pour la célébration des 175 ans de l'Institut d'Astronomie Sternberg.

18. Black holes and quantum fields : from paradox to paradigm  
décembre 2006 - Laboratoire de Physique Théorique Bogoliubov du Joint Institute for Nuclear Research de Dubna.

19. Paradoxes en physique quantique et relativité générale  
Février 2007, séminaire à Ecole Normale Supérieure.

20. Trous noirs, physique quantique et cosmologie  
Avril 2007 - Laboratoire de Physique fondamentale de l'Université de Mons (Belgique)

21. Gravité à D dimensions  
Mai 2007 - Centre de Physique des Particules de Marseille

22. Quelques aspects de gravité étendue  
Mai 2008 - Centre de Physique Théorique de Marseille

23. Le télescope LSST  
Mai 2008 - Laboratoire d'Astrophysique de Marseille

24. Trous noirs et cosmologie en gravitation étendue  
Juin 2008 - Laboratoire de Physique Théorique d'Annecy

25. Lentilles gravitationnelles faibles, oscillations baryoniques et supernovae avec le télescope LSST  
Octobre 2008 - Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble

26. Orateur invité au colloque « Univers et Origine » de l'Université d'Orsay  
Mars 2009 - LAL

27. Gravité quantique à boucles et cosmologie  
Juillet 2009 - CERN

28. Gravitation au-delà de la Relativité Générale  
octobre 2009 – Laboratoire Univers et Théorie de l'Observatoire de Meudon

29. L'effet Hawking : aspects mathématiques  
Mars 2010 – Institut Fourier de Grenoble

30. Cosmologie quantique  
Avril 2010 – Laboratoire d'astrophysique de l'Université d'Amsterdam (Pays Bas)

31. Introduction à la relativité générale  
Juin 2010 – Ecole Normale Supérieure

32. Gravitation relativiste : la situation théorique et expérimentale  
Octobre 2011 – LAL

33. Modern cosmology and the French Theory  
Février 2011 – Institute for Advanced Study, Princeton (US)

34. L'espace-temps  
Mai 2011 – colloque de l'IUF à l'ENS-Lyon

35. Le temps : une déconstruction  
octobre 2011 – colloque pluridisciplinaire « le Temps », université Pierre Mendès France
36. Loop Quantum Cosmology  
janvier 2012 – Département de physique théorique de l'Université de Genève
37. Cosmologie quantique  
Mars 2013 – Journée du Centre de Physique Théorique de Grenoble
38. Etat de l'art en cosmologie  
Janvier 2014 – La manufacture, Lausanne

## **ARTICLES DE VULGARISATION**

1. Vers une nouvelle astronomie: traquer les rayons gamma de très haute énergie  
Barrau A., Renault C. (1998) - journal L'astronomie - janvier 1998
2. L'astronomie gamma, physique de l'extrême  
Barrau A., Renault C. (1998) - journal Fusion - mars 1998
3. Vers une nouvelle astronomie : traquer les rayons gamma de très hautes énergies.  
Barrau A., Renault C. (1998) - Journal des Astronomes Français - déc. 1998 vol.112 p.4
4. Participation à Antimatière, la matière à remonter le temps  
Science & Avenir - octobre 1999
5. La nouvelle astrophysique  
Barrau A. (2001) catalogue de l'exposition de photographies astronomiques du musée d'Orsay
6. Trous noirs primordiaux : Les poids plume disparus.  
Barrau A., Boudoul G. (2002) en collaboration avec A. Khalatbari (2002) - Ciel & Espace n° 385
7. Et si des trous noirs étaient créés sur Terre ?  
Barrau A. en collaboration avec A. Khalatbari (2002) - Science & Vie - novembre 2002 n° 1022
8. Où sont passés les trous noirs primordiaux ?  
Barrau A., Boudoul G. (2003) - La Recherche, n° 362
9. Black holes at the LHC ?  
Barrau A., Grain G. (2004) - CERN Courrier (journal international de la physique des hautes énergies), vol 44, n° 9
10. A la recherche des anti-mondes  
Barrau A. et Guérien F. (2005) Journal du CNRS
11. La physique et ses Univers énigmatiques  
Participation à l'article de V. Defait publié dans l'Humanité de août 2005
12. Physics in the multiverse

Barrau, A., CERN Courrier (2007) (journal international de la physique des hautes énergies), vol 47, n° 10

13. Science et croyances

Barrau A. en collaboration avec A. Khalatbari (2007) Hors série Ciel & Espace

14. Les grandes énigmes de la physique

Barrau, A., participation (2008) dossier Science et Vie

15. La philosophie Rêvée (à propos de Clément Rosset)

Barrau A., La Vie des Idées

16. Les micro-trous noirs

Barrau, A., Gorecki, A., Grain, J. (2008) Pour la Science

17. Vivons nous dans un multivers ?

Barrau, A. & Grain, J. (2009) Ciel et Espace

18. Les lois de la physique et le multivers

Barrau, A. (2009) La Recherche

19. Un monde dans espace et sans temps

Barrau A. (2010) La Vie des Idées

20. Philosopher c'est résister (recension du livre de Véronique Bergen)

Barrau A. (2010) La Vie des Idées

21. La course à l'antimatière

Participation au dossier de Ciel et Espace (2010).

22. Les mirco-trous noirs

Interview sur Futura-Science (2010)

23. Atome crochus

Article pour Stiletto (2010)

24. Cosmologie quantique

Article pour « l'Astronomie » (2011)

25. Recension de « l'Univers en Rebond »

Article pour La Recherche (2011)

26. AMS : un détecteur d'antimatière dans l'espace

Article pour La Recherche (2011)

27. « La fin du temps ? »

Interview pour Science & Cie (2011)

28. Cosmologie quantique

Interview pour Science et Avenir (2011)

29. Des mini-tros noirs au LHC

Interview pour Futura-Science (2011)

30. D'autres univers ?

Article pour « Philosophie Magazine », numéro spécial cosmologie (2011)

31. La fin du temps ?

Interviewé avec Carlo Rovelli et Pierre Binétruy dans « Science et Vie » (2011)

32. L'Univers en rebond

Recension pour « La Recherche » (2011)

33. La Cosmologie Quantique

Article avec Francesca Vidotto dans « L'Astronomie » (2011)

34. d'Autres univers existent-ils ?

Article dans le dossier « Science et Avenir » (2011)

35. Les micro trous noirs

Article pour le hors série « Pour la Science » (2011)

36. Multivers

Article sur « Kosmotheria » (2011)

37. AMS fonctionne

Article sur Futura-Science (2011)

38. A propos des particules élémentaires

Interview avec J. Collot dans la Dauphiné Libéré (2011)

39. Qu'y avait-il avant le Big Bang ?

Interview dans le hors série « Science et vie » (2011)

40. Observera-t-on un jour l'avant Big Bang ?

Participation au dossier Les 10 Grandes Enigmes de la Science dans Science et Vie (2011)

41. Les Nouveaux contours de l'espace-temps

Participation au numéro spécial Science et Vie sur les mathématiques

42. Coïncidence cosmologique

Hors série Ciel et Espace (2011)

43. Les mini trous noirs

Article dans Science et Vie (2011)

44. De l'autre côté du Big Bang

La Recherche (2011)

45. Le multivers est un pari raisonnable

Pour la Science (2011)

46. La cosmologie, science rebelle

Le monde diplomatique (2012)

47. Peut-on avoir raison seul contre cours ?

Participation à l'article dans Ciel et Espace (2012)

48. Cosmos.

Participation à l'article de Science et Vie (2012)

49. Multiplier les théories, mais raisonnablement  
La Recherche (2012)
50. La prédiction de S. Hawking  
Participation à l'article de « Ca m'intéresse » (2012)
51. Avant le Big Bang ?  
Participation au dossier de Science et Avenir (2012)
52. Les multivers  
Participation à un article de Ciel et Espace (2012)
53. La fin du monde aura-t-elle lieu ?  
Participation au dossier de Science et Vie (2013)
54. La cosmologie  
Interview dans Kaële (2013)
55. Les 100 ans de Science et Vie  
Interview (2013)
56. Balade en cosmologie  
Interview par « chasseurs d'horizons » (2013)
57. L'antimatière dans l'espace  
Article pour les dossiers de « La Recherche » (2013)
58. Les univers parallèles  
Intervient dans l'article de Ciel et Espace (2013)
59. L'univers du Big Bang  
Interview sur Mediapart (2013)
60. Ballade en cosmologie  
Dossier pour Futura Science (2013)
61. L'astrophysique et la gauche  
Interview pour Ragemag (2013)
62. L'avenir de la physique  
Participation au dossier de Science et Vie (2013)
63. La physique l'obscur  
Article pour la revue Esquisse(s) (2013)
64. Stephen Hawking  
Article pour « La Recherche » (2013)
65. Quel est l'âge de l'Univers ?  
Article pour L'Humanité (2013)
66. L'avenir de l'Univers  
Article pour Atlantico (2014)

## COMMUNICATION, CONFERENCES GRAND PUBLIQUE, RADIO ET TELEVISION

1. Commissaire de l'exposition scientifique des Rencontres Internationales de la Photographie, Arles (1996).
2. Participation au film « Espaces de Recherche » consacré à l'astronomie gamma, diffusé sur **ARTE** (1997)
3. Conférences sur les astroparticules, Jussieu, "Science en Fête" (1997)
4. Participation au film « Surprises de la matière » consacré à la radioactivité de J. Laberrigue-Frolow , Culture Prod. / CNRS audiovisuel diffusé sur la **5ème chaîne** (1998)
5. Animations sur le stand de l'Institut des Sciences Nucléaires, Grenoble, "Science en Fête" (1995 et 1998)
6. Mise en place d'une chambre à étincelles et organisation de son exploitation lors de l'exposition "détecteurs", congrès de la Société Française de Physique, Observatoire de Paris (1998)
7. Encadrement des activités de communication scientifique, site de Themis organisées par l'IN2P3-CNRS, Pyrénées orientales, (1996 à 1998)
8. Conférences sur la radioactivité, célébration du centenaire par l'Académie des Sciences, Paris (1998)
9. Séminaires au Palais de la Découverte pour la célébration des 25 ans de l'IN2P3-CNRS (1998)
10. Séminaires d'ouverture culturelle sur la cosmologie, licence et maîtrise de Physique-Recherche de l'UJF et du DEUG du CSJF-Valence (1999 et 2000)
11. Participation aux l'animations autour de l'éclipse du 11 Août 1999, Membre de la commission de communication de l'Observatoire de Grenoble (1998-2000).
12. Conférence sur la physique des astroparticules, organisée par Physis Orbis, Grenoble (2001)
13. D'étranges particules venues d'ailleurs, cycle de conférences de l'Observatoire, Grenoble (2002)
14. Le Big-Bang , café des sciences junior, Chambéry (2002)
15. Responsable scientifique de la série d'émissions « Le ciel, ce soir » pour **TV5** (2003)
16. L'Etat actuel de la Cosmologie, exposé aux Rencontres Régionales de la Recherche (2003)
17. Le nouveau visage de L'univers, Conférence grand public à la Maison du tourisme de Grenoble (2003)
18. L'univers, Café des Sciences de Vizille (2004)

19. L'imaginaire des chercheurs, participation au programme culturel du Cargo, Grenoble (2004)
20. La physique des trous noirs, invité à faire un cours au Festival d'Astronomie de Fleurance (2004)
21. La cosmologie, Conférence à Lyon dans le cadre de l'année mondiale de la physique (2004)
22. La création, Conférence à Grenoble organisée par Physis Orbis avec un biologiste et un philosophe (2005)
23. L'antimatière, Emission radiophonique sur **France-Culture**, invité avec Etienne Klein (2005)
24. L'Univers d'Einstein, Conférence à Grenoble pour l'année mondiale de la physique (2005)
25. Lecture de Sciences : l'infiniment petit, participation au projet inter-universitaire de lecture de textes à caractère scientifique (2005)
26. L'Univers Relativiste, Conférence au Laboratoire de Physique Nucléaire et des Hautes Energies de Paris (2005)
27. Vers la température de Planck (théories de cordes et principe anthropique en cosmologie), Conférence midi-science de l'Université Joseph Fourier (2006)
28. L'Univers des énergies extrêmes, Conférence grand public organisée lors du "Printemps des Science" de l'Université de Mons, Belgique (2007)
29. Question de cosmologie, Invité à participer à une dizaine de questions pour l'émission de radio "les petits bateaux" sur **France Inter** (2007)
30. Les visages du Cosmos, Invité de l'émission "Continent Science" sur **France Culture** (2007)
31. Invité à participer avec un philosophe de l'ENS-Lyon au programme culturel interuniversitaire sur le thème de l'énergie noire (2008)
32. Invité du journal (12-13) de **France 3** pour évoquer les trous noirs (2008)
33. Invité sur Ciel et Espace Radio pour une émission sur les univers multiples en cosmologie (2008).
34. Invité du journal (19-20) de **France 3** à propos de la mise en service du LHC (2008)
35. Invité de l'émission « Science Publique » sur **France Culture** (2008)
36. Interview pour radio-campus (2008)
37. Interview pour Pigé-Mag (2008)
38. Invité pour une conférence grand public à Lyon « La cosmologie contemporaine » dans le cadre de l'année mondiale de l'astronomie AMA09 (2009).
39. Invité par « 1001 Science » pour une conférence lors des journées portes ouvertes de l'observatoire de Lyon.
40. Invité à l'émission Microméga diffusée en sept. 2009 sur **Radio France Internationale**
41. Invité à l'observatoire de Lyon par 1001 Sciences pour évoquer les révolutions en astronomie

42. Invité à la conférence internationale « l'Univers Invisible » à l'UNESCO pour donner un exposé sur « le multivers à l'épreuve de la philosophie (2009)
43. Intervenant invité au séminaire de philosophie de la scène nationale de l'Hexagone sur le thème : le mouvement comme vecteur d'émotion (2010)
44. Intervenant invité au planétarium de Lyon (Vaulx en Velin) avec Paul Clavier (ENS Ulm) sur le thème « La cosmologie à l'épreuve de l'esthétique » (2010)
45. Conférence invitée au centre culturel de la communauté de communes de l'arpajonnais « l'astrophysique contemporaine » (2010)
46. Les multivers, pour le site de Jean-Clet Martin, Strass de la Philosophie (2010)
46. Séminaire invité « Cosmogénèses, à partir de Deleuze et Guattari » dans le cadre du groupe de travail « philosophie et physique » à Paris-7 et à l'ENS.
47. Invité de l'émission « Dernières nouvelles des étoiles » diffusée en fev. 2011 sur **Radio France Internationale**
48. Conférence sur le Big Bang invitée à Strasbourg (2011)
49. Séminaire invité à la Sorbonne « physique et littérature »
50. Interviewé sur **Radio France Internationale** dans l'émission « Dernières nouvelles des étoiles » (2011)
51. Conférence donnée à la librairie Eyrolles à Paris sur la cosmologie (2011)
52. Séminaire de philosophie « Qu'est-ce que la beauté ? » à l' « Hexagone, scène nationale de Meylan », avec Thierry Menissier (2011)
53. Séminaire à la Sorbonne : « Derrida, l'ami paradoxale » (2011)
54. Invité avec Jean-Pierre Luminet à l'émission « Science Publique » sur **France Culture** (2011)
55. Invité de l'émission « Autour de la question » avec JP Uzan sur **Radio France Internationale** (2011)
56. Conférence sur la cosmologie au Planétarium de Vaulx-en Velin (2011)
57. Conférence « Qu'est-ce que l'espace-temps ? » lors de la « Nuit des Particules » (2011)
58. Invité sur **Radio France Internationale** à propos de cosmologie (2011)
59. Invité avec JP Uzan de l'émission « Continent science » sur **France Culture** (2011)
60. Conférence au museum de Grenoble « Du Big Bang aux trous noirs » (2012)
61. Conférence à l'Institut d'Astrophysique de Paris « des univers multiples ? » (2012)
62. Invité de l'émission « là-bas si j'y suis » sur **France Inter** (2012)
63. Invité au festival de l'Ecole d'Art d'Annecy pour y présenter les regards astrophysiques (2012)

64. Invité à l'auditorium du Louvre pour y participer à un atelier avec Michelangelo Pistoletto.
65. Invité à l'Ecole d'architecture de Paris pour un séminaire avec Jean-Luc Nancy
66. Débat avec Patrick Peter sur le thème « l'univers a-t-il des limites » pour **Universcience** (2013)
67. La cosmologie et son épistémologie. Intervention invitée dans le cadre du séminaire « innovation » de Grenoble (2013)
68. Conférence au Planétarium de Lyon (Vaulx-en-Velin) dans le cadre de Ouf d'astro (2013)
69. Invité de l'émission Autour de la Question sur **Radio France Internationale** (2013)
70. Invité de l'émission La Tête au Carré sur **France Inter** (2013)
71. Conférence « la cosmologie aujourd'hui » au salon du livre de Paris (2013)
72. Invité à l'émission Science Publique sur **France Culture** à propos de Planck (2013)
73. Conférence au musée des arts et métiers de Paris (2013)
74. Invité au festival littéraire de Lagrasse (2013)
75. Invité de l'émission « autour d'un bivouac » sur **France Inter** (2013)
76. Invité à l'émission « science publique » sur **France Culture** à propos d'Einstein (2013)
77. Interviewé sur **Radio France Internationale** (2013)
78. Invité à donner une conférence au Salon du livre du Paris (2013)
79. Invité à donner une conférence à l'Espace Culturel Louis Vuitton de Paris (2013)
80. Invité à donner une conférence aux Rencontres Philosophiques d'Uriage (2013)
81. Invité à donner une conférence sur l'origine de l'Univers à Montpellier (2013)
82. Invité à donner une conférence sur l'état actuel de la cosmologie à Nantes (2013)
83. Participation à un film d'Olivier Steiner « en attendant boson » (2013)
84. Film pour le site philosophie.tv sur le plaisir de la cosmologie (2013)
85. Invité à présenter la structure de l'espace en relativité générale en prépa HEC à Grenoble (2013)
86. Invité à présenter la structure de l'espace en relativité générale en prépa HEC à Annecy (2013)
87. Conférence/cours pour aider les élèves en difficulté scolaire à Grenoble (2013)
88. Conférence sur le Big Bang dans le cadre des Olympiades de la physique

# RESUME DE QUELQUES ARTICLES CHOISIS ARBITRAIREMENTS

## 1. A. Barrau, J. Grain, S. Alexeyev, *Phys. Lett. B* 5841 (2004) 114

### *Gauss-Bonnet Black Holes at the LHC: Beyond the Dimensionality of Space*

(travail en collaboration avec l'Institut d'Astronomie Sternberg de l'Université d'Etat de Moscou)

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de théorie quantique de la gravitation unanimement admise et exempte d'incohérence ou de lacune. La théorie des supercordes, qui prévoit un espace-temps à 10 ou 11 dimensions, est néanmoins une voie très prometteuse (bien que spéculative) vers cet objectif « ultime » de la physique théorique. Si les dimensions supplémentaires ne concernent que la gravité (scénario ADD), elles peuvent présenter des tailles relativement importantes (typiquement jusqu'à une fraction de millimètre) et induisent une échelle de Planck fondamentale beaucoup plus basse que les  GeV usuellement considérés en physique « classique ». Si celle-ci se trouve dans le domaine du TeV (ce qui est raisonnable d'un point de vue heuristique pour résoudre le problème de la hiérarchie des énergies), elle pourra être sondée par le collisionneur de particules LHC actuellement en démarrage au CERN à Genève.

Cet article présente une nouvelle voie pour étudier de possibles manifestations de gravité quantique. Si l'énergie disponible lors de collisions de particules est supérieure à l'échelle de Planck fondamentale (c'est-à-dire D-dimensionnelle), des trous noirs doivent nécessairement se former dans le processus. Nous avons montré, dans plusieurs articles, que la mesure des caractéristiques des corpuscules émis garde une empreinte de la géométrie fondamentale de l'espace-temps et de la théorie gravitationnelle. Explicitement, l'étude ici mentionnée considère un lagrangien gravitationnel dans lequel sont ajoutés des termes d'ordre supérieur en courbure scalaire, comme la théorie de cordes (entre autres) le prévoit. Ces corrections sont négligeables dans notre environnement usuel (correspondant à un champ gravitationnel faible) mais peuvent devenir très conséquentes, voire dominantes, en champ fort. Nous montrons qu'il serait possible de mesurer ces effets auprès du collisionneur LHC. Pour démontrer cette assertion, la thermodynamique des trous noirs et les sections efficaces de création renormalisées par la modification du rayon gravitationnel ont été étudiées en détail. Une simulation numérique exhaustive de l'évaporation et de la détection des particules dans les instruments du LHC est ensuite mise en oeuvre. Enfin, une étude statistique est menée sur les particules détectées (après mise en place de coupures sur les variables habituelles des expériences de physique des particules) pour étudier la possibilité de mesurer une déviation par rapport aux prédictions de la relativité générale. La conclusion de cette analyse montre clairement qu'en prenant en compte les biais instrumentaux et les comportements physiques modifiés de ces trous noirs, il serait effectivement possible —et même relativement aisé— de mettre en évidence des effets gravitationnels au-delà de la relativité d'Einstein, c'est-à-dire présentant l'empreinte du caractère quantique.

Pour aller plus avant dans cette direction, qui a suscité enthousiasme dans la communauté, nous avons procédé à une investigation plus poussée des aspects théoriques de l'évaporation des trous noirs en gravité Lovelock (dont la théorie de Gauss-Bonnet ici considérée représente un cas particulier). Dans Grain, Barrau, Kanti, *Phys. Rev. D*, 72 (2005) 104016 et Kanti, Grain, Barrau, *Phys. Rev. D* 71 (2005) 104002 nous présentons les premiers calculs exacts des couplages entre les champs quantiques et les trous noirs dans cette approche, y compris les aspects non-triviaux de rétrodiffusion dans le champ gravitationnel.

## 2. A. Barrau, N. Ponthieu, *Phys. Rev. D* 69 (2004) 105021

### *Could the Next Generation of Cosmology Experiments Exclude Supergravity?*

(travail en collaboration avec l'Institut d'Astrophysique Spatiale de Paris)

La supersymétrie est une extension particulièrement séduisante du modèle standard de la physique des particules élémentaires. Elle permet de lier les bosons et les fermions (les forces et les particules donc), de stabiliser la masse du Higgs, d'unifier les constantes de couplage à haute énergie, de conférer des propriétés d'holomorphie aux champs complexes donnant lieu à des effets exactement calculables, de rendre cohérente la théorie des cordes, etc. Elle résiste néanmoins pour le moment à toute tentative de mise en évidence expérimentale.

Dans cet article, nous montrons que les expériences de cosmologie visant à mesurer la polarisation du fond diffus micro-onde (CMB - *Cosmological Microwave Background*) pourraient exclure la supergravité (version locale de la supersymétrie). Le mode B de polarisation (c'est-à-dire le mode « impair ») est au coeur des futures recherches parce qu'il pourrait signer le fond d'ondes gravitationnelles primordiales. Il ne peut néanmoins être détecté que dans le cas d'une très haute échelle d'énergie pour l'inflation. Or, précisément, la présence de gravitinos (partenaires supersymétriques des gravitons) interdit une température de l'Univers trop élevée à la fin de l'inflation car ils seraient alors produits en surnombre et libéreraient trop d'entropie. Nous quantifions aisément ces conclusions en résolvant l'équation de Boltzman dans l'Univers en expansion avec les temps de vie déduits des lagrangiens canoniques de supergravité. On montre ainsi, dans ce travail, qu'il existe un véritable pouvoir de "réfutation" des modèles de supersymétrie locale via les mesures cosmologiques donnant accès à la polarisation du CMB. Certaines théories inflationnaires (dites thermiques) peuvent échapper à ces contraintes mais devraient être signées par d'autres moyens. Elles seraient alors fortement corroborées par une détection du mode B.

Nous proposons également de considérer les rayons cosmiques provenant de l'évaporation de trous noirs primordiaux qui, s'ils étaient détectés dans le futur, permettraient d'obtenir une limite inférieure sur la masse des gravitinos. Dans le cadre d'un modèle particulier de grande unification (GUT), nous en déduisons un espace de paramètres autorisé pour la constante de couplage des auto-interactions du supermultiplet considéré. Cette étude témoigne des potentialités de contraindre des modèles de physique de particules à l'aide des observations cosmologiques. Dans un article ultérieur (Khlopov, Barrau, Grain, *Class. Quantum Grav.* 23 (2006) 1875) nous utilisons une approche voisine pour montrer que les modèles cosmologiques présentant un indice spectral scalaire croissant avec le nombre d'onde (un *running* positif) sont d'ores et déjà exclus par les données existantes. Cette approche est complémentaire de celle du CMB qui ne donne pas accès à ce paramètre avec une telle sensibilité dans cette zone de nombres d'onde.

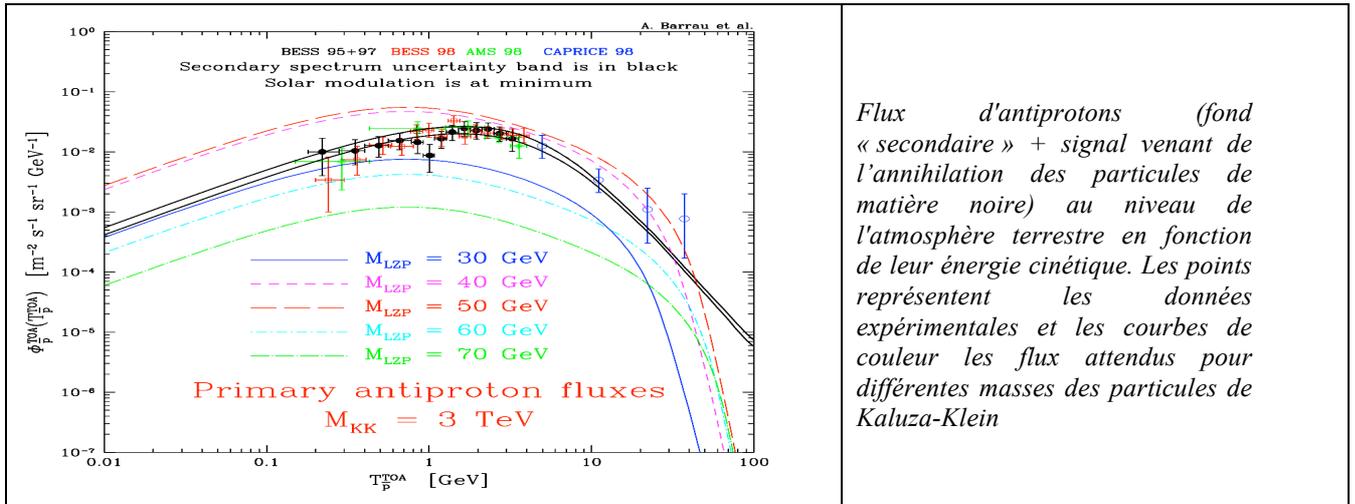
### 3. A. Barrau *et al.*, *Phys. Rev. D* 72 (2005) 063507

#### *Kaluza-Klein dark matter and galactic antiprotons*

(travail en collaboration avec le Laboratoire de Physique Théorique d'Annecy)

Dans cet article, nous étudions les flux de rayons cosmiques qui seraient induits par l'annihilation des particules de Kaluza-Klein dans notre Galaxie. Nous utilisons un modèle de propagation (dont nous avons publié par ailleurs le détail, voir par exemple Donato, Salati, Maurin, Barrau *et al.* *Astrophys. J.* 536 (2001) 172 et l'article de revue invité pour *Research Signpost*) tenant compte de la structure stochastique du champ magnétique, des interactions nucléaires, de la réaccélération diffusives, des ondes d'Alfvén, *etc.* et dont les paramètres libres sont contraints par les observables disponibles (rapports isotopiques, radioactifs, *etc.*). Les sections efficaces d'annihilation des particules de Kaluza-Klein en partons sont convoluées avec les fonctions de fragmentation que nous avons calculées avec une simulation Monte-Carlo. Le "fond" d'antiprotons issu des processus "standard" de spallation du rayonnement cosmique sur le milieu interstellaire est pris en compte. La figure ci-dessous présente le type de résultats obtenus sous forme de flux attendus au niveau de la Terre. Nous concluons que les modèles avec des dimensions supplémentaires universelles (UED) sont compatibles avec les observations existantes tandis que ceux présentant des géométries de type "Randall-Sundrum" peuvent être —en partie—exclus par cette analyse. Nous donnons, en fonction des grandeurs astrophysiques et des paramètres fondamentaux du modèle (masse de la particule de Kaluza-Klein et masse du boson de

jauge), les flux attendus pour contraindre l'espace des paramètres. Des perspectives sont dressées, en particulier si le halo de la Voie Lactée présente une "granularité" importante.



En exergue, cette étude montre que les "astroparticules" peuvent représenter une véritable sonde pour le monde des hautes énergies. Il s'inscrit dans le cadre d'une collaboration de longue haleine que j'ai initiée avec le groupe d'astrophysique du Laboratoire d'Annecy de Physique Théorique et qui nous conduit à également étudié les processus de diffusion du rayonnement cosmique, les produits de spallation par interaction noyau-noyau, les signaux émanant de particules supersymétriques, etc.

#### 4. J. Grain, A. Barrau, Phys. Rev. D 76 (2006) 085009

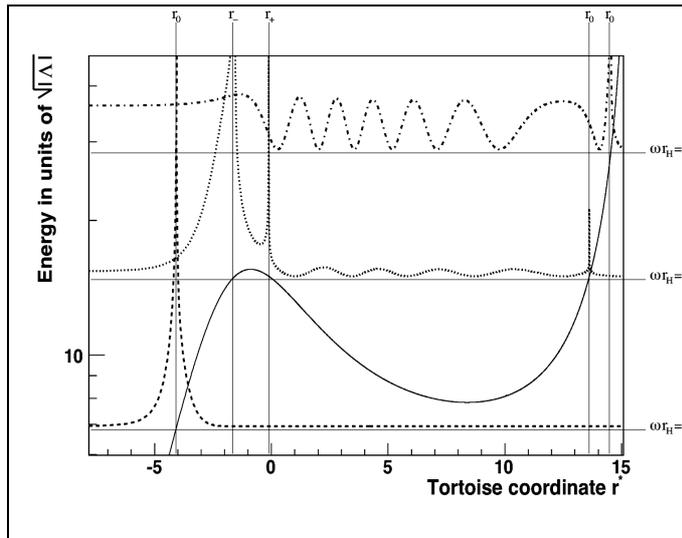
##### *Semiclassical scalar propagators in curved backgrounds: formalism and ambiguities*

(travail en collaboration avec le laboratoire AstroParticule et Cosmologie de Paris)

Les champs quantiques présentent des comportements non triviaux en espace-temps courbe. Dans cet article « mathématique » faisant suite à Barrau, Grain, Nucl. Phys. B, 742 (2006) 253, nous présentons une méthode canonique pour étudier les champs scalaires en relativité générale à l'ordre semi-classique. Il peut être utilisé dans un très vaste panel de situations physiquement pertinentes et jusqu'alors essentiellement inaccessibles à une description analytique.

A la différence des autres articles résumés dans ce dossier, ce travail n'étudie pas un phénomène physique particulier mais propose un formalisme général ayant vocation à être utilisé dans différentes situations où mécanique quantique et relativité générale sont simultanément à l'oeuvre. Outre de nouvelles propositions et une méthode originale de calcul, il ambitionne également de clarifier des points demeurant, à notre avis, relativement obscurs dans un large pan des publications sur le sujet.

Le formalisme est explicitement appliqué aux espaces de type Anti-de-Sitter, aux trous noirs et au spectre de perturbations cosmologiques primordiales pour lesquels de nouveaux résultats sont présentés. Une expérience d'interférences quantiques dans le champ gravitationnel est également suggérée pour lever les dégénérescences dans la définition des propagateurs.



Exemple de résultats obtenus pour un champ scalaire en espace de Schwarzschild-Anti-de-Sitter. L'axe des abscisses correspond à la coordonnée spatiale renormalisée par la fonction métrique  $\square$ . Le trait plein représente la densité de probabilité de présence et les trois traits tiretés correspondent à différentes valeurs relatives du potentiel et de l'énergie du champ. Les points tournants sont également représentés et l'énergie se lit, à gauche, en unité de  $\square$  (où  $A$  est la constante cosmologique) et, à droite, en unités de  $\square$  où  $\square$  est le rayon gravitationnel du trou noir. Cette approche offre une vision globale cohérente de la dynamique quantique en espace courbe.

**5. A. Barrau, A. Gorecki, J. Grain, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 389 (2008) 919**  
**An original limit on the Hubble parameter :  $h > 0.74$**

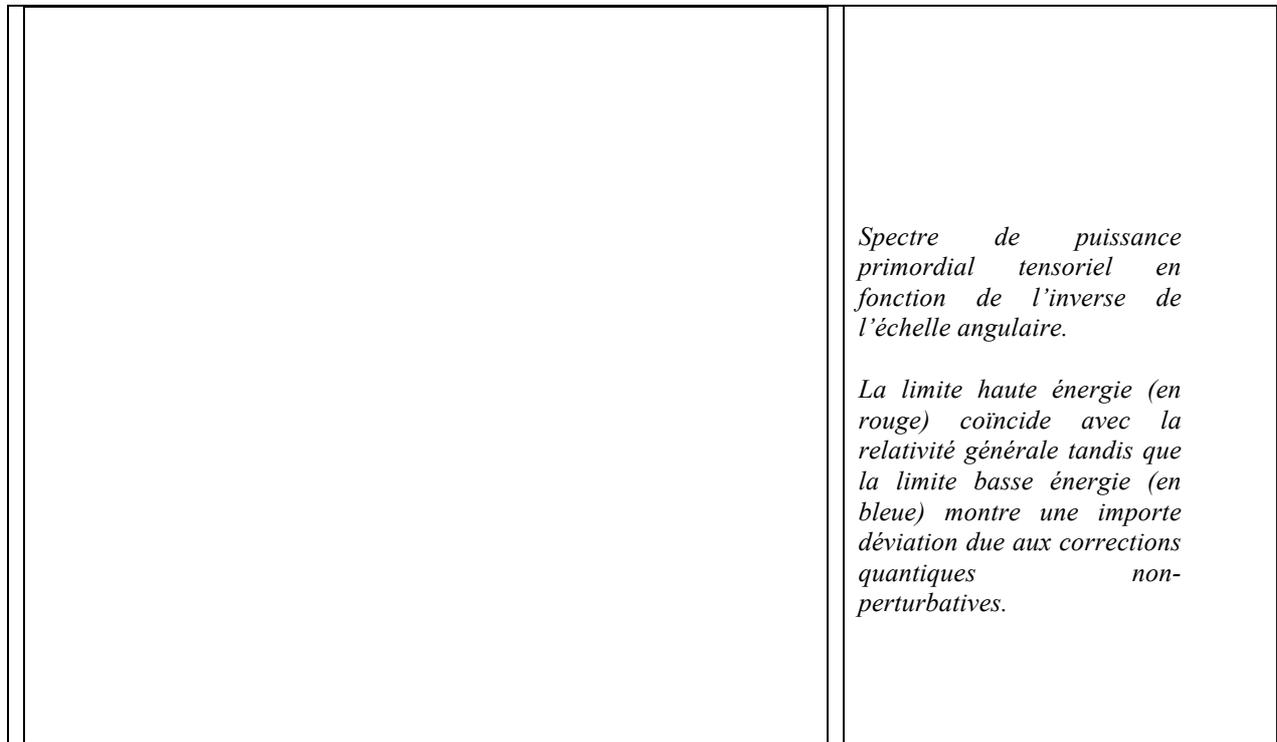
La constante de Hubble ( $H_0$ , mesurant la vitesse d'expansion de l'Univers) demeure un paramètre qui n'est pas encore précisément mesuré, bien que nécessaire pour presque toutes les investigations cosmologiques. Les nombreuses techniques qui permettent de la contraindre conduisent à des résultats parfois incompatibles. Les mesures les plus précises (celles de WMAP – 5 ans) ne sont pas autonomes et font appel à de nombreux *priors*. Dans cette étude, nous proposons une voie de mesure originale –et indépendante des autres approches– de la constante de Hubble, faisant suite à une première étude entreprise avec JL Puget (IAS - Orsay) il y a près d'une dizaine d'années (Renault, Barrau, Puget, Lagache, Astron. Astrophys. 371 (2001) 172). Nous utilisons l'absorption des photons gammas de très haute énergie par le rayonnement infrarouge intergalactique conséquemment au processus de création de paires électrons-positons. Aujourd'hui, ce fond infrarouge est relativement bien connu (points de DIRBE, ISOCAM, 2MASS, Spitzer, Hubble, LCO). En analysant les spectres de noyaux actifs de galaxie observés jusqu'à plus de 10 TeV (en particulier Mrk 501), nous montrons que l'absorption n'a pas pu être trop importante, sans quoi une coupure exponentielle –invisible sur les données– devrait nécessairement apparaître dans les mesures. Or, la distance qui nous sépare de la source (et donc l'intensité de l'absorption) est directement liée à la constante de Hubble.

Une analyse statistique rigoureuse nous conduit à une limite inférieure à 68% de niveau de confiance :  $H_0 > 74$  km/s/Mpc. Sachant que l'intervalle « autorisé » des valeurs de  $H_0$  aujourd'hui admis en combinant toutes les mesures est  $60 < H_0 < 75$  km/s/Mpc, cette limite réduit considérablement l'espace des paramètres. Lorsque l'on combine ce résultat avec les mesures du télescope spatiale Hubble (Hubble Key Project), on déplace la valeur la plus probable pour  $H_0$  de 72 à 76 km/s/Mpc. D'autres approches indépendantes conduisent exactement à la même conclusion (voir, *e.g.*, arXiv :0807.0647). Enfin, à l'aide d'une simulation Monte-Carlo, nous montrons comment la prochaine génération de télescopes gamma pourra permettre d'améliorer cette limite et même d'obtenir des mesures directes de  $H_0$ .

**6. J. Grain & A. Barrau, Phys. Rev. Lett 102 (2009) 081301**  
**Cosmological footprints of loop quantum gravity**

Dans cet article nous ouvrons une nouvelle fenêtre sur la détection des effets de Gravitation Quantique à Boucles (LQG). Tandis que, jusqu'alors, les tests expérimentaux envisagés pour mettre à l'épreuve la LQG étaient essentiellement liés à une modification (sujette à caution) de la relation de

dispersion des photons à haute énergie, nous proposons ici d'utiliser les observations cosmologiques. En effet, les corrections quantiques modifient l'équation de propagation des ondes gravitationnelles. Nous montrons que, pour cette raison, le mode B du fond diffus cosmologique (CMB) devrait contenir une empreinte des effets de LQG. Sur la figure ci-dessous, celle-ci se caractérise par une suppression du spectre aux grandes échelles. L'amplitude détaillée de l'effet reste à établir mais il est doré et déjà réaliste de supposer que la prochaine génération d'expériences pourrait tester les prédictions de la gravitation quantique à boucles.



**7. A. Barrau, X. Cao, J. Diaz-Polo, J. Grain, T. Cailleteau, Phys. Rev. Lett 107 (2011) 251301**

***Probing loop quantum gravity with evaporating black holes***

Avec la cosmologie, les petits trous noirs sont sans doute la seule situation dans laquelle il est possible d'observer des effets de gravitation quantique. Dans cet article nous calculons la manière dont l'évaporation de Hawking des trous noirs serait modifiée par les prédictions de la gravitation quantique à boucles. Nous proposons plusieurs scénarios pour éventuellement tester ces effets et procédons à une simulation Monte-Carlo. Des tests statistiques élaborés sont présentés de manière à quantifier, suivant le cas considéré, le niveau de confiance avec lequel la théorie considérée pourrait être distinguée du modèle standard. Ces considérations sont étroitement liées à la compréhension de l'entropie des trous noirs en gravitation quantique, qui a été l'objet d'un article associé.

	<p><i>Spectre d'émission des trous noirs, simulés, dans le cas de l'effet Hawking usuel, dans le cas d'un modèle de gravitation quantique naïf et dans les cas de la gravitation quantique à boucles. Clairement, les effets sont distincts (ce qui a été mis en évidence par un test de Kolmogorov)</i></p>
--	--

**8. T. Cailleteau, J. Mielczarek, A. Barrau, J. Grain, *Class. Quantum Grav.* 29 (2012) 095010**

***Anomaly-free scalar perturbations with holonomy corrections in loop quantum cosmology***

Cet article technique se concentre sur un problème mathématique : quand on intègre naïvement les corrections de gravitation quantique, l'algèbre des contraintes souffre de pathologies nommées anomalies. Nous avons donc procédé à la construction d'une algèbre close (c'est-à-dire saine) pour toutes les perturbations cosmologiques : scalaires, vectorielles et tensorielles. Cet article montre qu'il est possible de trouver une telle solution et qu'elle est, moyennant des hypothèses raisonnables, unique. Celle-ci est alors utilisable pour calculer toutes les observables usuelles de la cosmologie.