

**RAPPORT d'ACTIVITE à 4 ANS
2006 – 2007 – 2008 - 2009**

David A. Smith, février 2010

Section 03 du CNRS

A.1 – Curriculum Vitae

David Austen Smith.

Né à Berkeley, Californie, le 1 avril 1959. Nationalité américaine.

Bachelor of Arts in Physics, University of California at Berkeley, June 1981.

Masters Degree in Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign, June 1982.

Boursier Chateaubriand au LPNHE de l'Ecole Polytechnique, 1982–1983, sous la direction d'Henri Videau.

Doctor of Philosophy (PhD) in Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign,
« Study of Muons Associated with Jets in Proton-Antiproton Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV ».
Réalisation du sous-détecteur de muons, avec son électronique analogique et de déclenchement.
Directeur de thèse : Professor Lee Holloway. Soutenance : Novembre 1988.

Chercheur, Istituto Nazionale de Fisica Nucleare, sezione di Pisa, 1989–1994.
Enseignant, Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, 1989–1994.
Recherches avec l'expérience CDF à Fermilab (Illinois).
Recherches avec l'expérience CLUE (Astronomie des rayons gamma du TeV au moyen de la lumière Tcherenkov atmosphérique, Iles Canaries).

Post-doctorant, LPNHE et Université de Paris VI-VII, et LPNHE Ecole Polytechnique, 1994–1995.
Recherches avec l'expérience CAT (Astronomie γ du TeV avec lumière Tcherenkov).

Entré au CNRS en octobre 1995 (chargé de recherche, 1^{ère} classe). Affecté au Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan (CNRS / IN2P3 / CENBG, UMR 5797).

Responsable de l'expérience CELESTE de 1998 à 2005 (Astronomie γ du GeV avec lumière Tcherenkov sur le site de Thémis, près de Font Romeu, Pyrénées Orientales).

Responsable du groupe « Astroparticules » du CENBG depuis 1999.

Habilitation à diriger des recherches, 12 décembre 2000, Université Bordeaux I.
Titre du mémoire : « 1^{ères} observations d'astres avec des photons de 50 GeV ».

Entré dans la collaboration LAT, 2002. Représentant du CNRS au Senior Scientist Advisory Committee (SSAC). Le LAT est le « Large Area Telescope », instrument principal du satellite *Fermi* (né GLAST).

Directeur de Recherche 2^{ème} classe au CNRS depuis 2003.

Mis à disposition par le CNRS, 2004-2005. Visiteur au Stanford Linear Accelerator Center (Californie).
Contributions à l'intégration du calorimètre de *Fermi*. Contributions aux tests sous faisceaux du calorimètre.

Responsable de *Fermi* au CNRS depuis 2005.

Responsable pour la chronométrie de pulsars pour le LAT depuis 2007.
Co-coordonateur du Groupe de Travail « Sources Galactiques » de *Fermi* depuis 2008.

Membre de diverses instances d'évaluation et de pilotage au fil des années.

Publications : CDF – Fermilab : ~80 dans le Physical Review, 1986–1995. H-index 38.
CLUE-CAT-CELESTE : 4 ApJ et A&A, 9 NIM et Astropart. Phys. H-index ~4.
Fermi : ~60 ApJ et A&A, 8 Science & Nature depuis 2008. H-index > 9

A.2 – Recherche Scientifique

Introduction

Ce rapport résume mon activité de recherche pendant les 4 ans de 2006 à 2009. Je vis les plus belles années de ma carrière scientifique. Le satellite *Fermi*, anciennement GLAST (Gamma Large Area Space Telescope), a été mis sur orbite le 11 juin 2008 et a fonctionné à merveille depuis le début. Avant le lancement, je me suis investi à fond dans la préparation des recherches de nouveaux pulsars gamma. Depuis le lancement la moisson est merveilleuse: la revue *Science* l'a qualifié du fait scientifique le plus marquant de 2009 (après la découverte d'une fossile de vieux singe, bien entendu, voir <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/326/5960/1600>). D'ailleurs, peu avant le lancement (mars 2008) je suis devenu un des deux coordinateurs du groupe de travail « Sources Galactiques » de la collaboration LAT, ce qui a fait élargir mes horizons et mon influence sensiblement. Les coordinateurs doivent assurer que les papiers sortent. Des ~80 articles de *Fermi* depuis le lancement, une petite moitié vient du groupe Galactique, et un quart ont un « corresponding author » du CENBG.

CELESTE -- épilogue

Je ai été le responsable de la collaboration CELESTE à partir de la mort de son créateur, Eric Paré, en 1998, et jusqu'après son démontage en juin 2004. CELESTE était une collaboration de quatre laboratoires de l'In2p3, plus des collègues du CESR (Toulouse), de l'Université de Perpignan, et de la République Tchèque, soit une trentaine de chercheurs. Pendant la période couverte par ce rapport, les publications finales sont apparues :

Indirect Search for Dark Matter in M31 with the CELESTE Experiment

J. Lavalle, H. Manseri et al., *A&A* **450** (2006) 1-8, astro-ph/0601298

Mrk 421, Mrk 501, and 1ES 1426+428 at 100 GeV with the CELESTE Cherenkov Telescope

D.A. Smith, E. Brion et al, *A&A* **459** (2006) 453-464, astro-ph/0608247.

Fermi (GLAST) – Avant le lancement

De 2000 à 2008 notre groupe a contribué à la préparation du détecteur de rayons gamma LAT (= Large Area Telescope), instrument principal de *Fermi* (rayons gamma de 20 MeV à 300 GeV, avec une sensibilité 25 fois meilleure que celle d'EGRET, instrument du GeV sur le satellite qui a précédé *Fermi*, le Compton Gamma Ray Observatory, CGRO).

Depuis 2002 je suis membre de la collaboration LAT. Je représente le CNRS au SSAC (= Senior Scientist Advisory Committee), une instance de direction de la collaboration.

Faisceaux : Benoit Lott du CENBG a mené une longue campagne de caractérisation du calorimètre du LAT. La réussite de ces activités a été reconnu par la collaboration, au point où la campagne de calibration du LAT prévu depuis des années à l'accélérateur du SLAC a été re-programmé au CERN. J'ai joué un rôle clef pour lancer cette re-programmation, en allant trois fois au CERN pour « défricher le terrain » et rendre compte aux collègues du SLAC, ceci en coordination avec nos collègues de Pise (où j'ai été post-doc). J'ai contribué à deux réunions de travail à Pise (sur le choix du système d'acquisition de données des détecteurs auxiliaires).

J'ai participé aux prises de données au PS et au SPS pendant l'été de 2006. J'ai un peu aidé aux calibrations du calorimètre (tâche que j'effectuais pendant mon année 2004-2005 au SLAC). Après, j'ai arrêté cette activité.

Je suis co-signataire de l'article: « *Response of the GLAST LAT Calorimeter to Relativistic Heavy Ions* », B. Lott, ..., D.A. Smith *Nucl. Instr. Meth.* **560** (2006) 395-404.

Ainsi que : « *Preliminary results of the LAT calibration unit beam tests* », L. Baldini, ..., D.A. Smith et al, *proc. First GLAST Symposium, Stanford University, February 2007. AIP Conference* **921**, pp. 190-204.

Les pulsars en rayons gamma avec Fermi

Prologue La limite supérieure sur les pulsations du Crabe à 60 GeV réalisé avec CELESTE a été la plus contraignante pendant des années, jusqu'à la détection par MAGIC en 2008. (« *Measurement of the Crab Flux Above 60 GeV with the Celeste Cherenkov Telescope* », M. de Naurois, J. Holder et al, *Ap J* **566** 343-357 (2002).) Le travail « pulsé » était principalement bordelais: Denis Dumora, Emmanuel Durand (un étudiant en thèse à l'époque), et moi étions les acteurs. Nous avons été les premiers à publier une détection du pulsar optique du Crabe par un télescope Tcherenkov, chose devenue « *de rigueur* » par la suite. Surtout, Denis et moi avons fait

nos armes en chronométrie de pulsars à cette époque, et nous avons établi des liens avec le radioastronome Ismaël Cognard de Nançay qui nous est devenu un allié précieux par la suite.

Après ces études de pulsars avec CELESTE j'ai voulu aller plus loin.

A la fin de 2005, j'ai été contacté par Gilles Theureau de Nançay qui, inquiet pour l'avenir de leur instrument, parmi les tous premiers au monde en taille (sensibilité) et en précision de datation, organisait un atelier pour réunir les pulsaristes français et pour relancer l'intérêt pour Nançay. Ils voulaient que je raconte CELESTE. J'ai répondu que l'avenir, c'était GLAST. C'était dans cette période que j'ai pris conscience qu'une tâche essentielle dans GLAST était orpheline, celle de la préparation des recherches de pulsations. A ma surprise et à mon grand bonheur, à Bordeaux nous avons remplis ce vide.

En bref – la détection de pulsations est très simple pourvu qu'on ait réuni trois ingrédients essentiels :

1. Les temps d'arrivée des photons enregistrés dans les fichiers doivent être précis ;
2. Les ephemerides de rotation des étoiles à neutron doivent être à jour ;
3. Les logiciels qui calculent la phase de rotation de l'étoile à neutrons à partir de ces deux éléments, et de la position du satellite à cet instant, doivent être fiables.

Si en plus on peut avoir une équipe à la hauteur de la tâche, c'est mieux. A partir de 2006 je me suis dévoué à mettre de l'ordre dans tout ça.



La photo est prise devant le grand radio télescope de Nançay (Sologne) en juin 2006. Denis et moi avons encadré 8 stages de divers niveaux cette année là. L'examen a été sous forme d'un « mini-atelier sur les pulsars » (et nous avons campé sur le site). Ismaël Cognard nous a accueilli avec son stagiaire Grégory Desvignes. Gilles Theureau est le photographe. Lucas Guillemot et Damien Parent ont entamé leurs thèses à la rentrée 2006, et Marie-Hélène a commencé la sienne un an plus tard. J'ai été rapporteur de

la thèse que Grégory a fait avec Ismaël à la fin de 2009.

Chronométrie radio et en rayons X pour la recherche de pulsars gamma : La sensibilité du LAT est « grande » parce qu'elle est 25 fois supérieure à celle d'EGRET. Il n'empêche qu'avec sa surface effective de $<1 \text{ m}^2$ le taux de photons d'un astre donnée est faible – un photon tous les 15 secondes pour le Crabe, et un photon par semaine pour les pulsars proches du seuil de détection. Pourtant, les pulsars émetteurs de gammas sont les pulsars jeunes, dont le taux de ralentissement est irrégulier. Il est donc nécessaire de re-mesurer les paramètres de rotation, généralement en radio, plusieurs fois par an.

Le LAT voit 20% du ciel à un moment donnée, et le ciel entier toutes les 3 heures. Nous voyons donc tous les objets célestes quasi-continuellement. En coordination avec nos collègues du LAT nous avons établi une liste de ~225 pulsars les plus prometteurs, parmi les ~1900 connus en radio et en rayons X. *Fermi* est donc demandeur de centaines d'heures par an de temps de radio télescope pour réaliser cette chronométrie.

Les radio astronomes pulsaristes sont, quasiment à l'unanimité, enthousiastes à l'idée de contribuer à ces études. Ils attendaient une coordination de leurs activités, promise par la NASA, mais qui n'arrivait pas. J'ai été invité à la discussion sur les pulsars tenue à Prague lors de l'assemblée générale de la UAI en août 2006. J'ai organisée une session parallèle sur la chronométrie. 50 radio astronomes d'essentiellement tous les télescopes du monde sont venus ! Je suis devenu le « point-of-contact » entre le LAT et ce qui est devenu le « Pulsar Timing Consortium ». J'ai rédigé un MoU, « Memo of Understanding » (LAT-MD-09047-01b), et j'ai réussi à obtenir les signatures des 25 personnes de partout sur la Terre. Un effort considérable sur le plan sociologique.

Ma contribution (avec co-auteur D.J. Thompson de NASA-Goddard) aux actes écrites de l'UAI est de trente pages, avec comité de lecture : « *GeV Gamma-Ray Pulsar Detection* », in « *Neutron Stars and Pulsars, 40 years after the discovery* », *Astrophysics and Space Science Library 357* (2009). Werner Becker, Editor.

Il résulte du MoU que 3 grands radio télescopes fourniront le gros des besoins du LAT, soit Nançay, Parkes (Australie), et Jodrell Bank (Angleterre). Quelques pulsars particulièrement difficiles à mesurer sont suivis par Green Bank Telescope (USA) et par Arecibo (Puerto Rico). Enfin, une demie-douzaine de pulsars qui n'émettent pas en radio sont observés en rayons X avec le satellite RXTE par nos collègues de McGill University (Montréal) et de Columbia University (New York). Finalement, les contributions promises par des collègues chinois (Urumqi) et Sud Africains (Hartebeesthoek) ne se sont pas matérialisées.

Depuis, Denis et moi avons renforcé nos liens avec les radio astronomes à plusieurs occasions :

- Nous avons amené nos huit (!) stagiaires à Nançay, en Sologne, en juin 2006.
- Nous avons contribué au 2ème atelier national à l'IAP, 3-4 mai 2007, et chaque année par la suite.
- Nous contribuons à la préparation des demandes bisannuelles de temps de télescope à Nançay. Désormais « Chronométrie pour GLAST » est devenu un « projet clef » avec priorité.
- Une partie importante de la communauté des pulsaristes radio et X s'est réunie lors du 1st GLAST Symposium, Stanford University, février 2007. L'équipe du CENBG a contribué 5 actes aux proceedings.
- Nous nous sommes à nouveau retrouvés lors de la conférence « 40 years of pulsars » à l'Université McGill (Montréal) en août 2007. J'ai contribué une acte brève.
- Simon Johnston de Parkes est venu passer 3 jours au CENBG en octobre 2007. Cela a été très important pour renforcer la confiance entre nous et le ciel du sud.
- Denis Dumora, Lucas Guillemot, et moi sommes allés rencontrer Michael Kramer (Jodrell Bank) et Ben Stappers (Westerbrok radio observatory) pendant 3 jours à Université de Manchester en octobre 2007.

Nous avons présenté des posters à différentes conférences pour répandre l'information sur la campagne de chronométrie, et j'ai fait différentes présentations orales dans des réunions informelles. La préparation des posters par nos thésards a une grande valeur formatrice. Listes en annexe.

Comme mentionné plus haut, l'avenir du grand radio télescope de Nançay a été incertain. La direction de l'Observatoire de Paris a demandé une revue par un jury international, et un papier « blanc ». J'ai été convoqué pour expliquer la contribution de Nançay à GLAST. Résultat : le grand télescope sera soutenue pendant au moins les deux premières années de GLAST, afin de voir si nos promesses aboutiront !

L'article qui décrit la campagne de chronométrie a eu 23 citations jusqu'à mi-février 2010 : « *Pulsar Timing for the GLAST Large Area Telescope* », D.A. Smith, L. Guillemot et al., *A&A*, 492, 923 (2008).

Database des éphémérides. Vérifications et améliorations des "LAT Science Tools" : Les éphémérides fournis par les pulsaristes sont utilisés par les logiciels d'analyse de données de la collaboration LAT. Pour cela ils doivent être écrits dans un format de fichier spécifique (le « D4.fits »). Ces fichiers sont disponibles sur les serveurs de la NASA au FSSC (*Fermi* Science Support Center, Greenbelt, Maryland) et préparé par les bons soins de l'équipe du CENBG. Voir <http://fermi.gsfc.nasa.gov/ssc/data/access/lat/ephems/>

Pour cela, un de nos étudiants (Lucas Guillemot) a créé un outil web pour manipuler la bases de données d'éphémérides, <http://www.cenbg.in2p3.fr/ephem/menu.php?action=database> (user, pw = gamma, gamma).

La signature d'un pulsar est un pic dans un « phasogramme », la « phase » étant le temps d'arrivée du photon par rapport à une rotation de l'étoile à neutrons. On traite des dates précises à la microseconde sur des durées de mois et d'années avec des périodes de rotation, et des dérivées de périodes, précises à mieux que 10^{-10} . Il faut appliquer une longue liste de corrections pour le mouvement de la Terre, et cetera. Tout ça pour dire qu'il est de notoriété publique qu'il est très, très facile d'avoir des erreurs dans les calculs de phase.

J'ai lancé le groupe dans une campagne de vérifications de logiciels. La majorité des collaborateurs utilisait des données Monte Carlo pour effectuer leurs études. Cela me paraissait dangereux... J'ai obtenu une variété de données *vraies*, en radio et en X, que nous avons adopté aux Science Tools. Nous avons démontré une précision mieux que la microseconde, une fois que nous avons corrigé les quelques lacunes que nous avons découverts.

Les améliorations que nous avons suggérées ont été acceptées par le FSSC. L'article mentionné plus haut, « *Pulsar Timing for the GLAST Large Area Telescope* », résume ces études.

Fruit de cette maîtrise des outils d'analyse et de la bonne entente avec les pulsaristes radio: nos étudiants ont effectué une recherche de pulsations gamma dans les archives d'EGRET pour 3 pulsars prometteurs, récemment découverts (2 à Nançay, un autre à Parkes). Les étudiants ont rédigé cette partie des publications, un entraînement sympathique et utile. "PSR J1410-6132: a young, energetic pulsar associated with the EGRET source 3EG J1410-6147", O'Brien et al., MNRAS Letters 388, L1-L5 (2008).

Détermination du temps absolu avec le satellite *Fermi*: Un autre fait de notoriété publique est que la quasi-totalité des télescopes spatiaux précédents ont eu des problèmes, sur orbite, de datation absolue de leurs événements. Il est difficile d'avoir des horloges bien réglées à mieux de 100 μ s sur un satellite, insuffisant pour l'étude de pulsars milliseconde. Débutant en « *pulsars avec GLAST* » je me suis renseigné sur les solutions techniques choisies pour GLAST et le LAT, et j'ai rapidement compris deux choses : i) le système est très complexe et ii) dans le débordement général personne ne s'y intéressait de près. Panique à bord !

Parmi les vestiges de CELESTE stockés dans la cave du CENBG se trouvait le tiroir GPS, déclencheable, avec son antenne, ainsi que tout le système d'acquisition de données VME auquel il était intégré. J'ai fait la remarque qu'un muon qui passe par le LAT pourrait également passer par deux scintillateurs avec photomultiplicateurs placés à côté de GLAST, dans son atelier. Ce « *télescope à muons* » déclencherait notre GPS VME, et on noterait l'heure exacte du passage des muons dans un fichier, afin de les corréliser hors ligne avec les dates écrites par le système d'acquisition du LAT. Voir la Figure 1.

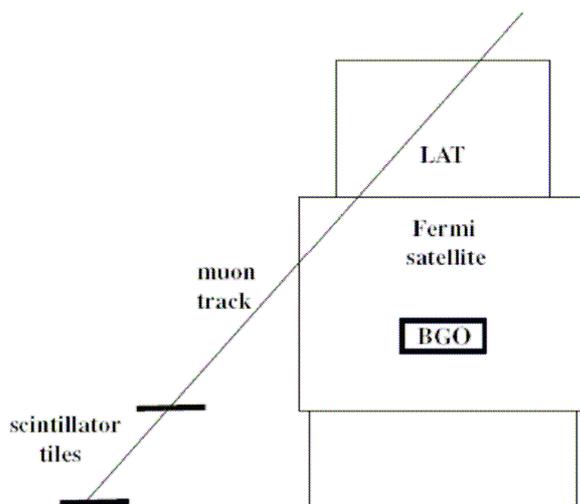
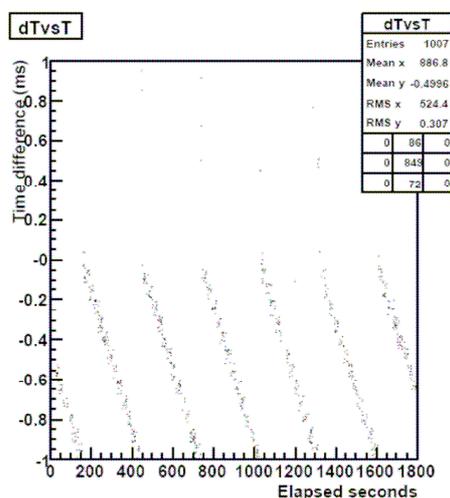


Figure 1 : Un muon cosmique traverse le LAT (cube perchée sur le satellite) ainsi que deux scintillateurs (traits noirs horizontales, à gauche). Extrait de « *On-orbit calibration of the Fermi Large Area Telescope* » A. Abdo et al, Astropart. Phys. 32, 193-219 (2009).

Au bout de plusieurs présentations faites sur quelques mois, deux personnages de poids se sont alignés à notre cause – D.J. Thompson (NASA GSFC), auteur du gros des résultats sur les pulsars d'EGRET, et W.N. Johnson (NRL), ancien du CGRO, chef du calorimètre, et chef de l'intégration du LAT avec le satellite. Le NRL a proposé de fournir les scintillateurs, que nous avons réunis avec notre GPS dans une salle blanche de General Dynamics (Phoenix, Arizona). C'est grâce à mon passeport américain que j'ai pu

pénétrer dans ce lieu très sécurisé. Très peu de gens de la collaboration y ont eu accès.



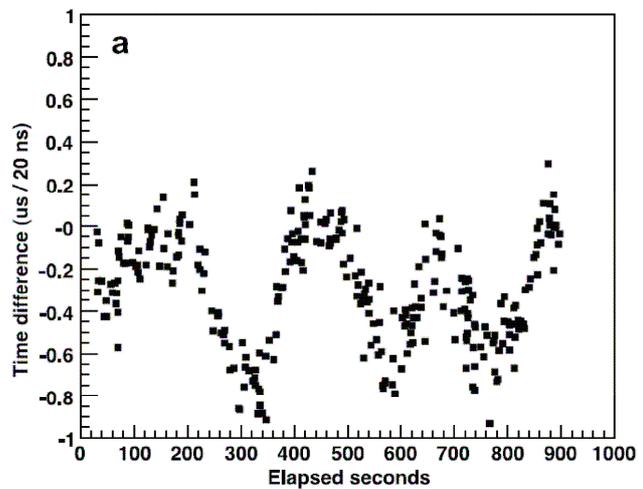
A la surprise générale – nous avons découvert un gros lézard ! Un défaut de conception d'une partie des circuits du satellite (et leurs logiciels associés) faisait qu'on n'aurait que très difficilement découvert les pulsars milliseconde. Voir la Figure 2.

Figure 2 : Pour 1007 muons cosmiques, la différence entre le temps « Bordeaux » de son passage et le temps LAT. La dent de scie d'une amplitude d'une milliseconde et d'une période de 290 secondes aurait été un catastrophe pour les pulsars milliseconde. Extrait d'un rapport interne LAT que j'ai écrit, avec quelques proches.

Cette affaire a attiré l'attention de beaucoup d'experts, et d'autres problèmes, plus subtils et moins gênants, ont été trouvés. Au bout de plusieurs mois de bureaucratie impressionnante, ils ont tous été réglés. La Figure 3 montre

que le LAT date ses photons gamma à mieux d'une microseconde. Un des grands résultats de *Fermi* est la découverte d'une population importante de pulsars milliseconde en gammas. Je suis assez fier d'avoir lancé cette histoire de GPS, et de l'avoir mené à bout !

Figure 3 : Après modification de l'électronique du satellite, l'accord entre les temps de passage des muons cosmiques mesurés avec le GPS de CELESTE et celui de Fermi est de l'ordre de quelques centaines de nanosecondes. Les pics très étroits vus pour certains pulsars gamma en bénéficient. Extrait de « On-orbit calibrations... ».



Mesures de spectres et l'acceptance de l'appareil : Une fois un pulsar détecté, la prochaine étape est de déterminer son flux et son spectre. En simplifiant, le flux est $\Phi(E) = (N - N_{\text{bgnd}}) / A_{\text{eff}}(E) T$ où N est le nombre d'événements accumulés dans un temps T , N_{bgnd} est le fond à soustraire. La surface effective, $A_{\text{eff}}(E)$, est la surface géométrique multipliée par le produit des efficacités de toutes les coupures d'analyse, et elle dépend de l'énergie.

En pratique, $A_{\text{eff}}(E)$ fait partie des Instrument Response Functions (IRF), fruits d'une longue chaîne de calculs dont le point de départ est les données simulées. La soustraction de fond, la prise en compte des résolutions angulaire et en énergie, et l'estimation de N_{bgnd} sont estimés avec une méthode de vraisemblance. Le tout est mis en musique avec une suite de logiciels passablement complexe préparé par la collaboration LAT.

J'ai convaincu deux de mes collègues, Thierry Reposeur et notre étudiant Damien Parent, de préparer une étude qui a permis de valider $A_{\text{eff}}(E)$ une fois sur orbite. La stratégie est simplement de comparer les efficacités pour les gammas des coupures d'analyse, dont le but est le rejet du fond des chargés cosmiques, entre les prédictions du Monte Carlo (les données simulées) et les vraies données sur une chandelle standard, le pulsar de Vela, la source la plus intense du ciel gamma. La coupure de son spectre à 3.2 ± 0.06 GeV fait que nous avons aussi utilisé quelques autres sources pour couvrir toute l'espace de phase possible, notamment le fond diffus et le pulsar du Crabe.

Cette étude a fait partie de nos contributions à la validation de la réponse de l'instrument dans les semaines après le lancement. C'est décrit dans la thèse de Damien, et cité dans le premier papier « pulsar », « *Fermi LAT Observations of the Vela Pulsar* », Abdo, A. A. et al. 2009, ApJ, 696, 1084

Autour du pulsar – Pulsar Wind Nebulae (PWN) : Le CENBG a connu un très grand bonheur en 2006 – l'affectation de Marianne Lemoine-Goumard. Trois thésards, un post-doc, un maître de conférences, et quatre CNRS, nous étions alors 9 personnes à travailler sur GLAST, dont 7 sur les pulsars et leurs nébuleuses.

Un si grand groupe peut se permettre d'élargir un peu ses ambitions. Marianne ayant travaillé sur les SNR (vestiges de supernovae) de HESS lors de sa thèse, et voulant d'une part continuer sur ces sources légèrement étendues et d'autre part voulant se joindre à nos efforts sur les pulsars, le compromis heureux s'est trouvé après environ quatre secondes de méditation : les nébuleuses alimentées par le vent en provenance du pulsar à leur centre, les PWN. L'archétype est le complexe du Crabe. Aux énergies du LAT, les contributions du pulsar et de la nébuleuse sont à peu près égales.

Pour la rentrée 2007, une nouvelle étudiante s'est jointe à notre groupe : Marie-Hélène Grondin. Elle avait fait des stages avec nous depuis quelques années, elle a été majeure de ses promotions depuis qu'elle est arrivée à l'Université de Bordeaux. Elle est encadrée principalement par Marianne, sous ma co-direction de thèse. Elles travaillent bien ensemble.

Bilan d'avant le lancement : Nous avons pensé à tout ce qu'il y avait d'essentiel pour réussir à détecter des pulsars en gammas du GeV avec le LAT. La bonne ambiance dans le groupe bénéficiait du fait que les tâches étaient bien définies : on plaisantait que Damien et Thierry s'occupaient de l'abscisse (le flux et les acceptances) tandis que Lucas et Denis s'occupaient des ordonnées. Les sujets nominaux de leurs thèses étaient les pulsars normaux (et leur spectroscopie) et les pulsars milliseconde (et leur datation fine), respectivement. Avec les PWN pour l'année d'après. Je suis le seul des travailleurs « galactique » à avoir une HDR, et j'ai invité Thierry, Denis, et Marianne à être co-directeurs sur ces trois thèses. Benoît Lott a été le co-coordonateur du Group « noyaux actifs de galaxies » de *Fermi* pendant quatre ans et il a son HDR. Avant le lancement il était secondé par un post-doc, Vincent Lonjou.

Fermi depuis le lancement

Chaque membre de la collaboration a le droit de signer tous les papiers de *Fermi*. Je les ai effectivement (quasiment) tous signé pendant la première année. Depuis, j'ai levé le pied : je signe tous les papiers du groupe Galactique (et je contribue assez directement à la quasi-totalité de ces papiers). Je signe certains papiers des autres groupe quand le résultat m'intéresse particulièrement, et que je réussis à trouver le temps pour une lecture critique du travail.

Dans ce qui suit, je résumerai mes contributions aux résultats suivants :

- Découverte de pulsations gamma de 24 pulsars radio « jeunes »
- Découverte de pulsations gamma de 12 pulsars milliseconde
- Découverte de 18 pulsars milliseconde en radio
- Découverte d'émission gamma d'amas globulaires
- Un catalogue de pulsars gamma
- Premières nébuleuses à vent de pulsar avec *Fermi*

Je n'évoquerai que très brièvement les découvertes de nouveaux pulsars gamma sans contrepartie radio, ainsi que des vestiges de supernovae (SNR), μ quasars, et autres merveilles qui sortent de nos efforts collectifs.

Je parlerai un peu des découvertes qui découlent des nôtres : recherches d'ondes gravitationnelles et recherches de matière noire, notamment.

Je ne cite pas tous les papiers où ma contribution a été importante (mais une bonne partie tout de même !)

Découverte de pulsations gamma de 24 pulsars radio « jeunes »

Après le lancement (11 juin 2008) nous avons 60 jours de « Launch & Early Operations » (L&EO) pour valider la performance du LAT sur orbite. La collaboration se retournait vers les bordelais pour i) validation des horloges et ii) validation des acceptances. Nous étions au « quartier général » à Stanford pour l'occasion. Bien préparés, nous avons commencé assez rapidement à voir les pulsars « classiques » ainsi que les pulsars nouveaux. Les validations se sont faites dans la foulée et ont fait partie de l'euphorie générale face à l'excellent fonctionnement de notre instrument.

J'ai rédigé, avec Lucas, la détection du premier pulsar gamma « post-EGRET » de *Fermi*. Je suis assez content de l'application de la limite supérieure obtenue en dehors des pulsations à l'hypothèse que l'amas ouvert Berkeley 87 émettrait des gammas via des chocs des vents des étoiles massives :

Pulsed gamma-rays from PSR J2021+3651 with the Fermi LAT, Abdo, A. A. et al. 2009, ApJ, 700, 1059

Ci-dessous, trois figures extraites de cet œuvre.

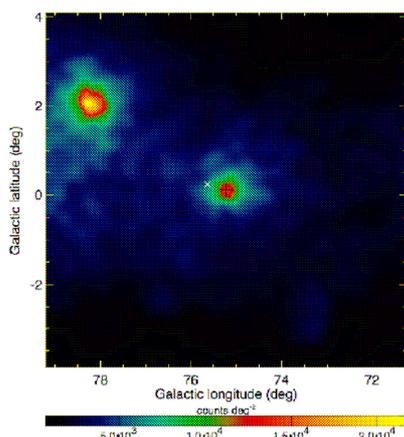


Figure 2. Gamma ray counts per square degree, with $E > 100$ MeV, centered at the *Chandra*-derived position of PSR J2021+3651. Bin sizes vary such that statistical fluctuations are fixed to a signal-to-noise ratio of 10. The cross indicates the *Chandra*-derived position of PSR J2021+3651. The "X" indicates the position of the open cluster Berkeley 87. The bright object at upper-left is 3EG J2020+4017.

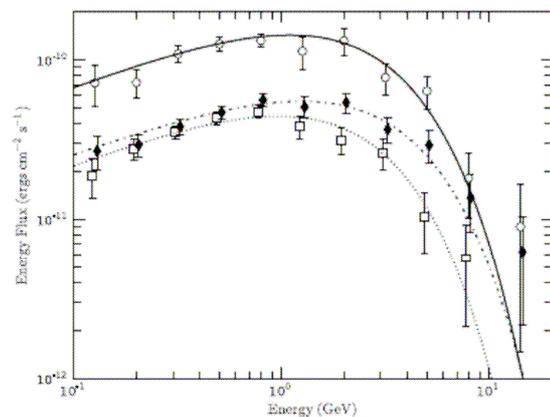


Figure 3. Spectral energy distribution $E^2 dF/dE$ for PSR J2021+3651 as fit by "gtlike" assuming a power-law spectrum with an exponential cut-off, for P1 (dotted), P2 (dot-dash), and total pulse (solid). The differential values as estimated by "on-off" are given for P1 (squares), P2 (diamonds), and total pulse (circles). The error bars are statistical only. For clarity, the points for P1 (P2) are plotted 2.5% lower (higher) in energy than for total pulse.

Damien a rédigé une lettre. J'ai été très présent :
Discovery of Pulsations from the Pulsar J0205+6449 in SNR 3C 58 with the Fermi Gamma-Ray Space Telescope, Abdo, A. A. et al. 2009, ApJL, 699, L102

Et Damien a enchaîné sur celui-ci :
Fermi LAT detection of pulsed gamma-rays from the Vela-like pulsars PSR J1048-5832 and PSR J2229+6114
 Abdo, A. A. et al. 2009, ApJ, 706, 1331

J'ai rédigé celui-ci avec un pulsariste radio. :
Gamma-ray and radio properties of six pulsars detected by the Fermi LAT, Weltevrede, P. et al. 2010, ApJ, 708, 1426

Parmi les autres papiers issus de notre groupe du CENBG, Denis et un collègue italien ont rédigé le papier sur le pulsar très célèbre, Geminga (soumis à ApJ), et Thierry soumettra bientôt le papier qui décrit les trois autres pulsars « classiques » d'EGRET, soit B1706-44, B1951+32, et B1055-52.

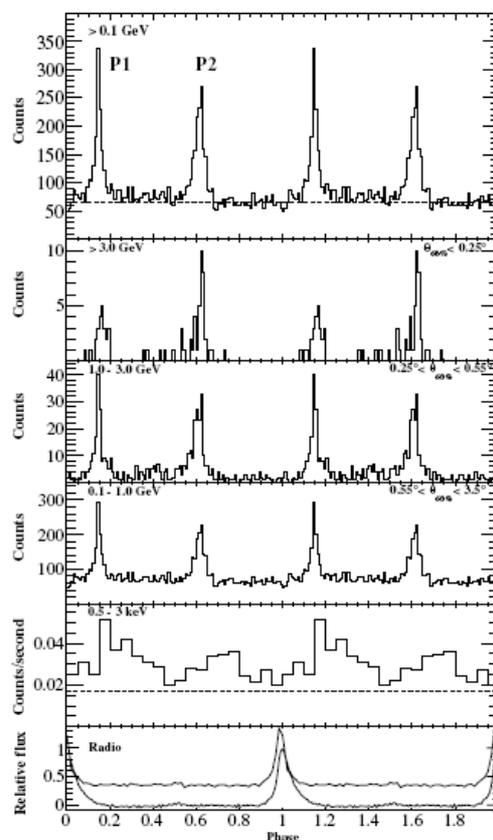


Figure 1. Top frame: light curve for PSR J2021+3651, for gamma-rays with energy > 100 MeV within the energy-dependent 68% containment radius $\theta_{68\%}$ of the pulsar position. Each bin is 0.01 in phase, and two rotation cycles are shown. The horizontal dashed line shows the average number of counts in the off-pulse phase interval. Three following frames: light curves in the three indicated energy ranges. Second frame from bottom: phase-aligned *Chandra* ACIS-S CC X-ray light curve, with the background rate shown by the horizontal dashed line. Bottom frame: the upper curve is the 1950 MHz radio profile obtained using the Pulsar Spigot at the GBT. The lower curve is the total intensity profile obtained at Arecibo using the WAPP spectrometers with a 3.7 hr integration time and 300 MHz of bandwidth centered at 1500 MHz, vertically offset from the GBT curve for clarity. Both curves show evidence for an interpulse at phase 0.5 with amplitude $\sim 5\%$ of the main pulse.

Découverte de pulsations gamma de 12 pulsar milliseconde (« MSP »)

Il n'était nullement évident qu'une émission gamma en provenance de pulsars recyclés serait détectable. EGRET avait une détection marginale, sur PSR J0218+4232, signal confondu avec celui du blazar adjacent, 3C66A. Nous nous sommes entraînés avec PSR J0218+4232 : il apparaît dans nos contributions aux conférences d'avant le lancement, et aussi dans l'A&A « *Pulsar Timing for Fermi* ».

C'est notre plus grande découverte à ce jour.

Lucas et moi avons rédigé ce premier papier ensemble :
Pulsed γ -rays from the millisecond pulsar J0030+0451 with Fermi, Abdo, A. A. et al. 2009, ApJ, 699, 1171

Mais assez rapidement nous avons vu qu'il y en avait un paquet ! Il faut dire que notre excellente symbiose avec Ismaël Cognard à Nançay faisait que i) nous avions des ephemerides de pulsars avec une puissance de freinage en dessous de 10^{34} erg/s, c'est à dire, en plus de ceux du MoU, et ii) Ismaël, un grand maître du domaine, a formé Lucas dans les arcanes subtiles de la chronométrie des pulsars, et Lucas, étudiant brillant, a été à la hauteur des leçons du maître.

Nous avons ensuite rédigé ceci. 19 citations en six mois – je crois que ce n'est qu'un début.

A Population of Gamma-Ray Millisecond Pulsars Seen with the Fermi Large Area Telescope
 Abdo, A. A. et al. 2009, Science, 325, 848

Parti en post-doc (dans un véritable *Dream Team* des pulsaristes, au Max Planck à Bonn), Lucas vient de sortir ce papier ci. Mais bon, je dépasse un peu mon cadre. Un autre papier est en cours...
Discovery of Pulsed Gamma-rays from PSR J0034-0534 with the Fermi LAT: A Case for Co-located Radio and Gamma-ray Emission Regions, Abdo, A. A. et al. 2010, ApJ

Découverte d'émission gamma d'amas globulaires

Les amas globulaires sont parmi les structures les plus anciennes de la Galaxie, et pleins de MSPs. A partir du moment que l'on sait que les MSPs sont émetteurs de gammas, on peut se demander si on n'aurait pas une

nouvelle sonde pour scruter ces objets. En effet – nous l’avons ! Ce papier a été écrit par nos amis à Toulouse, mais pour s’assurer qu’on ne voit pas de pulsations, nous leur avons fournis les ephemerides et nous avons vérifié leur analyse pulsée.

Discovery of high-energy gamma-ray emission from the globular cluster 47 Tucanae with Fermi
Abdo, A. A. et al. 2009, Science, 325, 845

Ils ont désormais un signal gamma d’une demie-douzaine d’amas globulaires : des choses à creuser !

Découverte de 18 pulsars milliseconde en radio (et les objets non-identifiés)

Un héritage très important d’EGRET – une centaine de source célestes de gammas, sans contrepartie aux autres longueurs d’onde, et dont la nature de l’émetteur a été le sujet de spéculations depuis le début des années 1990. Première remarque – *Fermi* en a identifié un grand nombre, et pour l’essentiel ce sont des pulsars. Mes recherches ont donc contribué à éclaircir un mystère notoire.

J’ai signé ces deux papiers qui détaillent l’ensemble des sources de *Fermi* :

Fermi Large Area Telescope Bright Gamma-ray Source List, Abdo, A. A. et al. 2009, ApJS, 183, 46

Fermi Large Area Telescope First Source Catalog, Abdo, A. A. et al. 2010, ApJS submitted, arXiv: [1002.2280](https://arxiv.org/abs/1002.2280)

Paradoxalement, *Fermi* augmente le nombre d’émetteurs gamma non-identifiés (tout en identifiant les anciens d’EGRET). La majorité se révéleront être des blazars. Dans le plan de la Galaxie, il y aura des pulsars jeunes à découvrir. Mais depuis que nous savons qu’il y a des MSPs gamma à haute latitude galactique... ne serait-ce pas logique qu’il y ait des MSPs parmi les sources gamma non-identifiées ?

Et bien... oui ! DIX-HUIT MSPs radio ont été découverts en quelques mois ! Comparé à 70 (en dehors des amas globulaires) depuis 25 ans. J’ai choisi les candidats qui ont amené Ismaël à en découvrir deux des MSPs à Nançay. Nous rédigeons cette découverte actuellement (heum... en même temps que d’autres...). La revue *Nature* vante l’importance de notre percée dans le commentaire à ce lien :

<http://www.nature.com/news/2010/100112/full/463147a.html>

La personne la plus forte à choisir les bonnes cibles est un thésard de Seattle, Matthew Kerr – avec ma casquette de « Leader Galactique de *Fermi* », je l’ai convaincu de choisir les pulsars comme spécialisation. J’ai bien fait !

Nouveaux pulsars gamma sans contrepartie radio

Le lecteur aura compris que j’ai tout parié sur la recherche de pulsations gamma de pulsars radio, et que je ne regrette pas ce choix. Sachez toutefois qu’il y a une autre façon de faire : chercher directement les pulsations dans les données gamma. Cela demande des algorithmes pointus et des puissances informatique considérables. Nos co-équipiers de Santa Cruz sont les pionniers en la matière, au sein de la collaboration LAT.

Avant le lancement j’ai réalisé que malgré leur grande compétence de calcul, ils étaient faibles en connaissances astrophysiques. Notamment... une recherche de pulsations est très sensible à la position choisie. Ils ignoraient la vaste littérature sur les CCOs (Compact Central Objects) connus en rayons X, par exemple. Nous avons eu des séries de discussions... je suis allé à Santa Cruz... Ils ont compris et ont modifié leur stratégie de choix de cibles. Marie-Hélène démarrait sa thèse sur les nébuleuses à vent de pulsar vers cette époque et a intégré les CCOs dans son étude bibliographique de PWN, ainsi a-t-elle pu fournir des tables de cibles aux amis californiens.

A cette même époque (fin 2007) j’ai été parmi les quelques personnes du LAT à se pencher sérieusement sur la question d’où pointer le satellite pendant le temps de L&EO accordé à cela. J’ai milité en faveur du « Next Geminga », 3EG J1835+5918, objet d’EGRET non-identifiée que l’on croyait (dur comme fer) que ce serait un pulsar sans contrepartie radio.

Nous l’avons pointé pendant L&EO. Le résultat a mis du temps à sortir, mais le voilà : *Fermi LAT observations of PSR J1836+5925* Abdo, A. A. et al. 2010, ApJ in press.

Beaucoup plus rapide a été notre première découverte de pulsar nouveau ! Sa rédaction a bouffé le gros de mes vacances d’été 2008... *The Fermi LAT discovers the pulsar in the young galactic supernova remnant CTA 1*, Abdo, A. A. et al. 2008, Science, 322, 1218.

Comme pour les MSP, ça n'a été qu'un début. Voici le 3^{ème} des trois articles dans le numero du 14 août 2009 de *Science*. C'est un copain de Santa Cruz et moi qui avons convaincu tout le monde d'essayer d'avoir la couverture. (Le P.I. du LAT avait un autre projet...)

Detection of 16 Gamma-Ray Pulsars Through Blind Frequency Searches Using the Fermi LAT, Abdo, A. A. et al. 2009, *Science*, 325, 840

Nous sommes désormais à 24 de ces « blind search pulsars ». Et enfin... pulsar gamma silencieux en radio, comme Geminga ? Ou simplement jamais vu en radio ? La question est très importante pour les modèles d'émission. Pour trois d'entre eux, nous savons désormais qu'il y a un émission radio faible. J'ai signé ces deux articles :

Radio Detection of LAT PSRs J1741-2054 and J2032+4127: No Longer Just Gamma-Ray Pulsars
Camilo, F. et al. 2009, *ApJ*, 705, 1

PSR J1907+0602: A Radio-Faint Gamma-Ray Pulsar Powering a Bright TeV Pulsar Wind Nebula,
Abdo, A. A. et al. 2010, *ApJ*, 711, 64

Ces pulsars n'avaient pas été découverts en radio précédemment parce que très proches (et donc, un faible *Dispersion Measure*, DM, ce qui rend plus difficile le rejet des interférences radio terrestres) ou bien intrinsèquement très faibles en radio. Les pulsars *Fermi* ont des biais de sélection complémentaires à ceux des pulsars radio et apportent donc beaucoup à notre connaissance des *populations* des étoiles à neutrons dans la Voie Lactée. Cela a ensuite des conséquences pour notre connaissance de l'évolution des étoiles massives ; des taux de supernovae ; la population des PWN ; et leurs contributions aux rayonnements diffus de gammas et d'électrons cosmiques. Ce n'est pas peu de choses !

Un catalogue de pulsars gamma

La simple détection et caractérisation des pulsars individuels n'est qu'une étape de toutes ces recherches. Il faut ensuite généraliser, et confronter avec les prédictions des modèles. Je me suis beaucoup investi, avec Damien, dans la rédaction de cet œuvre géant : *The First Fermi Large Area Telescope Catalog of Gamma-ray Pulsars*, Abdo, A. A. et al. 2009, soumis à *ApJ Suppl*, arXiv: [0910.1608](https://arxiv.org/abs/0910.1608)



Voici quelques unes des premières leçons que nous avons tiré de ces premiers 20 mois sur orbite :

- Les spectres des pulsars sont des lois de puissance avec coupure exponentielle, et pas super-exponentielle.
- Les pulsars gamma ont généralement deux pics, séparés par un peu moins d'une rotation de l'étoile.
- Le pic radio (au singulier !) précède le premier pic gamma par environ $1/10^{\text{ème}}$ de rotation.
- Ces trois points favorisent fortement une émission gamma d'une région loin de la surface de l'étoile de neutrons, étendue en latitude (plus forte vers l'équateur), et très mince en longitude.
- Les modèles d'émission gamma des pôles magnétiques sont défavorisés.
- Les nombres de pulsars radio-loud versus radio-quiet renforcent cette thèse.
- L'intensité en gamma augmente avec $\sqrt{dE/dt}$ (racine de la puissance de freinage) (Figure extraite du *Catalogue des Pulsars* reproduite ci-dessous).
- Le mécanisme d'émission γ dans les MSP ressemble celui des pulsars jeunes.
- Le taux de naissance des pulsars est d'environ 1 par 50 ans dans la Voie Lactée.
- Les pulsars contribuent substantiellement à l'émission γ du plan Galactique.

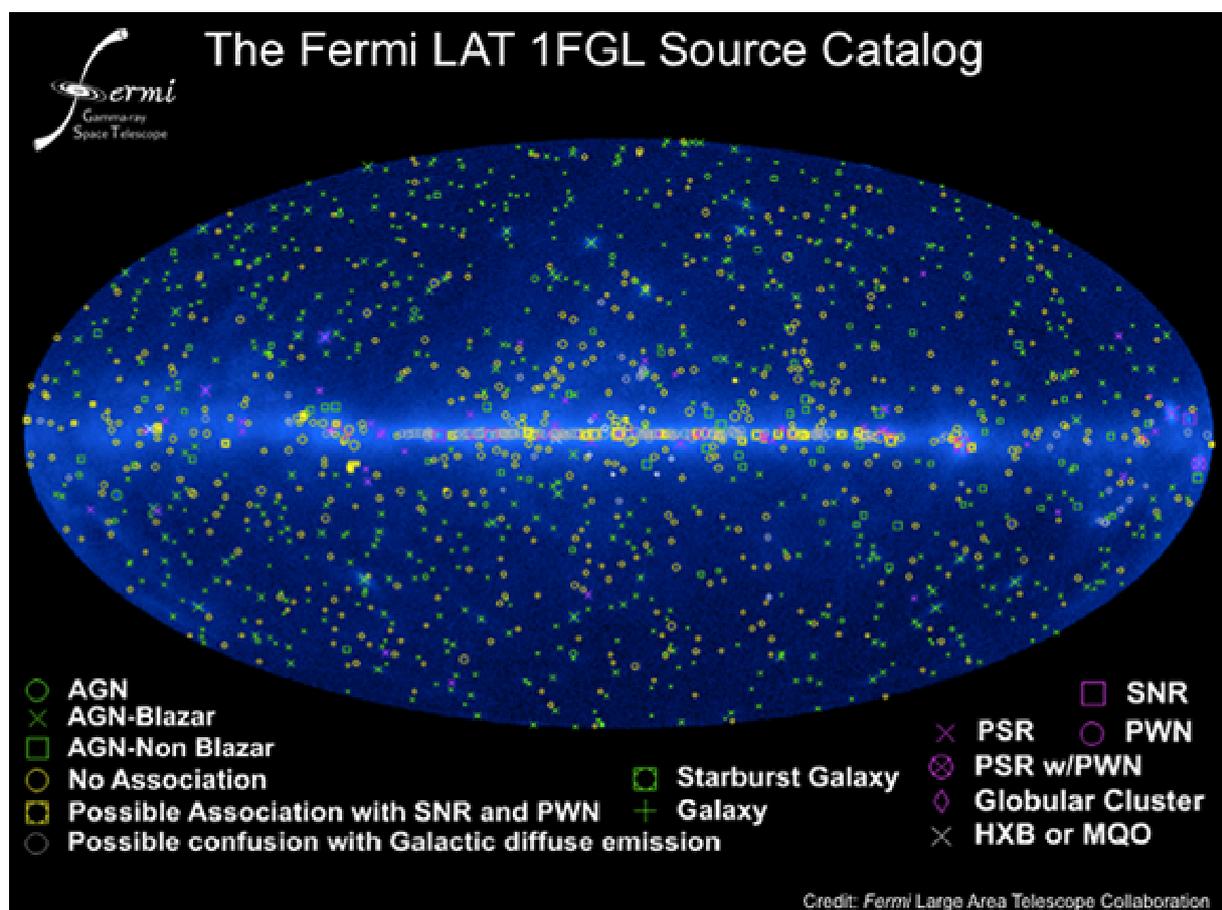
Enfin, le papier le plus cité de *Fermi* est celui-ci :

Measurement of the cosmic ray $e^+ e^-$ spectrum from 20 GeV to 1 TeV with Fermi, Abdo, A. A. et al. 2009, Phys. Rev. Lett., 102, 181101

Nombreux sont ceux qui ont voulu interpréter le flux d'électrons d'ATIC et de positrons de PAMELA comme une signature de l'existence de matière noire supersymétrique. Le spectre d'électrons du LAT a un peu calmé les esprits. Le grand nombre de pulsars émetteurs à haute énergie mis en évidence par *Fermi* est aussi à prendre sérieusement en compte : mon sentiment est que le vent d'électrons des pulsars, qu'on quantifiera de mieux en mieux grâce aux études des PWNe, suffira pour comprendre les mesures d'ATIC, PAMELA, et *Fermi*.

Ce travail sur les électrons est issu en partie de tests sous faisceaux au CERN. Comme j'ai dit au début, j'ai aidé à lancer, et à exécuter, ce programme. Un moteur dans les analyses a été Johan Bregeon, ancien thésard du CENBG.

En conclusion : qu'on s'intéresse aux pulsars ou pas, c'est le signal ponctuel le plus fort de la Voie Lactée, et il faut le maîtriser avant d'espérer de comprendre d'autres signaux plus faibles.



A3. – Enseignement, Formation et Diffusion de la Culture Scientifique

Enseignement

Chaque année j'assure, avec un collègue, une option de M2, « Phénomènes cosmiques de Haute Energie » dans le Master Astrophysique - Physique des Corpuscules (APC) de l'Université Bordeaux I. Pour moi il s'agit de deux à quatre leçons de 2 heures, plus l'examen.

Formation

1. Membre du Jury de thèse de Mme. Marianne Lemoine-Goumard, mai 2006.
2. 6 stages license, juin 2006 (voir la photo au début de ce rapport d'activité).
3. Stage M2 de M. Damien PARENT mai-juillet 2006
4. co-Directeur de thèse de M. Lucas GUILLEMOT octobre 2006 – septembre 2009.
5. co-Directeur de thèse de M. Damien PARENT octobre 2006 – novembre 2009.
6. co-Directeur de thèse de Mlle. Marie-Hélène GRONDIN octobre 2007 --.
7. Rapporteur de thèse de M. Sylvain GUIRIEC, décembre 2007.
8. Rapporteur de thèse de M. Grégory DESVIGNES, novembre 2009.

Depuis 2008 j'encadre le TIPE (« travail d'initiative personnel encadré ») d'un jeune homme en 2^{ème} année de classe préparatoire. Normalement je ne l'aurais pas mentionné cela dans ce rapport mais il a des difficultés et finalement j'y passe tellement de temps que cela impact un peu le reste de mon boulot. Suis-je trop bonne poire ?

Diffusion de la Culture Scientifique

Nous avons fait un petit film très chouette ! En anglais et en français. Quatre mille personnes l'ont vu.

<http://www.dailymotion.com/glastcenbg>

<http://www.youtube.com/watch?gl=FR&hl=fr&v=54IBWt-O8Co>

Nous avons créé un coffret DVD, avec le film et un dossier thématique.

J'ai encadré pendant trois mois (mars-juin 2007) une stagiaire en communications, Emilie Grenier. Elle a réalisé une page web national, <http://glast.in2p3.fr> qui est référencée sur les pages *Fermi* de la NASA. Hélas... je n'ai pas mis la page à jour depuis le lancement ! trop de choses, trop de choses...

Elle et moi avons produit une plaquette *Fermi* en français, avec Danielle Dassié du CENBG et les services « Comm' » de la Délégation Régionale du CNRS et de l'Université de Bordeaux I. J'ai encadré une autre stagiaire « Comm' » de l'U de Bordeaux (Maurine Labouré) pour créer des affiches GLAST pour très grand public. La plaquette est disponible depuis les pages web de la NASA ainsi que les différentes pages web françaises. Voir http://www.nasa.gov/pdf/188895main_BROCHURE-GLAST_french.pdf.

Le CENBG a une « roue cosmique » (détecteur de muons cosmiques à vocation pédagogique). Cela, avec le bon vieux oscilloscope de CELESTE et une grosse maquette du satellite GLAST que nous avons construit dans le groupe, nous permet de faire des animations « grand public » qui sont bien accueillies. J'en ai fait une demi-douzaine, avec ou sans les camarades du groupe.

« Cap Sciences » est un organisme de Communication Scientifique pour L'Aquitaine. J'y ai fait des animations (roue cosmique). Je suis le sujet d'un « profil de chercheur » dans leur magazine annuel H2O pour 2008. Je suis le sujet d'un de leur marques-pages de l'année 2006 (~40 chercheurs par an à Bordeaux...).

« Jeunes Sciences » est un club où des adolescents peuvent mettre la main dans la pâte, dans des sections électronique, astronomie, chimie, infographie, et cetera... Je suis dans leur Conseil d'Administration et j'aide à faire avancer leurs entreprises. Je préside leur Conseil Scientifique ! <http://www.jeunes-science.asso.fr/>

Le 27 mars 2008 nous avons organisé une « gala » pour annoncer le lancement de GLAST, à l'Université de Bordeaux I. Des personnalités nationales, une belle visibilité locale, ça s'est bien passé.

Voici une liste d'interventions « grand public »...

1. Conférence « Les Pulsars Gamma », Club Astronomique de Jalles, mars 2006.
2. « L'Astronomie Gamma », Institut de Physique Fondamental de l'Université Bordeaux I, juillet 2006.
3. « L'Astronomie Gamma » devant qqs classes de Lycéens, Fête de la Science, octobre 2006

4. « Pulsars gamma avec GLAST », Société Astronomique de Bordeaux, janvier 2007.
5. « GLAST, astronomie gamma, et rayons cosmiques », La Nuit des Etoiles, Cap Sciences, juillet 2007.
6. Animations à la commémoration des « 50 ans de Spoutnik », 2007.
7. « Regarder l'Univers autrement pour mieux le voir », Fête de la Science, 13 octobre 2007
8. « Pulsars gamma avec GLAST », Club astronomique ABERA (Bègles) 30 janvier 2008
9. « Bordeaux et le Large Area Telescope (LAT) sur le satellite GLAST », inauguration, 27 mars 2008
10. Café Sciences « Le Large Hadron Collider », Talence, 5 novembre 2008. Organisé par la SFP.
11. Intervenant, Ciné Sciences, Bordeaux novembre 2008.
12. « Premiers résultats de *Fermi* », Club astronomique ABERA (Bègles) 21 janvier 2009
13. « Premiers résultats de *Fermi* », Club Astronomique de Jalles, 15 mai 2009.
14. « L'Astronomie γ avec *Fermi* », Ecole Normale Supérieure des Arts et Métiers, Talence, 25 mai 2009
15. « Sources galactiques de rayons γ et le rayonnement cosmique avec un accent sur les pulsars », Assemblée Générale de la Société Française de Physique, Palaiseau, 7 juillet 2009.
16. « Premiers résultats de *Fermi* », Institut de Physique Fondamental, U. Bordeaux I, 12 novembre 2009.
17. Conférence et animations à « Astroforum » (journée grand public) à Talence, 8 avril 2010.
18. Colloquium (presque) grand public au Centre de Recherche Paul Pascal (CNRS UPR 8641) 6 mai 2010.

Lors de la conférence à Blois (juin 2009), Ismaël et moi avons convaincu Joe Taylor (prix nobel 1993 pour le rayonnement d'ondes gravitationnelles d'un pulsar binaire) de venir à la conférence et puis de donner une conférence Grand Public dans le centre d'Orléans. (Taylor était le chef d'Ismaël pendant son postdoc à Princeton.)

Voici les apparitions du CENBG ou de moi-même dans les médias...

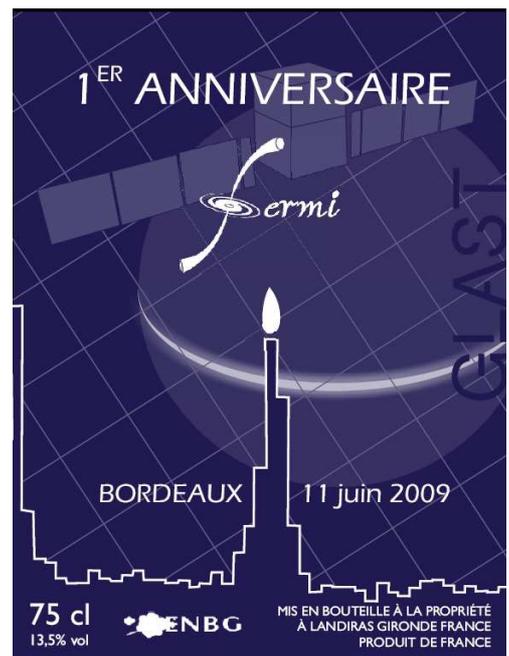
1. M6 « Six Minutes Bordeaux », 27 mars 2008
2. « Un américain à Gradignan », dans H2O, revue annuelle de Cap Sciences, mars 2008
3. « Les rayons de la violence », Sud-ouest, 1 avril 2008
4. « Glast – un grand sensible pour l'Univers violent », Air et Cosmos, juin 2008.
5. « Glast, un télescope pour détecter les rayons gamma », Direct Matin, 11 juin 2008.
6. « Le satellite Glast scrutera la violence de l'Univers », Le Monde, 12 juin 2008.
7. « French Research in Transition », AAAS /*Science* focus on careers, septembre 2008.
8. Communiqué de presse CNRS « CTA1 » à la sortie du *Science Express*, octobre 2008.
9. « Fermi gamma-ray space telescope sees first light », CERN courrier, novembre 2008.
10. Radio suisse romande (pendant ciné sciences) 2 décembre 2008
11. « La violence de l'Univers à l'étude », dans « 400 ans après Galilée », Journal de l'Université Bordeaux pour l'année mondiale de l'astronomie 2009.
12. « Vie des labos », journal du CNRS, avril 2009
13. « Ils traquent des pulsars... », Sud-ouest, avril 2009
14. Communiqué de presse CNRS « pulsars » à la sortie du *Science Express*, juillet 2009
15. FR3-Aquitaine, téléjournal de midi, 27 février 2009
16. Radio Campus (une heure juste pour moi !) 4 mars 2009
17. Radio suisse romande à nouveau je ne sais plus très bien quand
18. Science et Avenir à paraître, fin février (?) 2010.

A.4 – Transfert Technologique, Relations Industrielles, et Valorisation

En février 2009 j'ai représenté l'Université Bordeaux I dans une délégation du pôle de compétitivité «Aerospace Valley » sur invitation de la California Space Authority. Avec l'ambassadeur de France aux pôles et l'attaché espace de l'ambassade de France aux US, et des industriels et universitaires des régions Midi-Pyrénées et Aquitaine, nous avons été reçu par des industriels et des universitaires dans le nord et dans le sud de la Californie.

Depuis, avec ces universitaires, on met en place des échanges entre le sud-ouest de la France et la Californie. Affaire à suivre...

Un an après le lancement, nous avons accueilli 60 personnes du « Galactic Sources Science Working Group » à Bordeaux, et pour l'occasion nous avons « offert » du bon vin. Le pulsar sur l'étiquette est PSR J2021+3651, premier nouveau pulsar avec Fermi, découvert à Bordeaux.



A.5 – Encadrement, Animation et Management de la Recherche

En tant que coordinateur de *Fermi* à l'IN2P3, je centralise les demandes annuelles de budget des équipes des trois laboratoires, LLR (Ecole Polytechnique), LPTA (Montpellier), et CENBG (Bordeaux). Thierry Reposeur m'aide énormément. Je suis le « point of contact » pour *Fermi* au CNRS, dans ce sens qu'on s'adresse à moi lorsqu'il faut fournir ponctuellement un rapport ou un bilan.

Je joue bien mon rôle au SSAC, et j'ai fait entrer mes jeunes collègues à la collaboration (« Full Member ») ou bien les collègues dans les domaines proches (« Affiliated Member »).

J'ai fait quelques tentatives pour avoir des ressources d'en dehors du CNRS. Par exemple, en 2006 j'ai préparé un gros dossier pour demander trois post-docs du CNES. Pour cela j'ai eu de l'aide de mes collègues du LPTA et du LLR, ainsi que de l'administration du CENBG. Le dossier a été bien accueilli par le comité ad hoc « astronomie » du CNES, devant qui j'ai fait une présentation orale janvier 2007 (avec déplacement à Paris), et j'ai été informé que nous aurions deux des trois postdocs demandés. Il a fallu attendre 2009 avant que nous recevions enfin un CDD en conséquence de ce travail ! C'est un ingénieur informatique au LPTA.

Quelques autres dossiers traînent sur ma table. ANR, FP7, Région... C'est lourd. L'expérience CNES m'a refroidi. Franchement, je préfère m'occuper des Sources Galactiques. Nos trois laboratoires ont eu du renfort ces quelques années, je ne saurais dire combien c'est grâce à mes efforts.

Liste de comités de conférences:

- International Scientific Advisory Committee, “Science with the New Generation of High Energy Gamma-ray Experiments” (SciNeGHE08), Padova, 8-10 October 2008
- Scienghe à nouveau, pour 2010
- Scientific Program Committee, 44th Rencontres de Moriond, La Thuile (Val d'Aosta, Italie) 1-8 février 2008. ça a été un peu le « coming out » de Fermi en Europe (premiers résultats rendus publics...).
- Comité d'organisation. Blois, juin 2009.
- Comité d'organisation, conférence « pulsars », Sardaigne, octobre 2010

Liste des jury de thèse et de concours :

- Jury concours maître de conférences, Université Bordeaux, section 34. Floirac, printemps 2009
- Jury concours Professeur, Université Paul Sabatier, section 34. Toulouse, printemps 2009
- Jury concours maître de conférences, Université Marseille, section 29, printemps 2010
- Rapporteur HDR, Pascal Vincent, Université Paris VI-VII, novembre 2005
- Rapporteur HDR, Jean-Paul Tavernet, Université Paris VI-VII, octobre 2009
- Rapporteur HDR, Ismael Cognard, Université d'Orléans, décembre 2009

J'ai été membre du Comité Scientifique du Groupement de Recherches “Phénomènes Cosmiques de Haute Energie” de 2000 à 2008. Puis, en 2008... j'ai été président de ce même C.S. du GDR PCHE pendant quelques mois ! Je n'ai pas supporté... en pleine période d'avant-lancement, quand j'étais stressé au maximum par les préparatifs, avec mon équipe bordelaise qui avait doublé de taille et mes engagements dans la grande équipe LAT, j'ai craqué. Déjà je n'ai jamais été à l'aise pour juger les dossiers des autres (on se rappellera de ma démission de la Commission Canadienne pour la Recherche en 2003...). Je remercie la direction de l'In2p3 de m'avoir laissé démissionner du GDR. Jürgen Knödseder du CESR-Toulouse, collègue de *Fermi*, m'a remplacé très efficacement.

Liste de rapports sur dossiers :

- Comité de revue du grand radio télescope de Nançay, Observatoire de Paris, 19 avril 2007.
- Rapporteur sur une demande BQR faite à l'Université de Paris Marie-Curie (étalonnage de la caméra pour les recherches automatisées de supernovae), 2009.
- Rapporteur pour deux demandes faites au ministère de la recherche italien, 2009.

Répétitions de choses déjà dites :

- Membre du Conseil Scientifique du CENBG.
- Responsable de *Fermi*-In2p3 depuis septembre 2005.
- Responsable du groupe « Astroparticules » du CENBG depuis 1999.
- Représentant In2p3 au Senior Science Advisory Committee (“SSAC”) de la collaboration GLAST.
- Co-coordonateur du groupe de travail « Sources Galactiques » de *Fermi*.

B – Objectifs

Mes intentions pour les quatre ans à venir... vaste programme !

Nous continuons à découvrir de nouveaux pulsars gamma avec *Fermi*... Chacun mérite des études complémentaires... peut-on obtenir sa distance par parallax ? (Je suis co-signataire d'une proposition de temps VLBI pour tenter cela.) Y a-t-il une contrepartie en rayons X ? Pulsé ? Comment interpréter la réponse ?

On ne connaît que six pulsar optiques... au printemps j'encadrerai un stage de recherche archivée de contrepartie optique...

J'encadrerai un autre stage sur une recherche de corrélations entre les photons gamma et les impulsions radio géantes qu'émettent certains pulsars. Démarrer une nouvelle thèse à la rentrée 2010 ? Ou un an plus tard peut-être.

Le travail sur les nébuleuses à vent de pulsar que mène Marianne est très intéressant et ses analyses ouvrent des portes inattendues. Je suis cela de près.

Notamment... j'aimerais bien voir des gammas en provenance de chocs de vents stellaires. Je guette Berkeley 87, à côté de PSR J2021+3651. Mais il y a de meilleurs candidats...

Bref... rien que de continuer à faire ce que je fais depuis le lancement m'occuperait bien pour les prochains quatre ans, et me plaît bien. J'ai plein d'idées. Encore faut-il les exécuter !

J'ai une ambition politique : je trouve que le grand radio télescope de Nançay est cruellement sous-exploité. Ismaël travaille *seul* pour la partie la plus essentielle de son travail. Malgré cela, et grâce à ses efforts, Nançay est dans les premiers trois instruments au monde pour sa précision de chronométrie, et dans les premiers cinq pour sa sensibilité. Ses disques sont pleins de données d'une qualité exquisite, et nous sommes trop peu nombreux à en tirer une moisson. Mon ambition est d'aider à convaincre nos instances de tutelle de créer une grande équipe autour d'Ismaël, à l'image de ce que l'Allemagne a fait récemment à Effelsberg, et ceux que les Anglais maintiennent à Jodrell Bank.

Le successeur de HESS, le Cherenkov Telescope Array (CTA), sortira de terre dans les prochaines années. Marianne amènera une partie de notre groupe vers ce travail. Je les soutiendrai activement, bien que personnellement, ma préférence est de surtout travailler sur les résultats de *Fermi* et les retombées.

Sinon... j'ai parlé de l'organisation d'échanges universitaires entre ma Californie natale et l'Aquitaine. Je donnerai suite.

J'ai des idées pour la vulgarisation et le contact avec le grand public. Exemple : l'observatoire à Floirac a mis un radiotélescope « pédagogique » en route (un Würzburg, ancien radar nazi...). J'ai commencé à travailler avec eux pour y voir des pulsars... Faudrait tout de même que je m'organise pour mettre <http://glast.in2p3.fr> à jour...

Bref... je ne chômerai pas... je vous raconterai ça dans deux ans...

ANNEXE :

Liste des présentations orales pour spécialistes

1. “Pulsar Timing for GLAST”, Nançay Radio Observatory Workshop, IAP-Paris, 16-17 janvier 2006.
2. Assemblée Générale de l’UAI (Prague, août 2006). Invited speaker “Future observatories for gamma ray pulsars” in Joint Discussion 02. Proceedings (30 pages) avec comité de lecture.
3. « Pulsars gamma avec GLAST », séminaire CESR Toulouse, 26 octobre 2006.
4. “OB stars with the GLAST LAT”, atelier “Les étoiles OB”, Observatoire de Bordeaux, Floirac, avril 2007.
5. « Building a pulsar ephemeris database for GLAST”, Nançay Radio Observatory Workshop, IAP-Paris, 3-4 mai 2007
6. “40 years of pulsars”, McGill University, Montréal, août 2007 Poster “Pulsar Timing for GLAST”. « 40 years of Pulsars : millisecond pulsars, magnetars, and more » AIP conference proceedings 983 (2008).
7. Mission à Manchester (Jodrell Bank Radio telescope) octobre 2007 – chronométrie pour GLAST.
8. Réunion HEAPnet Orsay 10-11 janvier 2008.
9. Physics colloquium, U. of Illinois at Urbana-Champaign, jeudi 25 septembre 2008, “Gamma-ray Pulsars with the GLAST Satellite”.
10. Physics colloquium, U. of Wisconsin at Madison, vendredi 26 septembre 2008, “Gamma-ray Pulsars with the GLAST Satellite”.
11. Physics colloquium, IFAE Barcelona, 9 mars 2009, « An early look at the gamma-ray sky with Fermi, with an accent on pulsars »
12. Invited plenary talk, 12th Marcel Grossman Meeting, Paris, 16 July 2009, « A New View of the High-Energy Universe: the *Fermi* Gamma-ray Space Telescope’s First Year in Orbit”
13. Invited parallel talk, Extreme Properties of Neutron Stars (APT 2), 12th Marcel Grossman Meeting, Paris, 13 July 2009, « Pulsars in the *Fermi* era »
14. MODE invited *Fermi* summary talk, novembre 2009, Observatoire de Paris, Meudon.
15. Floirac seminar in January 2010
16. Colloquium , ASTRON, Dwingeloo, Pays Bas, février 2010
17. Barcelona talk/conference April 2010

Présentations, participations à des réunions de *Fermi*

1. Data Challenge II Closeout meeting , Stanford, juin 2006
2. LAT collaboration meeting, Stockholm, août 2006
3. « Service Challenge Kickoff », Stanford, novembre 2006
4. LAT collaboration meeting, Goddard SFC, Washington, mars 2007
5. Instrument and Science Operations Center Workshop (ISOC), Stanford, avril 2007
6. LAT collaboration meeting, Stanford, California, août 2007
7. LAT collaboration meeting, Naval Research Laboratory, Washington, novembre 2007
8. Glast Calibration & Analysis meeting, Bari, 4-9 février 2008
9. Glast collaboration meeting, Washington D.C. 8-14 mars 2008
10. Data analysis workshop, CESR Toulouse, 21 mai 2008
11. Glast collaboration meeting, Cape Canaveral, 30 mai – 8 juin 2008
12. Glast L&EO @ SLAC, 9-23 juillet 2008
13. Glast collaboration meeting, SLAC, 14-20 September 2008
14. Galactic Sources Face-to-Face meeting, **Bordeaux**, 7-11 juin 2009
15. *Fermi* collaboration meeting, SLAC, 1-5 September 2009
18. March 2010 paris lat collab meet

Un retour en arrière

A l'occasion de cet exercice d'auto-évaluation je me permets un brin de nostalgie : qu'est devenu de ce que j'ai fait avant d'entrer au CNRS ?

Dessous : Le PRL que j'ai écrit pendant mon postdoc à Pise est au rang 41 des >80 publications que j'ai signé pendant mes années de CDF à Fermilab, et a été cité 37 fois. Je trouve que c'est honorable. Le mot « muon » du titre est central, étant que j'ai été au cœur de la petite équipe qui a réalisé le détecteur de muons de CDF.

Et juste après : La première publication de la liste est un des derniers de CDF que j'ai signé : la découverte du quark Top, avec 871 citations. Nota bene que la désintégration du Top peut passer par $W \rightarrow \mu\nu$.

Et sur cet élan, c'est avec plaisir que je découvre que notre papier sur le Crabe avec CELESTE a été cité 56 fois.

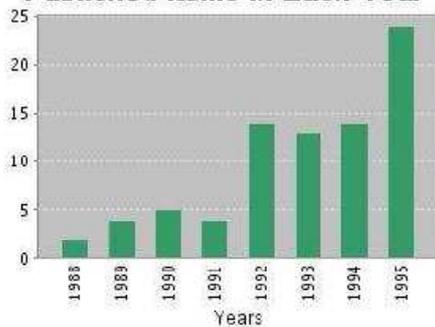
Web of Science® – now with Conference Proceedings

[<< Back to previous results list](#)

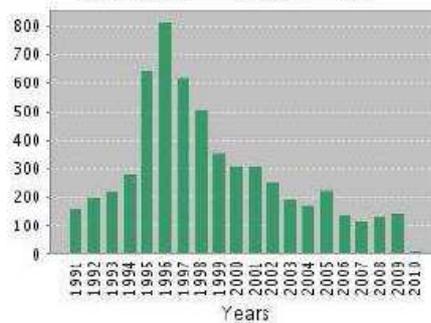
Citation Report Author=(Smith, DA AND Holloway, L) AND Year Published=(1986-1995)
Timespan=All Years, Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, IC.

This report reflects citations to source items indexed within Web of Science. Perform a Cited Reference Search to include citations to items not indexed within Web of Science.

Published Items in Each Year



Citations in Each Year



Results found: 80

Sum of the Times Cited [?]: 5,996

[View Citing Articles](#)
[View without self-citations](#)

Average Citations per Item [?]: 74.95

h-index [?]: 38

The latest 20 years are displayed.
[View a graph with all years.](#)

Results: 80

Page 5 of 8 [Go](#)

Sort by: Times Cited

	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Average Citations per Year
Use the checkboxes to remove individual items from this Citation Report or restrict to items processed between 1900-1914 and 2010 Go	141	121	134	145	13	5,996	260.70
<input type="checkbox"/> 41. Title: MEASUREMENT OF THE PRODUCTION AND MUONIC DECAY-RATE OF W AND Z BOSONS IN P(P)BAR COLLISIONS AT ROOT-S = 1.8 TEV Author(s): ABE F, AMIDEI D, APOLLINARI G, et al. Source: PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 69 Issue: 1 Pages: 28-32 Published: JUL 6 1992	1	0	1	0	1	37	1.95
<input type="checkbox"/> 42. Title: MEASUREMENT OF THE BETA-MESON AND B-QUARK CROSS-SECTIONS AT ROOT-S = 1.8 TEV USING THE EXCLUSIVE DECAY BETA+/-->J/PSI-KAPPA+/- Author(s): ABE F, AMIDEI D, APOLLINARI G, et al. Source: PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 68 Issue: 23 Pages: 3403-3407 Published: JUN 8 1992	1	0	1	0	0	36	1.89
<input type="checkbox"/> 1. Title: OBSERVATION OF TOP-QUARK PRODUCTION IN (P)OVER-BAR-P COLLISIONS WITH THE COLLIDER DETECTOR AT FERMILAB Author(s): ABE F, AKIMOTO H, AKOPIAN A, et al. Source: PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 74 Issue: 54 Pages: 2626-2631 Published: APR 3 1995	33	30	41	32	1	871	54.44