

CURRICULUM VITAE de Nicolas PRANTZOS

Date et lieu de naissance: 30-11-1956, Volos (Grèce)
Titre et date d'obtention: Docteur d'Etat es Sciences, Juin 1986
Organisme de rattachement et Laboratoire: C.N.R.S., Institut d'Astrophysique de Paris

ETUDES ET CARRIERE :

1979-1980: D.E.A. en Astrophysique (Université Paris VII)
1980-1982: Doctorat de 3ème cycle en Astrophysique (Université Paris VII)
1982-1986: Doctorat d'Etat es Sciences (Université Paris VII)
1980-1982 : Bourse D.G.R.S.T. du Ministère de la Recherche et de la Technologie
1982-1983 : Bourse du Ministère des Affaires Etrangères
1983-1986 : Contrat de Formation par la Recherche du Commissariat à l'Energie Atomique
1986- / / / / : Chercheur au C.N.R.S. (1986-1990 : CR2 ; 1990-2002 : CR1)

ANIMATION ET ADMINISTRATION SCIENTIFIQUE :

- Président du Panel No3 (Nucleosynthesis) du Time Allocation Committee du satellite *INTEGRAL* de l'ESA
- Membre du Comité NUPPEC (*Nuclear and Particle Physics European Committee*) ; participation à la rédaction du rapport tri-annuel sur l'état et les perspectives de l'Astrophysique Nucléaire en Europe (1997-2000).
- Membre actuel du Conseil de la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique.
- Membre du Conseil Scientifique du GdR "*Structure Interne des Etoiles et Planètes Géantes*" 1990-1998.
- Responsable IAP du projet C.E.E. "*Experimental and Theoretical Nuclear Astrophysics*" ("Human Capital and Mobility") 1993-1996.
- Responsable IAP de l'Action Intégrée franco-belge *TOURNESOL* entre l'IAP et l'Institut d'Astronomie de l'Université Libre de Bruxelles (1991-1992, 1995-1997, 1998-2000).
- Responsable IAP de l'Action Intégrée franco-grecque *PLATON* entre l'IAP et l'Observatoire d'Athènes (1998-2000).
- Responsable IAP du projet de coopération scientifique franco-indien No 5708 entre l'IAP et l'Institut d'Astronomie de Bangalore (*Production and evolution of heavy elements in the Galaxy*) 1998-1999.

ORGANISATION (ET EDITION D'ACTES) DE COLLOQUES :

- Colloque international "**Gamma-Ray Line Astrophysics**" (Saclay, Decembre 1990) ; livre édité par *Ph. DUROUCHOUX* et *N. PRANTZOS* (*American Institute of Physics*), 1991.
- Colloque international "**Origin and Evolution of the Elements**" (IAP, Juin 1992, à l'occasion du 60ème anniversaire de H. Reeves) ; livre édité par *N. PRANTZOS*, *E. VANGIONI-FLAM* et *M. CASSÉ* (*Cambridge University Press*) 1993.
- Colloque international "**Primordial Nuclei and their Galactic Evolution**" (Berne, Mai 1997) ; livre édité par *N. PRANTZOS*, *M. TOSI* et *R. VON STEIGER* (*Kluwer*), 1998
- Colloque international "**Nuclei in the Cosmos V**" (Volos-Grèce, Juillet 1998) ; livre édité par *N. PRANTZOS* and *S. HARISSOPOULOS*, (*Ed. Frontières*), 1999
- Colloque international "**Astronomy with Radioactivities**" (Ringberg, Allemagne, Octobre 1999) (co-organisé avec R. DIEHL et D. HARTMANN)
- Colloque international "**Astronomy with Radioactivities II**" (Ringberg, Allemagne, Avril 2001) (co-organisé avec R. DIEHL, D. HARTMANN et P. HOPPE); Actes publiés dans *New Astronomy*, 2002
- Atelier "**Les Galaxies Spirales**" du GDR *Galaxies* à Strasbourg (20-21 Octobre 1999), avec A. BOSELLI.
- Journées "**Jeunes Chercheurs**", co-organisées par la Société Française de Physique et la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (Montpellier 10-15 Décembre 1999)
- Journées "**Jeunes Chercheurs**", co-organisées par la Société Française de Physique et la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (Tours 11-16 Décembre 2000)

MEMBRE DU COMITE SCIENTIFIQUE (SOC) DES COLLOQUES INTERNATIONAUX :

- **Gamma-Ray Line Astrophysics** (Saclay-France, Decembre 1990)
- **Origin and Evolution of the Elements** (Paris-France, Juillet 1990)
- **Nuclei in the Cosmos IV** (Notre Dame - USA, Juin 1996)
- **Origin of Matter and Evolution of Galaxies** (Tokyo - Japon, Novembre 1997)
- **Stellar Evolution and Stellar Explosions** (Oak Ridge - USA, Decembre 1997)
- **Nuclei in the Cosmos V** (Volos - Greece, Juillet 1998)
- **Nuclei in the Cosmos VI** (Aarhus - Denmark, Juillet 2000)
- **Nuclei in the Cosmos VII** (Tokyo - Japon, Juillet 2002)

ENSEIGNEMENT :

1990-1999: D.E.A. *Astronomie et Techniques Spatiales* (Paris VI) ; Cours: *Evolution Stellaire et Nucléosynthèse*
2000 - Ecole Doctorale d'Astronomie et Techniques Spatiales d'Ile de France ;
Cours de Tronc Commun: *Eléments d'Astrophysique Nucléaire*

Cours à plusieurs Ecoles d' Eté (voir aussi Liste des Publications):

- * 1987: Ecole de la S.F.S.A. à Goutelas: "*Astronomie X et γ* "
- * 1988: Ecole Européenne de Physique Nucléaire à La Rabida (Espagne): "*Nuclear Astrophysics*"
- * 1990: Ecole de Physique Nucléaire Joliot-Curie à Bordeaux: "*Nucléosynthèse*"
- * 1996: Ecole de la S.F.S.A. à Goutelas: "*Nucléosynthèse et évolution galactique*"
- * 1997: Cours "*Galactic Chemical Evolution*", University of Tokyo (invité en tant que *Visiting Professor*)

ENCADREMENT DE STAGES, THESES ET POST-DOCS

J'ai encadré 1 stage (DEA, Ecole Polytechnique) par an, en moyenne, depuis 1987, ainsi que 3 post-docs ; aussi, j'ai dirigé 2 thèses de Doctorat.

1987: *Stage* de F. Hourdin et F. Bernardeau (Ecole Polytechnique): *La Nucléosynthèse Explosive*.
1989: *Stage* de A. Barthelemy (Ecole Polytechnique Féminine): *La Nucléosynthèse Primordiale du Big-Bang*.
1990: *Stage* de M. Bratsolis (D.E.A. Paris VII): *Modélisation du flux diffus gamma du plan galactique*.
1992: *Stage* de P. Honvault (D.E.A. Paris VI): *Nucléosynthèse dans les supernovae de type Ia*.
1992: *Stage* de O. Bauer (D.E.A. Paris VII): *Nucléosynthèse dans les supernovae de type II*.
1992: *Stage* de R. Teyssier et S. Loiseau (Ec. Polytechnique): *Evolution chimico-photométrique des galaxies*.
1993: *Stage* de S. Chauveau (D.E.A. Paris VI): *Evolution galactique du carbone et de l'oxygène*
1994: *Stage* de M. Bonnardot (D.E.A. Paris VII): *Evolution chimique de la Galaxie*.
1994: *Stage* de L. Divol et M. Aldebert (Ecole Polytechnique) *Evolution des disques galactiques*
1995: *Stage* de V. Minier (D.E.A. Paris VI): *Nucléosynthèse dans les disques d'accrétion*
1996: *Stage* de S. Boissier (D.E.A. Paris VII): *Evolution photométrique des galaxies spirales*
1997: *Stage* de F. Mathiot (D.E.A. Paris VII): *Evolution chimique de systèmes à grand red-shift*
1997: *Stage* de G. Bruyere et C. Hermant (Ecole Polytechnique) *Evolution spectro-photométrique des galaxies*
1999: *Stage* de L. Chemin (Univ. Paris VI) *Gradients chimiques et photométriques dans les disques galactiques*
1993-1996: *THESE* de O. Aubert (Univ. d'Orsay): *L' évolution avancée des étoiles massives*
1997-2000: *THESE* de S. Boissier (Paris VII) *Evolution multi-longueurs d'onde des galaxies spirales*.
1998-1999: *Sejour Post-doctoral* de Aruna GOSWAMI (Institut d'Astronomie de Bangalore, Inde)
1999-2000: *Sejour Post-doctoral* de HOU Jinliang (Observatoire de Shanghai, Chine)
2001-2002: *Sejour Post-doctoral* de Yuhri ISHIMARU (Université de Tokyo, Japon)

RAPPORTEUR ET MEMBRE DE JURY DE THESES:

- Thèse de I. BARAFFE (Avril 1990 - IAP): *Evolution des étoiles massives de métallicité faible*
- Habilitation de P. VON BALLMOOS (Mai 1990 - Toulouse): *Imagerie et spectroscopie des rayons gamma*
- Thèse de M. KIOUS (Octobre 1990 - Orsay): *Réactions nucléaires et production stellaire du Fluor*
- Thèse de Cl. CHAPUIS (Novembre 1991-Saclay): *Astronomie des raies gamma: traitement de données de l'expérience HEXAGONE*
- Thèse de I. MALET (Septembre 1992 - Toulouse): *Spectroscopie gamma de la région du centre galactique*
- Thèse de P. LEISY (Novembre 1995 - Paris VI): *L'évolution des Nuages de Magellan par leurs nébuleuses planétaires*
- Thèse de V. HILL (Janvier 1997 - Paris VI): *L'évolution chimique des Nuages de Magellan*
- Thèse de J. KNOEDELSEDER (Novembre 1997 - Toulouse): *Origine de l'Al-26 galactique*

DISTINCTIONS :

J'ai eu le Prix SF2A en 1994, ainsi que 4 prix pour mes livres de popularisation scientifique.

- 1994: Prix de la Société Française des Spécialistes en Astronomie (*Prix SFSA-Digital*).
- 1989: Prix *Henri de Parville* de l' Académie des Sciences pour le livre *SOLEILS ECLATES*
- 1989: *Plume d' Or* de l' Association des Ecrivains Scientifiques de France pour *SOLEILS ECLATES*
- 1998: Prix *Jean Rostand* du Mouvement de Responsabilité des Scientifiques pour *VOYAGES DANS LE FUTUR*
- 2000: Prix de la Société Internationale d'Astronautique pour *SOMMES-NOUS SEULS DANS L'UNIVERS ?*

LISTE DES PUBLICATIONS

J'ai 56 publications (dont 3 sous presse) dans des revues à referee ; dans 30 je suis le premier auteur et dans 13 autres le deuxième. J'ai quatre articles invités de revue dans : *Physics Reports* (A27), *New Astronomy* (A40), *Astrophysical Letters and Communications* (A41) et *New Astronomy Reviews* (A47).

A. Publications dans des revues à Comité de Lecture

- A1 (1984) J. TUELLER, T. CLINE, B. TEEGARDEN, W. PACIESAS, D. BOCLET, Ph. DUROUCHOUX, J.M. HAMEURY, N. PRANTZOS, R. HAYMES "Evidence for variability of the hard X-ray feature in the Her X-1 energy spectrum", *Astrophysical Journal*, **279**, 177.
- A2 (1984) N. PRANTZOS, Ph. DUROUCHOUX "A tentative interpretation of the cyclotron line energy variation in Her X-1" *Astronomy and Astrophysics*, **136**, 363.
- A3 (1986) N. PRANTZOS, C. DOOM, M. ARNOULD, C. de LOORE "Nucleosynthesis and evolution of massive stars with mass loss and extended mixing", *Astrophysical Journal*, **304**, 695
- A4 (1986) N. PRANTZOS, M. CASSE "On the production of ^{26}Al by WR stars; galactic yield and gamma-ray line emissivity" *Astrophysical Journal*, **307**, 324
- A5 (1987) N. PRANTZOS, J.P. ARCORAGI, M. ARNOULD "Neutron capture nucleosynthesis during core helium burning in massive stars", *Astrophysical Journal*, **315**, 209
- A6 (1988) N. PRANTZOS, M. ARNOULD, M. CASSE "Neutron capture nucleosynthesis in the progenitor of SN1987A", *Astrophysical Journal*, **331**, L15.
- A7 (1989) N. PRANTZOS "Gamma-ray lines from radioactive nuclei produced in hydrostatic stellar burning phases", *Astronomy and Astrophysics*, **223**, 136
- A8 (1990) M. RAYET, N. PRANTZOS, M. ARNOULD "The p-process revisited", *Astronomy and Astrophysics*, **227**, 271
- A9 (1990) N. PRANTZOS, M. HASHIMOTO, K. NOMOTO "The s-process in massive stars: yields as a function of stellar mass and metallicity", *Astronomy and Astrophysics*, **234**, 211
- A10 (1990) N. PRANTZOS, M. HASHIMOTO, M. RAYET, M. ARNOULD "The p-process in SN1987A", *Astronomy and Astrophysics*, **238**, 455
- A11 (1990) V. LANDRE, N. PRANTZOS, P. AGUER, G. BOGAERT, A. LEFEBVRE, J.P. THIBAUD: "Revised reaction rates for the H-burning of ^{17}O , and the oxygen isotopic abundances in red giants", *Astronomy and Astrophysics*, **240**, 85
- A12 (1991) N. PRANTZOS, A. COC, J.P. THIBAUD "On the Na excess in the surfaces of yellow supergiants", *Astrophysical Journal*, **379**, 729
- A13 (1991) R. RAMATY, N. PRANTZOS "Gamma-ray line astrophysics", in *Comments on Astrophysics*, Vol. XV, p. 301
- A14 (1992) I. BARAFFE, M. EL EID, N. PRANTZOS "Production of light s-elements in massive stars as a function of metallicity", *Astronomy and Astrophysics*, **258**, 357
- A15 (1992) D. ELBAZ, M. ARNAUD, M. CASSE, I. MIRABEL, N. PRANTZOS, E. VANGIONI-FLAM "IRAS 10214+4724: an elliptical galaxy in formation?", *Astronomy and Astrophysics*, **265**, L29
- A16 (1993) N. PRANTZOS "On the diffuse galactic 511 and 1809 keV emission", *Astronomy and Astrophysics Supplement*, **97**, 119
- A17 (1993) N. PRANTZOS, M. CASSE, E. VANGIONI-FLAM "Production and evolution of LiBeB in the Galaxy", *Astrophysical Journal*, **403**, 630
- A18 (1993) N. PRANTZOS "Radioactive Al-26 from massive stars: production and distribution in the Galaxy", *Astrophysical Journal Letters*, **405**, L55
- A19 (1994) U. OBERLACK, R. DIEHL, T. MONTMERLE, N. PRANTZOS, P. VON BALLMOOS "Implications of the ^{26}Al emission at 1.8 MeV from the Vela region", *Astrophysical Journal Supplement*, **92**, 433
- A20 (1994) N. PRANTZOS, M. CASSE "Cosmic Rays in early galaxian phases and their contribution to the cosmic gamma-ray background", *Astrophysical Journal Supplement*, **92**, 575

- A21** (1994) K. OLIVE, S. SKULLY, N. PRANTZOS, E. VANGIONI-FLAM “Neutrino induced nucleosynthesis and the B11/B10 ratio”, *Astrophysical Journal*, **424**, 666
- A22** (1994) N. PRANTZOS “Can nucleosynthesis determine the mass limit for stellar black hole formation?”, *Astronomy and Astrophysics*, **284**, 477
- A23** (1994) N. PRANTZOS, E. VANGIONI-FLAM, S. CHAUVEAU “Galactic evolution of carbon and oxygen: the effect of metallicity dependent yields”, *Astronomy and Astrophysics*, **285**, 132
- A24** (1994) E. VANGIONI-FLAM, K. OLIVE, N. PRANTZOS “Galactic evolution of deuterium and helium-3”, *Astrophysical Journal*, **427**, 618
- A25** (1995) M. RAYET, M. ARNOULD, M. HASHIMOTO, N. PRANTZOS, K. NOMOTO “The p-process in type II supernovae”, *Astronomy and Astrophysics*, **298**, 517
- A26** (1995) N. PRANTZOS, O. AUBERT “On the chemical evolution of the galactic disk”, *Astronomy and Astrophysics*, **302**, 69
- A27** (1996) N. PRANTZOS, R. DIEHL “Interstellar ^{26}Al : Observations vs. Theory”, *Physics Reports*, **267**, 1
- A28** (1996) N. PRANTZOS, O. AUBERT, J. AUDOUZE “Evolution of carbon and oxygen isotopes in the Galaxy”, *Astronomy and Astrophysics*, **309**, 760
- A29** (1996) N. PRANTZOS “The evolution of D and ^3He in the galactic disk”, *Astronomy and Astrophysics*, **310**, 106
- A30** (1996) O. AUBERT, N. PRANTZOS, I. BARAFFE “Evolution and nucleosynthesis of a $20 M_{\odot}$ star, up to neon exhaustion”, *Astronomy and Astrophysics*, **312**, 845
- A31** (1996) N. PRANTZOS “Stellar nucleosynthesis and gamma-ray line astronomy”, *Astronomy and Astrophysics Suppl.*, **120**, 303
- A32** (1996) R. DIEHL, K. BENNETT, C. DUPRAZ, W. HERMSEN, J. KNOEDLSEDER, G. LICHTI, D. MORRIS, U. OBERLACK, J. RYAN, V. SCHOENFELDER, A. STRONG, P. VON BALLMOOS, C. WINKLER, W. CHEN, D. HARTMANN, & N. PRANTZOS, “Modelling the 1.8 MeV sky: tracers of massive star nucleosynthesis”, *Astronomy and Astrophysics Suppl.*, **120**, 321
- A33** (1996) J. KNOEDLSEDER, N. PRANTZOS, K. BENNETT, H. BLOEMEN, R. DIEHL, W. HERMSEN, U. OBERLACK, J. RYAN & V. SCHOENFELDER, “Modelling the 1.8 MeV sky: Tests for spiral structure”, *Astronomy and Astrophysics Suppl.*, **120**, 335
- A34** (1997) G. MEYNET, M. ARNOULD, N. PRANTZOS, G. PAULUS, “Contribution of WR stars to the synthesis of Al26” *Astronomy and Astrophysics*, **320**, 460
- A35** (1997) N. PRANTZOS “The chemical evolution of our Galaxy”, *Nuclear Physics A621*, p. 548
- A36** (1998) N. PRANTZOS “The chemical evolution of the Milky Way disk: open questions”, *Space Science Reviews*, **84**, p. 225
- A37** (1998) N. PRANTZOS, J. SILK “Star formation and chemical evolution in the Milky Way: cosmological implications”, *Astrophysical Journal*, **507**, 229
- A38** (1999) C. ILIADIS, P. ENDT, N. PRANTZOS, C. THOMSON “Explosive H-burning in novae and X-ray bursts”, *Astrophysical Journal*, **524**, 434
- A39** (1999) S. BOISSIER, N. PRANTZOS “Chemo-spectrophotometric evolution of spiral galaxies I: the model and the Milky Way”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **307**, 857
- A40** (1999) M. ARNOULD & N. PRANTZOS “Cosmic Radioactivities”, *New Astronomy*, **4**, 283
- A41** (1999) N. PRANTZOS, “Gamma-ray line astronomy and stellar nucleosynthesis: perspectives with INTEGRAL”, *Astrophysical Letters and Communications*, **38**, p. 337
- A42** (2000) S. BOISSIER, N. PRANTZOS “Chemo-spectrophotometric evolution of spiral galaxies II: Main properties of galactic disks”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **312**, 398
- A43** (2000) N. PRANTZOS, S. BOISSIER “Chemo-spectrophotometric evolution of spiral galaxies III: Abundance and colour gradients”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **313**, 338
- A44** (2000) N. PRANTZOS, S. BOISSIER “Abundances in damped Lyman- α systems: evolution or bias?”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **315**, 82
- A45** (2000) A. GOSWAMI, N. PRANTZOS “Abundance evolution of intermediate mass elements (C to Zn) in the halo and the disk of the Milky Way”, *Astronomy and Astrophysics*, **359**, 191

- A46** (2000) HOU J., N. PRANTZOS, S. BOISSIER “**Abundance gradients in the Milky Way disk**” *Astronomy and Astrophysics*, **362**, 921
- A47** (2000) N. PRANTZOS, “**Yields of massive stars and their role in galactic chemical evolution studies**”, *New Astronomy Reviews*, **44**, 303
- A48** (2001) S. BOISSIER, A. BOSELLI, N. PRANTZOS, P. GAVAZZI “**Chemo-spectrophotometric evolution of spiral galaxies IV: Star formation efficiency and effective ages of spirals**”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **321**, 733
- A49** (2001) HOU J., S. BOISSIER, N. PRANTZOS, “**Chemical evolution and depletion patterns in damped Lyman- α systems**” *Astronomy and Astrophysics*, **370**, 23
- A50** (2001) S. BOISSIER and N. PRANTZOS, “**Chemo-spectrophotometric evolution of spiral galaxies V: Properties of galactic discs at high redshift**” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **325**, 321
- A51** (2001) HOU J. and N. PRANTZOS, “**Galactic abundance gradients and implications for nucleosynthesis**” *Nuclear Physics A688*, p. 411
- A52** (2001) N. PRANTZOS and A.GOSWAMI, “**Chemical evolution of the Milky Way halo and disk**” *Nuclear Physics A688*, p. 37
- A53** (2001) N. PRANTZOS and Y. ISHIMARU, “**Deuterium at high redshift: primordial or evolved?** ” *Astronomy and Astrophysics*, **376**, 751
- A54** (2002) N. PRANTZOS “**Gamma-ray lines in advection-dominated accretion disks**”, *New Astronomy*, in press
- A55** (2002) Y. ISHIMARU and N. PRANTZOS, “**Dispersion of abundance ratios in halo stars: inferences for incomplete mixing during chemical evolution**”, *Astronomy and Astrophysics*, in press
- A56** (2002) S. BOISSIER, N. PRANTZOS, A. BOSELLI, P. GAVAZZI “**The star formation law in spiral galaxies**”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, in press

B. Contributions Invitées (Colloques Internationaux)

J'ai été orateur invité dans une vingtaine de colloques internationaux, dont 2 Colloques IAU.

- B1** (1991) N. PRANTZOS, “**Production and distribution of ^{26}Al in the Galaxy: the role of massive stars**”, in *Gamma Ray Line Astrophysics*, Eds. Ph. Durouchoux and N. Prantzos, AIP, p. 129
- B2** (1993) N. PRANTZOS, “**On the diffuse galactic 511 and 1809 keV emission**”, in *Recent Advances in High-Energy Astronomy*, Ed. P. Mandrou, *Astronomy and Astrophysics Supplement*, **97**, 119
- B3** (1993) N. PRANTZOS, “**Production and distribution of Al-26 in the Galaxy**”, *Compton Gamma-Ray Observatory Symposium*, Eds. M. Friedlander, N. Gehrels, D. Macomb (AIP Conf. Proc. 280), p. 52
- B4** (1995) N. PRANTZOS, “**Stellar nucleosynthesis and gamma-ray line astronomy**”, *Compton Gamma-Ray Observatory Symposium*, Eds. V. Schoenfelder et al., published in *Astronomy and Astrophysics Supplement*, **120**, 303
- B5** (1995) N. PRANTZOS, “**Primordial Nucleosynthesis**”, in *Dark Matter in Cosmology - Fundamental Laws*, XXX Moriond Symposium, Eds. B. Guiderdoni et al., (Editions Frontières), p. 3
- B6** (1995) N. PRANTZOS, “**The galactic evolution of the light elements**”, in *Nuclei in the Cosmos*, Eds. M. Busso, C. Raiteri and R. Gallino (AIP, Conf. Proc. 327), p. 531
- B7** (1996) N. PRANTZOS, “**The chemical evolution of the Milky Way disk**”, in *Nuclei in the Cosmos IV*, Ed. J. Gorres et al. (Elsevier), p. 548
- B8** (1997) N. PRANTZOS, “**The chemical evolution of the Milky Way disk**”, in *Primordial Nuclei and their Galactic Evolution*, Eds. N. Prantzos, M. Tosi and R. von Steiger (Kluwer), p. 225
- B9** (1997) N. PRANTZOS, “**The chemical evolution of D and He-3 in the Galaxy and in high red-shift systems**”, in *International Workshop on the synthesis of the light elements*, organised by H. Kurki-Suonio in Trento (June 25-30,1997); proceedings not published.
- B10** (1997) N. PRANTZOS, “**Galactic 1.8 MeV emission from Al-26**” in *The Hot Universe*, IAU Symposium 188 (Kyoto), Eds. S. Koyama et al., ASP Conf. Series, p. 31
- B11** (1997) N. PRANTZOS, “**Galactic Evolution of Light Elements in our Galaxy**”, in *Cosmic Chemical Evolution*, IAU Symposium 187 (Kyoto), Eds. J.Truran and K. Nomoto, ASP Conf. Series, p. 137
- B12** (1997) N. PRANTZOS, “**Stellar Yields and their Role in Chemical Evolution**”, in *Abundance Profiles: Diagnostic Tools for Galaxy Evolution*, Eds. D. Friedli et al., ASP Conf. Series, Vol. 147, p. 171
- B13** (1997) N. PRANTZOS, “**The Chemical Evolution of the Milky Way**”, in *Proceedings of the 1997 SUBARU HDS Meeting*, (National Astronomical Observatory, Mitaka, Japan), p. 97
- B14** (1998) N. PRANTZOS, “**The Chemical Evolution of High Red-shift Systems**”, in *Stellar evolution, stellar explosions and galactic chemical evolution*, Ed. A. Mezzakappa (IOP), p. 151
- B15** (1998) N. PRANTZOS, “**Galactic chemical evolution: from the local disk to the distant Universe**”, in *Nuclear Astrophysics*, Eds. W. Hillebrandt and E. Muller, Max Planck Institute, p. 151
- B16** (1998) N. PRANTZOS, “**The Chemical Evolution of the Milky Way**”, in *Origin of Matter and Evolution of the Elements*, Eds. S. Kubono, T. Kajino, K. Nomoto & I. Tanikawa (World Scientific), p. 1
- B17** (1999) N. PRANTZOS, “**Gamma-ray line astronomy and stellar nucleosynthesis: perspectives with INTEGRAL**”, in *The Extreme Universe (3d INTEGRAL Workshop)* Eds. A. Bazzano, G. Palumbo and C. Winkler (Gordon and Breach), p. 337
- B18** (1999) N. PRANTZOS, “**Yields of massive stars and their role in galactic chemical evolution studies**”, in *The Interplay between massive stars and the ISM*, Eds. D. Schaerer and J.R. Delgado, *New Astronomy Reviews*, 44, p. 303

- B19** (1999) N. PRANTZOS, “**Star formation in spiral galaxies**”, in *Star Formation from the small to the large scale*, 33 ESLAB Symp., Ed. F. Favata, A. Kaas & A. Wilson, p. 61
- B20** (2000) N. PRANTZOS, “**Chemical evolution of the Milky Way halo and disk**” in “Nuclei in the Cosmos VI, Eds H. Christensen-Dalsgaard and K-H. Langanke, p. 37
- B21** (2001) N. PRANTZOS, “**Gamma-ray lines in advection dominated accretion flows** in “Astronomy with radioactivities II” Eds. R. Diehl et al., 2002, in press

C. Cours invités dans des Ecoles d’Eté

- C1** (1987) N. PRANTZOS, “**L’ astronomie des raies gamma nucléaires**”, *Photons X et γ et processus non thermiques*, Eds A. Baglin et M. Auvergne (Ecole de Goutelas), p. 101
- C2** (1989) N. PRANTZOS, “**The s-process**”, *Nuclear Astrophysics*, Eds. M. Lozano and R. Arias, Springer-Verlag, p.1.
- C3** (1989) N. PRANTZOS, “**The p-process**”, *Nuclear Astrophysics*, Eds. M. Lozano and R. Arias, Springer-Verlag, p. 18.
- C4** (1989) N. PRANTZOS, “**Gamma-ray line astronomy**”, *Nuclear Astrophysics*, Eds. M. Lozano and R. Arias, Springer-Verlag, p. 28.
- C5** (1990) M. ARNOULD, N. PRANTZOS, “**Nucleosynthesis: an overview**”, in *Ecole Joliot-Curie 1990: Astrophysique Nucléaire*, (IN2P3), p.1
- C6** (1997) N. PRANTZOS, “**L’évolution chimique du disque de la Voie Lactée**”, in *Nucléosynthèse et évolution chimique galactique*, Eds F. Thevenin et E. Slezac (Ecole de Goutelas 1996), p. 327

D. Autres Contributions à des Colloques

- D1 (1983) N. PRANTZOS, M. ARNOULD “Nucleosynthesis during He burning in Wolf Rayet stars”, in *Wolf Rayet stars: progenitors of supernovae?*, Eds. M. Lortet et A. Pitault, Observatoire de Meudon, p. II 33.
- D2 (1983) N. PRANTZOS, M. ARNOULD “Nucleosynthesis during core He burning in massive stars”, in *Proceedings of the 2nd Workshop on Nuclear Astrophysics*, Ed. W. Hillebrandt, Max Planck Institute, p. 33
- D3 (1983) N. PRANTZOS, Ph. DUROUCHOUX “A tentative explanation for the energy variation of the cyclotron feature in Her X-1”, in *Proceedings of the 18th International Cosmic Ray Conference*, Bangalore, India, XG 1-7.
- D4 (1983) N. PRANTZOS, M. ARNOULD, M. CASSE “The late evolution of WC stars: weak s-process and neutron rich nuclei in cosmic rays”, in *Proceedings of the 18th International Cosmic Ray Conference*, Bangalore, India, OG 2-10.
- D5 (1983) N. PRANTZOS, M. CASSE, H. REEVES “On the production of vanadium-50 by cosmic ray spallation reactions”, in *Proceedings of the 18th International Cosmic Ray Conference*, Bangalore, India, OG 5. 1-7.
- D6 (1984) N. PRANTZOS “Nucleosynthesis in WR stars and cosmic ray isotopic anomalies”, in *High energy astrophysics*, Eds. J. Audouze and T.T. Van, Editions Frontières, Paris, France, p. 341.
- D7 (1984) N. PRANTZOS “Nucleosynthesis in WR stars and galactic cosmic ray isotopic composition”, *Advances in Space Research*, 4, p. 109.
- D8 (1985) N. PRANTZOS, C. de LOORE, C. DOOM, M. ARNOULD “Nucleosynthesis in massive, mass losing stars”, in *Nucleosynthesis and its implications on Nuclear and Particle Physics*, Eds. J. Audouze and N. Mathieu, Reidel, p. 197
- D9 (1985) C. de LOORE, N. PRANTZOS, M. ARNOULD, C. DOOM “Evolution and nucleosynthesis in massive stars with extended mixing” in *Nucleosynthesis and its implications on Nuclear and Particle Physics*, Eds. J. Audouze and N. Mathieu, Reidel, p. 189
- D10 (1985) M. ARNOULD, N. PRANTZOS “More about nucleocosmochronology: the reliability of the long lived chronometers and the production of extinct radioactivities” in *Nucleosynthesis and its implications on Nuclear and Particle Physics*, Eds. J. Audouze and N. Mathieu, Reidel, p. 363
- D11 (1985) M. CASSE, N. PRANTZOS “²⁶Al produced by Wolf-Rayet stars and the 1.8 MeV line emission of the Galaxy”, in *Nucleosynthesis and its implications on Nuclear and Particle Physics*, Eds. J. Audouze and N. Mathieu, Reidel, p. 339
- D12 (1985) N. PRANTZOS, J.P. ARCORAGI, M. ARNOULD “Neutron capture nucleosynthesis in massive stars”, in *Nucleosynthesis and its implications on Nuclear and Particle Physics*, Eds. J. Audouze and N. Mathieu, Reidel, p. 293
- D13 (1985) N. PRANTZOS, J.P. ARCORAGI, M. ARNOULD, M. CASSE “Neutron rich nuclei in cosmic rays and WR stars”, *Proceedings of the 19th International Cosmic Ray Conference*, La Jolla, O.G. 8.2-6
- D14 (1985) N. PRANTZOS, M. CASSE, M. GROS, C. DOOM, M. ARNOULD “Gamma-ray line emission from ²⁶Al produced by WR stars”, *Proceedings of the 19th International Cosmic Ray Conference*, La Jolla, O.G. 3.2-5.
- D15 (1985) J. TUELLER, T.L. CLINE, B. TEEGARDEN, Ph. DUROUCHOUX, N. PRANTZOS “High resolution spectroscopic observations of Vela X-1 in the hard X-ray energy range”, *Proceedings of the 19th International Cosmic Ray Conference*, La Jolla O.G. 2.2-10.
- D16 (1985) N. PRANTZOS, M. CASSE “Galactic gamma-ray line emissivity from ²⁶Al produced by WR stars”, *Proceedings of the 3d Workshop on Nuclear Astrophysics*, Ed. W. Hillebrandt, Max Planck Institute, p. 35
- D17 (1985) J.P. ARCORAGI, N. PRANTZOS, M. ARNOULD “The s-process in WR stars” *Proceedings of the 3d Workshop on Nuclear Astrophysics*, Ed. W. Hillebrandt, Max Planck Institute, p. 45
- D18 (1986) N. PRANTZOS “Gamma-ray line astronomy: the case of ²⁶Al”, *2nd IAP Workshop on Nuclear Astrophysics*, Eds. E. Vangioni-Flam, J. Audouze, M. Cassé, J. P. Chièze and T. T. Van, (Editions Frontières, France), p. 321

- D19 (1986) N. PRANTZOS “**Astrophysique Nucléaire : à la recherche de l’origine des éléments**”, *Proceedings de 4^{ème} journée d’études SATURNE: la physique avec Mimas*, CEA: Laboratoire National Saturne, p.337
- D20 (1986) N. PRANTZOS “**²⁶Al gamma-ray line : a status report**” *Nuclear astrophysics*, Eds. W. Hillebrandt, E. Muller, R. Kuffuhs, Springer-Verlag, p. 150
- D21 (1986) M. EL EID, N. PRANTZOS, N. LANGER “**Advanced phases and nucleosynthesis in very massive stars**”, *Nuclear Astrophysics*, Eds. W. Hillebrandt, E. Muller, R. Kuffuhs, Springer-Verlag p. 187
- D22 (1986) N. PRANTZOS, M. CASSE, M. ARNOULD “**The contribution of WR stars to the ²⁶Al content and γ -ray line luminosity of the Galaxy revisited**” *Proceedings of the 20th International Cosmic Ray Conference*, Moscou, OG 2.3-4, (Vol. 2, p. 152)
- D23 (1987) A. BOUQUET, P. SALATI, M. CASSE, N. PRANTZOS “**Weakly interacting massive particles and solar neutrinos**”, *Proceedings of the 20th International Cosmic Ray Conference*, Moscou, SH 10.2-4 (Vol. 3, p. 365)
- D24 (1988) M. EL EID, N. PRANTZOS “**Explosion and nucleosynthesis in very massive stars**” *Origin and distribution of the elements*, Ed. G. Matthews, World Scientific, 1988, p. 485.
- D25 (1988) M. RAYET, N. PRANTZOS, M. ARNOULD “**The p-process revisited**” *Origin and distribution of the elements*, Ed. G. Matthews, World Scientific, 1988, p. 625.
- D26 (1989) N. PRANTZOS “**Radioactive nuclei from hydrostatic stellar burning phases and associated gamma-ray lines**”, *Proceedings of 5th Workshop on Nuclear Astrophysics*, Ringberg castle, W. Germany, Eds. W. Hillebrandt and E. Muller, p.56
- D27 (1991) N. PRANTZOS, M. HASHIMOTO, M. RAYET, M. ARNOULD “**The p-process in a realistic supernova model**”, in *Supernovae*, Ed. S. Woosley, Springer-Verlag, p. 622
- D28 (1991) N. PRANTZOS “**The implications of the nucleosynthetic activity of WR stars**”, in *Wolf-Rayet stars and other massive stars in galaxies*, 143 IAU Symposium, Eds K. van der Hucht and B. Hidayat, (Kluwer Academic Publishers), p. 550
- D29 (1991) N. PRANTZOS, M. HASHIMOTO, M. RAYET, M. ARNOULD “**The p-process in SN1987A**”, in *Chemical and Dynamical evolution of galaxies*, Eds. F. Ferrini, J. Franco, F. Matteucci, p. 189
- D30 (1991) N. PRANTZOS, A. COC, J.P. THIBAUD “**The excess of Na in yellow super-giants**”, in *Nuclear Astrophysics*, Eds. W. Hillebrandt and E. Muller, Max Planck Institute, p. 68
- D31 (1992) N. PRANTZOS “**The s-process in massive stars with different metallicities**”, in *Elements in the Cosmos*, Ed. M. Edmunds and R. Terlevich, Cambridge University Press, p. 163
- D32 (1993) N. PRANTZOS, M. CASSE, E. VANGIONI-FLAM “**Cosmic Rays and LiBeB isotopes in the Galaxy**” in *Origin and Evolution of the Elements*, Eds. N. Prantzos, E. Vangioni-Flam, M. Cassé, Cambridge University Press, p. 153
- D33 (1993) M. CASSE, N. PRANTZOS “**Nuclear gamma-ray line astronomy**” in *Origin and Evolution of the Elements*, Eds. N. Prantzos, E. Vangioni-Flam, M. Cassé, Cambridge University Press, p. 341
- D34 (1993) M. EL EID, N. PRANTZOS “**Surface abundances in red giants: a tool for stellar diagnostics**”, in *Origin and Evolution of the Elements*, Eds. N. Prantzos, E. Vangioni-Flam, M. Cassé, Cambridge University Press, p. 272
- D35 (1993) N. PRANTZOS “**LiBeB Production by cosmic rays**”, in *Nuclei in the Cosmos*, Ed. F. Kappeler and K. Wisshak (Bristol: IOP), p. 471
- D36 (1993) I. BARAFFE, M. EL EID, N. PRANTZOS “**s-process nucleosynthesis in massive stars as a function of metallicity** in *Nuclei in the Cosmos*, Ed. F. Kappeler and K. Wisshak (Bristol: IOP), p. 493
- D37 (1995) N. PRANTZOS, E. VANGIONI-FLAM “**Galactic evolution of carbon and oxygen with metallicity dependent yields**”, in *Physical Processes in Astrophysics*, Eds. I. Roxburgh and J.L. Masnou, (Springer-Verlag), p. 207
- D38 (1995) O. AUBERT, I. BARAFFE, N. PRANTZOS “**Advanced evolution of massive stars: central carbon burning**”, in *Nuclei in the Cosmos*, Eds. M. Busso, C. Raiteri and R. Gallino (AIP, Conf. Proc. 327), p. 473

- D39** (1995) N. PRANTZOS “**Distribution of ^{26}Al in the Galaxy**”, in *Nuclei in the Cosmos*, Eds. M. Busso, C. Raiteri and R. Gallino (AIP, Conf. Proc. 327), p. 553
- D40** (1995) N. PRANTZOS, R. DIEHL “**Distribution of ^{26}Al in the Galaxy**”, *Advances in Space Research*, **15**, 99
- D41** (1995) H. REEVES and N. PRANTZOS “**LiBeB production by low-energy galactic cosmic rays**”, in *ESO Workshop on Light Elements*, Ed. Ph. Crane (Springer-Verlag), p. 382
- D42** (1995) H. REEVES and N. PRANTZOS “**Orion gamma-ray fluxes and the origin of the light elements**”, *Mem. Soc. Astr. Ital.*, **66**, 473
- D43** (1996) N. PRANTZOS, O. AUBERT “**The chemical evolution of the galactic disk**”, in *The Interplay between Massive Star Formation and Galaxy Evolution*, Eds. D. Kunth et al., (Eds. Frontières), p. 425
- D44** (1996) N. PRANTZOS, O. AUBERT “**The chemical evolution of the disk of our Galaxy**”, in *From Stars to Galaxies: The impact of stellar physics on galaxy evolution*, Eds. C. Leitherer, U. Fritze-von Alvensleben & J. Huchra, (ASP Conf. Series), Vol. 98, p. 543
- D45** (1996) N. PRANTZOS “**The chemical evolution of the disk of our Galaxy**”, in *Nuclear Astrophysics*, Eds. W. Hillebrandt and E. Muller, Max Planck Institute, p. 82
- D46** (1997) W. CHEN, R. DIEHL, N. GEHRELS, D. HARTMANN, M. LEISING, J. NAYA, N. PRANTZOS, J. TUELLER, P. v. BALLMOOS, “**Implications of the broad Al26 1809 keV line observed by GRIS**” in *The Transparent Universe*, Eds. C. Winkler, T. Courvoisier, Ph. Durouchoux (ESA) p. 105
- D47** (1998) N. PRANTZOS and S. BOISSIER “**Chemo-photometric gradients in Milky Way type disks**”, in *Abundance Profiles: Diagnostic Tools for Galaxy Evolution*, Eds. D. Friedly et al., ASP Conf. Series, Vol. 147, p. 273
- D48** (1999) C. ILIADIS, P. ENDT, N. PRANTZOS & W. THOMPSON, “**Explosive H-burning in novae and X-ray bursters**”, in *Nuclei in the Cosmos V*, Eds. N. Prantzos and S. Harissopoulos (Ed. Frontières, Paris), p. 439
- D49** (1999) N. PRANTZOS, “**The Milky Way evolution: cosmological implications**”, in *Nuclei in the Cosmos V*, Eds. N. Prantzos and S. Harissopoulos (Ed. Frontières, Paris), p. 538
- D50** (1999) N. PRANTZOS, “**The evolution of the Milky Way and its cosmological implications**”, in Blois Workshop on *Galaxy Formation and Evolution*, Eds. B. Guiderdoni et al. (Ed. Frontières, Paris), p. 53
- D51** (1999) N. PRANTZOS, “**Galactic chemical evolution: from the local disk to the distant Universe**”, in *Galaxy Evolution*, Ed. M. Spite (Kluwer), p. 411
- D52** (1999) S. BOISSIER & N. PRANTZOS, “**Chemical and spectral evolution of the Milky Way**”, in *Galaxy Evolution*, Ed. M. Spite (Kluwer), p. 409
- D53** (1999) S. BOISSIER & N. PRANTZOS, “**Spectro-photometric evolution of spiral galaxies**”, in *Chemical evolution from zero to high redshift*, Eds. J. R. Walsh and M. R. Rosa, (Springer), p.120
- D54** (2000) N. PRANTZOS & S. BOISSIER, “**A model for the evolution of spiral galaxies**”, in *Building Galaxies*, Eds. F. Hammer, T. Thuan, V. Cayatte, B. Guiderdoni (World Scientific), p. 221
- D55** (2000) N. PRANTZOS & A. GOSWAMI, “**Chemical evolution of the Milky Way halo and disk**”, in *Nuclei in the Cosmos 2000*, Eds. K.-H. Langanke and C. Dalsgaard, p. 37
- D56** (2001) N. PRANTZOS “**Chemical evolution of the Milky Way**, in *Cosmic Evolution*, Eds. E. Vangioni-Flam, R. Ferlet and M. Lemoine (World Scientific), p. 233
- D57** (2001) E. KONTIZAS, A. DAPERGOLAS, M. KONTIZAS, B. NORDSTROM, J. ANDERSEN, N. PRANTZOS, N. KALTICHEVA “**Age-Metallicity relation in the LMC**”, *Astrophysics and Space Science*, **277**, p. 333

TRAVAUX LES PLUS IMPORTANTS

Je considère que mes travaux les plus importants sont dans les domaines de la *nucléosynthèse explosive* (I), de *l'astronomie de raies gamma* (II), et de *l'évolution chimique galactique* (III et IV), pour les raisons exposées ci-dessous.

I) **La formation des noyaux P -**, noyaux lourds et riches en protons, produits par la nucléosynthèse explosive de Supernovae de type II. Notre travail a été la première étude complète et auto-consistante du processus P -. Il est reconnu comme le travail "standard" dans ce domaine (e.g. la revue sur le P-process de D. Lambert, 1992, *Astronomy and Astrophysics Reviews*, 3, 201). En particulier, nous avons montré que : 1) L'ensemble de noyaux P - (environ 35 noyaux) peuvent être produits dans les couches riches en Ne-O, à de températures de 2-3 milliards K ; 2) le noyau le plus rare de la nature, ^{180}Ta , dont le site de production restait alors problématique, est produit dans une très faible gamme de températures autour de 2 milliards K.

N. PRANTZOS, M. HASHIMOTO, M. RAYET, M. ARNOULD "The p-process in SN1987A", 1990, *Astronomy and Astrophysics*, **238**, 455

II) **L'émission gamma du noyau radioactif aluminium-26 dans la Galaxie.** Dans l'article **A18** j'ai suggéré que la détection d'une asymétrie dans le profil de l'émission à 1.8 MeV pourrait départager les sources-candidats, tout en favorisant les étoiles massives et j'ai calculé le profil attendu, tenant compte de la structure spirale de la Galaxie ; ces prédictions ont été par la suite confirmées par les observations du satellite gamma *Compton Gamma-ray Observatory*, qui a effectué la première cartographie du ciel à ces longueurs d'onde. Dans l'article de revue **A26** est résumé l'ensemble de mes travaux sur le sujet.

N. PRANTZOS "Radioactive Al-26 from massive stars: production and distribution in the Galaxy", *Astrophysical Journal Letters*, 1993, **405**, L55

N. PRANTZOS, R. DIEHL "Interstellar ^{26}Al : Observations vs. Theory", 1996, *Physics Reports*, **267**, 1

III) **L'évolution chimique galactique** et, en particulier, **l'évolution du deutérium dans la Voie Lactée et ses implications cosmologiques.** La détection du profil d'abondance du deutérium à travers la Voie Lactée (par des expériences comme *LYMAN-FUSE*) permettra de comprendre l'histoire passée de la Galaxie (taux de formation stellaire et d'astration en fonction du rayon galactocentrique), car j'ai montré que cet isotope est le plus sensible de tous aux effets de l'évolution chimique. Aussi, j'ai montré que l'évolution de l'abondance du deutérium dans la Voie Lactée indique clairement que cet isotope n'a pu être détruit de plus d'un facteur deux depuis la naissance de la Galaxie et que, par conséquent, l'abondance primordiale du deutérium ne pourrait être beaucoup plus élevée que $\text{D}/\text{H} \sim 3 \cdot 10^{-5}$; ceci implique une densité baryonique relativement élevée et compatible avec la majorité de mesures de cette abondance dans les nuages intergalactiques à grand redshift.

N. PRANTZOS "The evolution of D and ^3He in the galactic disk, 1996, *Astronomy and Astrophysics*, **310**, 106

N. PRANTZOS, J. SILK "Star formation and chemical evolution in the Milky Way: cosmological implications", 1998, *Astrophysical Journal*, **507**, 229

IV) **Les abondances des métaux dans les systèmes lorentziens (DLAs) :** Nous avons récemment montré que : 1) les observations souffrent d'un biais (les systèmes à trop grande ou trop faible densité de colonne de Zn sont manifestement absents), ce qui entraîne une fausse image d'une évolution quasi-nulle du rapport Zn/H avec le redshift ; 2) il existe une anti-corrélation entre les abondances des métaux réfractaires (tels le fer ou le manganèse) et la colonne de densité d'un élément non-réfractaire, comme le Zn, ce qui implique la présence de poussières dans ces systèmes.

N. PRANTZOS, S. BOISSIER, 2000, "Abundances in damped Lyman- α systems: evolution or bias?", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **315**, 82

HOU J., S. BOISSIER, N. PRANTZOS, 2001, "Chemical evolution and depletion patterns in damped Lyman- α systems" *Astronomy and Astrophysics*, **370**, 23

RAPPORT SUR LES ACTIVITES SCIENTIFIQUES

Mes travaux de recherche depuis une douzaine d'années sont orientées vers l'étude de: **l'origine des éléments chimiques dans l'Univers, l'évolution des étoiles et des galaxies, et l'astronomie des hautes énergies** (rayons gamma et cosmiques).

I) Evolution et nucléosynthèse stellaire:

J'ai étudié l'évolution et la nucléosynthèse des étoiles massives jusqu'au moment où elles deviennent des géantes rouges, ou encore quand leur forte perte de masse met leur cœur à nu (étoiles de type Wolf-Rayet). Dans le premier cas les produits de la nucléosynthèse interne sont partiellement mélangés à la surface de l'étoile, tandis que dans le deuxième on arrive à voir directement le site de cette nucléosynthèse, le cœur même de l'étoile. Dans les deux cas, la comparaison des prédictions théoriques de mes modèles détaillés aux observations (concernant les abondances des isotopes du carbone, oxygène, azote, sodium, etc. dans ce type d'étoiles) a permis une *meilleure compréhension de la nucléosynthèse stellaire et de ses implications astrophysiques*. Voici quelques exemples:

1) *L'explication de l'abondance élevée du néon dans l'étoile Wolf-Rayet γ^2 Vel.* Avec mes collègues de l'Université Libre de Bruxelles (ULB) nous avons montré que cet excès est dû à la présence non pas de l'isotope majoritaire habituel ^{20}Ne , mais au ^{22}Ne , isotope produit en abondance au sein des étoiles massives lors de la combustion de l'hélium (**A3, C8**).

2) *L'explication de la composition isotopique à la source des rayons cosmiques.* Cette composition est assez proche de la composition solaire, ce qui suggère que la source des particules des rayons cosmiques ce sont les étoiles de type solaire. Néanmoins, certaines anomalies ont été détectées dans cette composition, et notamment un excès considérable du ^{12}C et du ^{22}Ne . Or, ces isotopes sont produits abondamment au sein des étoiles Wolf-Rayet lors de la combustion de l'hélium; il suffit que 1-2 % des particules des rayons cosmiques proviennent de ces objets pour que cette "anomalie" soit expliquée. Avec mes collègues de l'ULB et de Saclay j'ai étudié quantitativement le scénario ci-dessus à l'aide de mes modèles de nucléosynthèse stellaire; notre interprétation reste encore aujourd'hui la meilleure explication de cette "anomalie" observée (**A5, C6, C7, C13**).

3) *La détermination de la profondeur de l'enveloppe convective des géantes rouges.* Notre compréhension encore imparfaite du phénomène de la convection ne permet pas de déterminer cette profondeur à partir de la théorie. Néanmoins, nous pouvons exploiter le fait que les abondances de divers noyaux, produits au sein de l'étoile et mélangés par la suite à sa surface, dépendent justement de l'étendue de ce mélange. La comparaison des abondances des isotopes de l'oxygène, observées dans les géantes rouges, aux prédictions détaillées de nos modèles théoriques a permis d'évaluer la profondeur de l'enveloppe convective de ces étoiles (**A11, C34**).

4) *L'explication de la corrélation observée entre la masse et l'abondance atmosphérique du sodium dans les étoiles massives de type F.* Nous avons montré (**A12, C30**) qu'une telle corrélation résulte naturellement de l'opération du cycle *Ne-Na* lors de la combustion de l'hydrogène dans ces étoiles; il s'agit, en effet, de la *première manifestation jamais observée du cycle Ne-Na*, prédit en 1957 par Marion et Fowler.

J'ai aussi entrepris une étude des *phases avancées de l'évolution des étoiles massives*. L'objectif scientifique de ce travail était triple:

- i) fournir des *yields* (quantités produites et éjectées) des divers éléments chimiques en fonction de la masse de l'étoile, données indispensables aux études de l'évolution chimique des galaxies;
- ii) calculer les *quantités des divers noyaux radioactifs* produits avant ou pendant l'explosion, donnée importante pour l'astronomie des raies γ nucléaires (en particulier pour la future mission spatiale *INTEGRAL*);
- iii) fournir aux "hydrodynamiciens" des modèles initiaux pour leurs études des explosions de supernovae de type II, un des sujets les plus difficiles de l'astrophysique actuelle.

En collaboration avec I. Barraffe de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon et O. Aubert (dont j'ai dirigé la thèse, soutenue en juin 1996) nous avons calculé les yields de l'évolution pré-explosive, concernant les éléments majeurs (oxygène, carbone, néon etc.) d'une étoile de $20 M_{\odot}$ (**A30, C38, C43**). Le calcul détaillé de tous les isotopes (pre- et post-explosif) en fonction de la masse des étoiles nécessiterait encore quelques années de travail supplémentaire.

Il faudrait souligner que *ces études ont été les premières de ce genre en France*, où l'évolution stellaire ne s'est développée que très récemment, contrairement à ce qui se passait dans les pays voisins (Allemagne, Italie, Suisse, Belgique). On peut également souligner que le besoin de données nucléaires précises pour ces études de nucléosynthèse m'a conduit à une collaboration très fructueuse avec les physiciens nucléaires d'Orsay (Centre de Spectroscopie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse - CSNSM), spécialistes de mesures des sections efficaces des réactions thermonucléaires. Cette *ouverture de la physique nucléaire vers l'astrophysique* a notamment débouché sur deux thèses de doctorat en physique nucléaire (V. Landré, 1990, sur "*Les réactions nucléaires de l'oxygène et ses abondances isotopiques dans les géantes rouges*"; et M. Kious, 1992, sur "*Les réactions nucléaires et la production stellaire du fluor*"), réalisées, en partie, grâce à mon code de nucléosynthèse stellaire.

II) Formation des noyaux plus lourds que le fer:

Il existe environ deux cents noyaux atomiques stables plus lourds que le fer. Dans certains cas on connaît bien les types de réactions nucléaires qui les ont produits mais assez mal le site astrophysique correspondant (noyaux S - et R -). Dans d'autres cas on connaît mal à la fois le mode de production *et* le site astrophysique correspondant (noyaux P -). Le problème devient difficile du fait qu'une étude quantitative nécessite la prise en compte de plusieurs centaines de noyaux (stables et instables) et des milliers de réactions nucléaires, dont les propriétés ne sont pas toujours bien connues.

A l'aide des modèles détaillés de nucléosynthèse stellaire j'ai montré que les noyaux S - légers (ex. strontium, yttrium) sont produits lors de la combustion d'hélium dans les étoiles massives (**A5, C1, C2, C12**). [Il est connu que les éléments S - plus lourds sont produits dans les étoiles de masse intermédiaire, i.e. inférieure à dix masses solaires, lors de leur phase AGB]. Grâce à cette étude, j'ai par la suite pu expliqué l'excès "mystérieux" de barium observé dans le spectre de la supernova SN1987A (**A6**), "mystérieux" car le barium est censé être synthétisé par les étoiles de masse intermédiaire. Ce travail constitue la *seule explication quantitative de cet effet jusqu'à aujourd'hui* et a conduit à la *prédiction d'un excès de strontium dans SN1987A, prédiction confirmée par des analyses spectroscopiques ultérieures*. J'ai également réalisé la *première étude du processus S - en fonction de la métallicité initiale* des étoiles massives (**A9, A14, C31, C36**); cette étude a montré que, contrairement à l'hypothèse alors acceptée, *l'efficacité du processus S - n'est pas une fonction linéaire de la métallicité*. Cette étude, étendue aux étoiles de plus faible masse, devrait avoir de conséquences importantes sur notre compréhension de l'évolution galactique de ces éléments.

Les noyaux P - constituent une fraction minoritaire des éléments lourds et ne sont observés que dans les matériaux terrestres et météoritiques, ce qui rend leur étude dans un contexte astrophysique assez difficile. Une difficulté supplémentaire vient du fait que les réactions nucléaires impliquées concernent surtout des noyaux instables: leurs vitesses sont impossibles à mesurer au laboratoire et doivent être évaluées théoriquement. Au début des années 90 nous avons entrepris une étude détaillée du processus P - avec M. Rayet et M. Arnould, de l'ULB. Dans un premier temps nous avons construit un réseau nucléaire approprié (le plus grand à l'époque!), impliquant ~ 1100 noyaux et ~ 12000 réactions nucléaires, dont il a fallu calculer les vitesses en fonction de la température. En association avec le groupe japonais de K. Nomoto nous avons, par la suite, étudié le processus P - avec un modèle de SNII réaliste, celui de l'explosion de SN1987A. Nous avons trouvé que la plupart des noyaux P - sont produits dans les couches de néon-oxygène lors du passage de l'onde de choc qui porte brièvement leur température à 2-3 milliards de degrés (**A8, A10, A25, C25, C27, C29**). C'était la *première étude cohérente du processus P -* (modèle réaliste du site astrophysique, réseau complet, physique nucléaire à jour). Nous avons aussi pu montrer que ^{180}Ta , noyau le plus rare de la nature dont l'origine restait jusqu'alors inconnue, peut être synthétisé dans ce site, à de températures de ~ 2 milliards K (**A10**).

III) Astronomie des raies gamma:

Dans certains sites astrophysiques, des noyaux radioactifs peuvent être produits; leur décroissance donne naissance à des photons γ , dont l'étude nous apporte des informations uniques sur leurs sites de production et leur répartition dans la Galaxie.

Un de premiers succès de l'astronomie des raies gamma, discipline qui a pris son essor dans les années 80, a été la détection par le satellite HEAO-3 dans le plan galactique de la raie à 1.8 MeV due à la décroissance de l' ^{26}Al . Ce noyau radioactif a une durée de vie d'un million d'années "seulement", beaucoup plus courte que l'échelle de temps de l'évolution galactique; sa détection montre clairement que la nucléosynthèse est encore aujourd'hui active au niveau galactique. Malgré dix ans de travaux théoriques, dont ceux de notre groupe, aucun de sites astrophysiques proposés (novae, supernovae, géantes rouges, étoiles Wolf-Rayet) ne semble pouvoir justifier la quantité d' Al-26 déduite par les observations: $3 M_{\odot}$ produites lors du dernier million d'années dans la Galaxie. Or, les sources-candidats ne sont pas toutes distribuées de la même manière dans la Galaxie. Les objets vieux provenant des petites étoiles (novae, géantes rouges) sont présents en abondance dans le bulbe et sont répartis plus ou moins uniformément dans le disque galactique. Les objets jeunes provenant des étoiles massives (SNII, Wolf-Rayet) n'abondent pas dans le bulbe et ne se rencontrent que dans les bras spiraux du disque galactique. L'émission collective de ces objets est donc répartie de manière différente dans les deux cas: dans le premier elle doit être relativement piquée dans la direction du centre galactique (en raison du bulbe) et décroissante symétriquement aux longitudes élevées; dans le deuxième elle doit être peu prononcée dans la direction du centre, mais beaucoup plus irrégulière vers l'extérieur, présentant des pics dans les directions des bras spiraux. J'ai été le *premier à calculer la distribution spatiale de l'émission attendue tenant compte de la structure spirale de la Voie Lactée* (**A16, A18, B6, B7**) et j'ai *proposé le critère ci-dessus pour départager les deux classes de sites, favorisant (sur base d'arguments nucléosynthétiques) les étoiles massives* (**A3, A4, C11, C14, C20, C22**). Grâce au satellite Gamma-Ray Observatory, lancé en 1991, nous avons pu avoir une première idée de la carte de la Galaxie à la lumière de 1.8 MeV: la distribution de l'émission est, effectivement, assez irrégulière avec des pics dans les

directions des bras spiraux. Les images “théoriques” du ciel que j’ai calculées (**A26, C40, C41**) correspondent assez bien à celles obtenues par CGRO dans la lumière à 1.8 MeV (**B16, A32, A33**). La comparaison détaillée entre théorie et observation (avec le futur satellite gamma *INTEGRAL*) permettra de tracer la répartition des sites actuelles de nucléosynthèse dans la Galaxie; cette information capitale est impossible à obtenir par des observations à d’autres longueurs d’onde.

Finalement, participant en tant que “guest observer” au programme du CGRO, j’ai contribué à la première détection de la raie de l’ ^{26}Al dans la région de Vela (**A19**) première source de 1.8 MeV autre que le plan galactique. Il semble que le supernova de Vela est bien à l’origine de cette émission. Une fois l’incertitude actuelle sur la distance de Vela levée, cette détection permettra de déduire le yield d’ ^{26}Al d’une étoile massive, et de calibrer ainsi les yields des modèles théoriques (incertains d’un facteur ~ 10 à présent).

Le cas de la raie de l’ ^{26}Al est un bel exemple de l’application d’une technique astronomique récente (la spectroscopie et l’imagerie en gamma) à l’étude d’un problème “classique” d’astrophysique nucléaire (la détermination des sites de production d’un isotope). Le satellite *INTEGRAL* sera, manifestement, l’outil majeur de l’astrophysique nucléaire dans les années à venir, comme j’ai eu l’occasion de souligner lors de différents colloques CGRO ou *INTEGRAL* (**B9, B23**).

IV) Evolution de la Voie Lactée:

Dans les années 90 j’ai commencé à développer des modèles détaillés de l’évolution chimique galactique, tenant compte de données les plus récentes de la nucléosynthèse stellaire et de la multitude de données observationnelles obtenues dans toutes les longueurs d’onde.

Une première application de ces modèles concernait les observations, effectuées pour la première fois par le Télescope Spatial Hubble, des éléments légers beryllium et bore dans des vieilles étoiles du halo galactique; leurs abondances sont ~ 10 -30 fois supérieures à ce que prédisaient les modèles “standard” de leur production par les rayons cosmiques (RC). Avec mes collègues de l’IAP nous avons proposé (**A17**) que, lors de la prime jeunesse de la Voie Lactée, les RC pouvaient difficilement s’en échapper en raison simplement de la grande taille de la Galaxie à cette époque (les RC échappent aujourd’hui facilement du disque galactique, dont la faible épaisseur ne les maintient confinés que pendant quelques millions d’années seulement). Notre étude de la propagation des RC dans la Galaxie jeune a montré que ce confinement géométrique efficace conduit à un flux 10-20 fois plus important et à des spectres plus “plats” à haute énergie; ceci favorise considérablement la production de Be et B mais pas celle du Li, en raison de la forme particulière de sections efficaces correspondantes. Nous avons couplé notre modèle de la propagation des RC à celui de l’évolution chimique et nous avons montré que notre hypothèse peut expliquer toutes les observations à l’aide d’un seul paramètre: la quantité de matière (“grammage”) traversée par les RC lors de l’évolution de la Galaxie (**A17, C32, C35**). Ce travail a montré qu’il était inutile de faire appel à un scénario de Big-Bang inhomogène (hypothèse émise à l’époque par certains auteurs).

Une importante implication de ce scénario a aussi été étudiée: elle concerne le fond gamma diffus à 30-100 MeV, détecté il y a une quinzaine d’années par le satellite SAS-II. Pour l’instant il n’existe aucune explication satisfaisante de cette émission diffuse. Jusqu’à une époque très récente le modèle “en vogue” faisait appel à l’émission collective des noyaux actifs des galaxies (NAG); cependant, les incertitudes actuelles sur leur comportement (durée, variabilité, etc.) et, surtout, la non détection d’une importante émission gamma de ces objets par CGRO, rend ce modèle problématique. Les galaxies spirales, comme la nôtre, offrent une autre possibilité, l’émission gamma provenant de l’interaction des RC avec le milieu interstellaire. A la lumière de notre travail précédent nous avons montré que, si toutes les galaxies spirales ont connu une phase aussi “active” que celle impliquée par notre modèle de production de LiBeB, leur émission collective pourrait expliquer le fond diffus gamma (du moins, pour des modèles cosmologiques plausibles) (**A20**).

Aussi, j’ai étudié l’évolution galactique du carbone, à la lumière des observations récentes de la composition des étoiles du halo et du disque galactique. La nucléosynthèse stellaire du carbone est encore mal comprise; il est certainement produit par les étoiles massives et, peut-être, par les étoiles de masse intermédiaire (peut-être, car la phase de “hot-bottom burning” à la base des enveloppes convectives de ces étoiles sur la branche asymptotique peut détruire le carbone, au profit de l’azote). Sur la base des arguments de l’évolution chimique j’ai montré (**A23, C37**) que: i) les étoiles de masse intermédiaire ne participent pas beaucoup à la synthèse du carbone, contrairement aux idées qui prévalent, et ii) les étoiles massives pourraient être responsables de la quantité totale du carbone galactique, si leur production dépend de leur métallicité, comme Maeder l’a suggéré en 1992.

Une étude du disque de la Voie Lactée a permis d’éliminer certains des scénarios proposés par le passé qui impliquent une forte diminution du Taux de Formation Stellaire (TFS) dans les parties externes du disque : nous avons montré (**A27**) qu’un TFS inversement proportionnel au rayon galactocentrique (i.e. conforme à la théorie de la formation stellaire par la propagation des ondes de densité dans les disques) peut rendre compte de l’ensemble des données disponibles, et notamment des gradients de gaz et des métaux, avec un minimum de paramètres libres.

Le même modèle a par la suite été utilisé pour calculer l'évolution des isotopes du C et O dans le disque de la Voie Lactée. La nucléosynthèse stellaire des isotopes mineurs (^{13}C , ^{17}O , ^{18}O) est encore assez mal connue; les observations des abondances de ces isotopes à travers la Galaxie, interprétées à l'aide d'un modèle approprié, peuvent nous aider dans ce domaine. Nous avons ainsi pu montrer (**A28**, **C45**, **C46**) que le ^{13}C a certainement une composante primaire (i.e. la quantité produite par les étoiles de masse intermédiaire est indépendante de la métallicité stellaire), tandis que ^{17}O est purement secondaire.

Ce même modèle a aussi été utilisé pour calculer l'évolution et le gradient de l'abondance du deutérium dans le disque de la Galaxie. Le deutérium est un des éléments légers produits lors du Big Bang, dont l'abondance est très sensible à la densité baryonique de l'Univers. Malheureusement, il est facilement détruit par astration lors de l'évolution galactique, ce qui rend très difficile ("model-dependent") l'accès à son abondance primordiale par cette méthode. Jusqu'à maintenant l'évolution du deutérium a été abondamment étudiée dans le cas du voisinage solaire (e.g. **A24**), en raison de son importance cosmologique majeure. Mon travail (**A29**, **C46**) est la première étude détaillée de l'évolution de cet isotope dans les autres parties du disque (après celui de Ostriker et Tinsley, 1976, réalisé à l'aide de modèles analytiques). J'ai montré que le gradient du deutérium doit être beaucoup plus important que celui de l'oxygène et, sans doute, deviendra-t-il mesurable dans un futur proche, à la fois dans la Galaxie externe en UV (mission FUSE-LYMAN) et dans la Galaxie interne en infrarouge, par l'émission de la molécule HD. Ceci nous permettrait de mieux comprendre l'histoire passée du disque Galactique, notamment l'évolution du taux de formation stellaire et de l'"infall" (apport de matière extérieure), car j'ai montré que le gradient du D est extrêmement sensible à ces deux facteurs.

Avec A. Goswami (de l'Observatoire de Bangalore) nous avons étudié l'évolution des abondances de tous les éléments chimiques entre le carbone et le zinc (ainsi que de leurs isotopes) dans la Voie Lactée, à l'aide de derniers résultats théoriques sur la nucléosynthèse de supernovae de type II et Ia. La comparaison à une multitude de données observationnelles concernant la composition des étoiles du halo a permis de contraindre fortement les yields théoriques dans de nombreux cas (**A45**, **C55**). Avec J. Hou (de l'Observatoire de Shanghai) nous avons montré que les gradients d'abondance observés dans divers objets (de différents âges) de la Galaxie permettent de contraindre l'histoire de la formation stellaire dans le disque (**A46**).

V) Evolution des galaxies spirales et de systèmes lorentziens

J'ai étudié les implications des observations récentes à grand redshift (taux de formation stellaire, quantité de gaz neutre, abondances dans la phase gazeuse) sur l'évolution "cosmique", en collaboration avec J. Silk, de l'Université de Berkeley (**A37**, **B21**, **B22**). Nous avons montré que le declin observé (d'un facteur 10) du taux cosmique de formation stellaire entre redshifts 1.5 et 0, ne correspond pas à l'évolution des galaxies spirales du type Voie Lactée; d'autres types des galaxies (elliptiques ? mergers ?) devraient en être responsables de l'activité observée à redshift $\sim 1-2$.

J'ai entrepris (à l'aide de S. Boissier, étudiant en thèse à l'IAP) une étude détaillée de l'évolution chimique et spectro-photométrique des galaxies spirales; c'est la première fois qu'une étude de ce type (i.e. couplant de manière self-consistante chimie et photométrie avec tous les ingrédients nécessaires: yields, durées de vies, tracés d'évolution et spectres stellaires dépendants de la métallicité) est entreprise. Dans un premier temps nous avons "calibré" notre modèle sur le disque de la Voie Lactée (**A39**, **C52**), dont on reproduit les gradients de métallicité, gaz, couleurs, etc (notamment les différents échelles de longueur dans les bandes B et K). En suite, nous avons montré (**A42**, **C53**) qu'une famille de modèles de ce type, caractérisée par deux paramètres (la masse totale, révélée par la vitesse de rotation, et la distribution de masse, décrite par le paramètre de spin) peut rendre compte de la plupart des propriétés observées des disques galactiques (y compris de ceux de faible brillance de surface). Nous avons pu montrer qu'il existe une importante anti-corrélation entre le gradient d'abondance (exprimé en dex/kpc) et la longueur d'échelle caractéristique d'une galaxie: les petits disques ont un gradient important (**A43**); ceci suggère que les spirales évoluent de manière *homologue*.

L'évolution de grandes spirales suggérée par nos modèles est compatible aux observations du survey de CFH (Lilly et al. 1998) jusqu'à un redshift $z \sim 1$. Par ailleurs, l'histoire globale des spirales de nos modèles est incompatible avec l'idée de base du modèle "hiérarchique" de formation des galaxies, qui suggère que les petites galaxies se mettent en place plus rapidement que les grandes (**A 50**); cette conclusion est corroborée par l'analyse d'un grand échantillon homogène de galaxies spirales proches, dont les propriétés sont tout à fait compatibles avec l'idée ci-dessus (**A48**).

Nous avons aussi étudié l'évolution chimique de systèmes lorentziens (DLAs), de nuages de gaz extragalactique vus à travers leurs raies d'absorption dans la ligne de visée de quasars. Nous avons montré, à l'aide de modèles détaillés, comment les biais observationnels (obscurcissement par les poussières, etc.) peuvent donner l'impression que ces systèmes évoluent peu chimiquement entre redshifts $z \sim 4$ et 0.5 (**A44**). Par ailleurs, avec J. Hou de l'Observatoire de Shanghai nous avons mis en évidence une anticorrélation entre abondance des éléments réfractaires (Ni, Mn, Co) et colonne de densité de métaux dans ce systèmes (**A49**), qui suggère fortement la présence de faibles quantités de poussières dans ces systèmes (résultat confirmé par des analyses ultérieures).

AUTRES ACTIVITÉS AU PLAN NATIONAL ET INTERNATIONAL

Au sein de la SF2A (dont je suis membre du Conseil) je m'occupe de relations avec la Société Française de Physique, ainsi que de relations avec le public.

Dans le cadre du projet *Campus Numérique* je travaille (avec J.P Zahn et D. Pequignot de l'Observatoire de Meudon) à l'élaboration d'un *module d'enseignement de Physique Stellaire*, pour l'Ecole Doctorale d'Astronomie de l'Ile de France.

Je travaille sur l'élaboration du programme observationnel correspondant au "temps ouvert" (à la communauté internationale) de l'Observatoire Gamma européen *INTEGRAL*, en tant que Président de l'un de quatre panels (Nucleosynthesis) du Time Allocation Committee.

TRAVAUX ENVISAGÉS ET COLLABORATIONS

Les études envisagées sont de nature théorique et consistent soit en une extension des travaux déjà réalisés, soit à l'étude des nouveaux sujets.

Une partie importante de mes travaux concerne les divers aspects de l'évolution galactique. En particulier, je suis intéressé par l'évolution des galaxies spirales, car ce sont les seules pour lesquelles on dispose de taux de formation stellaires suggérés par la théorie (basés sur des critères d'instabilité dans les disques). Avec S. Boissier à l'IAP nous avons modélisé l'évolution de l'émission des disques galactiques dans différentes longueurs d'onde, l'objectif étant de contraindre autant que possible les divers taux de formation stellaire par comparaison aux observations. Nous avons récemment démarré une collaboration avec A. Boselli (Observatoire de Marseille) sur les propriétés des spirales à faible red-shift; après avoir comparé nos modèles à des propriétés globales de spirales, nous étudions maintenant les profils radiaux détaillés de divers grandeurs (brillance de surface, abondances chimiques, densité de gaz HI et H₂, taux de formation stellaire) afin de contraindre la théorie du taux de formation stellaire dans les spirales.

Une extension de ce travail concerne la comparaison de nos résultats aux observations des spirales à red-shift intermédiaire afin de tester si les propriétés des spirales ont sensiblement évolué au cours de derniers 5-7 milliards d'années. Une première comparaison (à de données jusqu'à $z \sim 1$, obtenues avec le télescope CFH) a donné de résultats prometteurs pour les disques de grande taille, ce qui nous a poussé à demander du temps d'observation sur le VLT avec le groupe de F. Hammer de Meudon (PI: N. Gruel) pour une étude plus détaillée.

Les galaxies à faible brillance de surface (LSB) sont une des "curiosités" de la physique extragalactique actuelle. Dans le cadre de nos modèles, elles seraient de galaxies à paramètre de spin λ assez grand, supérieur à 0.1. Avec le groupe de C. Balkowski à Meudon, nous avons entrepris un programme d'observations et de modélisation, afin de mieux comprendre les propriétés de ces objets.

Je suis aussi intéressé par les premières étapes de l'évolution chimique. En ce qui concerne la Voie Lactée, nous avons récemment démarré un travail avec le groupe de T. Kajino de l'Observatoire de Tokyo et K. Nomoto de l'Université de Tokyo sur les abondances "bizarres" de éléments du groupe de fer dans les étoiles du halo (détectées en 1996); on essaie d'interpréter ces abondances en termes de yields stellaires dépendent de la métallicité, ce qui aurait des implications importantes pour le mécanisme de l'explosion des étoiles massives et la nucléosynthèse stellaire, en général.

Avec Yuhri Ishimaru (post doc japonaise à l'IAP en 2001-2002) nous avons entrepris une étude de la *dispersion des rapports d'abondances entre différents éléments*, observés dans les étoiles du halo galactique ; selon les observations, cette dispersion devient plus importante quand la métallicité stellaire est faible, i.e. quand la Galaxie est très jeune. Nous travaillons sur un modèle de *mélange incomplet des ejecta des supernovae avec le milieu interstellaire*. Il est évident que ce processus est extrêmement important pour comprendre les premières étapes de l'évolution galactique en général.

Les galaxies des Nuages de Magellan représentent un laboratoire idéal pour l'étude de l'évolution galactique, étant les systèmes les plus proches de métallicité différente de la Voie Lactée. Leur étude est le sujet du projet de co-opération bilatérale *PLATON* entre l'IAP et l'Observatoire d'Athènes (responsable E. Kontizas). A présent, les observations des nos collègues grecs (abondances des amas ouverts du LMC et GMC) sont interprétées en termes d'un modèle d'évolution à "sursauts" de formation stellaire.

L'âge du disque galactique est un sujet maintes fois "revisité", mais nous disposons aujourd'hui des arguments qui justifient une nouvelle analyse: meilleurs modèles d'évolution du disque local (contrainte par une multitude d'observations récentes), connaissance plus précise des rapports de production des actinides U et Th pour appliquer la datation par nucléocosmochronologie (grâce à la meilleure physique introduite aux calculs du processus r-), des "fonctions de refroidissement" des naines blanches mieux connues que par le passé (pour appliquer la datation en utilisant la fonction de luminosité des naines blanches) etc. La datation du disque local fait l'objet du projet de co-opération franco-belge *TOURNESOL* avec l'Université Libre de Bruxelles (groupe du Prof. M. Arnould).

L'élaboration d'un modèle *chémodynamique de l'évolution galactique* est un troisième objectif à long terme. L'interprétation de la quantité grandissante des données *cinématiques et chimiques* sur les diverses populations stellaires (halo, bulbe, disque) de notre Galaxie rend, en effet, un tel "outil" indispensable. Cet outil pourrait aussi contribuer à l'étude des résultats de certains projets-clés de la communauté astronomique française (e.g. *DENIS*) concernant la structure de la Voie Lactée et de ses composantes. Avec Jesper Sommer-Larsen (Copenhague) et un de ses étudiants nous venons de démarrer une collaboration sur ce sujet.

Sur le plan de la *nucléosynthèse*, nous avons démarré avec le groupe de physique nucléaire de C. Iliadis (Université de N. Carolina aux USA) une étude de la nucléosynthèse explosive (hot CNO-cycle et rp-process); l'objectif est d'identifier les réactions nucléaires - clés de ces processus, dont certaines (impliquant des noyaux instables) pourraient être mesurées par la nouvelle technique de *faisceaux d'ions radioactifs*.

Dans le même cadre s'inscrit l'étude de la *nucléosynthèse dans les disques d'accrétion* autour des objets compacts. Notre connaissance de ces objets est encore très rudimentaire, mais il semble que des réactions nucléaires (thermonucléaires ou de spallation) peuvent s'y produire. Dans ce cas on s'attend à la production de noyaux radioactifs dont l'émission de raies γ caractéristiques pourrait, éventuellement, être détectée par *INTEGRAL*, permettant de sonder les conditions physiques de ces objets. Par ailleurs, les conditions physiques dans ces objets semblent favorables à la production des quelques noyaux *P*-légers (Mo et Ru), dont la source reste encore inconnue. J'ai démarré récemment une étude de ce sujet, avec mes collègues de l'Université Libre de Bruxelles sur le plan théorique et E. Harlaftis (Observatoire d'Athènes) sur le plan observationnel (détention de la raie du Li en optique sur l'étoile compagnon).

La préparation de l'analyse des résultats du satellite gamma *INTEGRAL* (qui sera lancé en Octobre 2002) devient une des priorités de la communauté astronomique française des hautes énergies. Avec R. Diehl du Max Planck Institute et J. Knodlseder du CESR à Toulouse, nous travaillons sur la modélisation de l'émission diffuse de l'Al-26 (raie à 1.8 MeV), tenant compte à la fois de la structure spirale de la Voie Lactée et des sources ponctuelles en avant plan ("foreground"). Notre objectif est une meilleure compréhension de la structure de la Voie Lactée, des sites actuelles de formation stellaire et du gradient de métallicité à travers le disque. Nous sommes également intéressés aux implications de la détection (anticipée) de l'émission du noyau radioactif Fe-60.

DIFFUSION DE LA SCIENCE :

Depuis une douzaine d'années je consacre une importante partie de mon temps à la popularisation de l'astronomie, par: de livres et articles "grand public" ; de conférences "grand public" (6 par an, en moyenne, depuis 1990) ; participation à des émissions à la radio et à la télévision ; participation à des documentaires tournés pour la télévision.

Articles

Une douzaine en français et en grec, ainsi que de critiques de livres pour de revues anglaises.

- 1984: **L'avenir de l' Univers** (avec M. Cassé), *La Recherche*, Vol. **15**, p. 839
- 1986: **De l'infiniment petit à l'infiniment grand**, dans *L'Espace Super Star*, Autrement **77**, p. 170
- 1986: **Les théories de l' Univers**, *Ciel et Espace*, No **213**, p. 19
- 1987: **Toi l' Univers, quand tu mourras...**, *Ciel et Espace*, No **219**, p. 50
- 1990: **Quatre siècles pour une belle explosive** (avec T. Montmerle), *Sciences et Vie*, Février 1990, p. 95
- 1991: **L'astronomie des raies gamma**, *L'Astronomie Magazine*, p. 48
- 1992: **La radioactivité des étoiles**, *La Recherche*, Vol. **23**, p. 715
- 1994: **Le côté sombre de la matière**, *Nébuleuses*, No 1, p. 1
- 1999: **D'où vient la matière dont nous sommes faits ?**, *Cahier Science et Vie*, Décembre 1999
- 2000: **Le Paradoxe de Fermi**, *Ciel et Espace*, Août, p. 61
- 2001: **L'Alchimie des étoiles**, *Pour la Science*, Cahier "Vie et Moeurs des Etoiles", Janvier 2001, p. 48
- 2001: **Le futur de l'Astronomie**, *La Revue du Palais de la Découverte*, Février, p. 83
- 2002: **L'Astronomie au XXIème siècle**, *L'Astronomie*, Janvier, Vol. 116, p. 2

Livres

Quatre livres, dont trois ont reçu des prix en France et à l'étranger et ont été traduits en diverses langues

- 1988: **SOLEILS ECLATÉS** (avec T. Montmerle), *Presses du CNRS*
(2 prix en France; traduit en allemand en 1991: *EXPLODIERENDE SONNEN*, aux Editions *SPECTRUM*)
- 1998: **NAISSANCE, VIE ET MORT DES ETOILES** (avec T. Montmerle), *Que Sais-Je?* (PUF)
- 1998: **VOYAGES DANS LE FUTUR**, Editions du Seuil (Collection: *Science Ouverte*)
(1 prix en France; traduit en anglais en 2000 par *Cambridge UP* as *OUR COSMIC FUTURE*, ainsi qu'en portugais, turc, chinois, grec et esthonien)
- 2000: **SOMMES-NOUS SEULS DANS L'UNIVERS ?**, Fayard (Ouvrage collectif, avec J. Heidmann, A. Vidal-Madjar et H. Reeves), (1 prix de l'Union Astronautique Internationale) ; traduit en portugais

Participation à des ouvrages

- 1993: **L' évolution stellaire**, Complément du *Grand Larousse Annuel*, p. 180
- 2000: **Gamma-Ray Astronomy**, in *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*, Ed. P. Murdin (MacMillan-IOP), p. 341
- 2000: **Utopies Spatiales**, dans *Visions du Futur*, Catalogue d'une Exposition au Grand Palais (Paris, Septembre 2000-Janvier 2001)
- 2001: **Le meilleur de mondes est-il pour demain ?**, dans *20 idées pour le XXIème siècle*, Eds. Albin Michel, p. 23
- 2002: **Le Paradoxe de Fermi et les voyages interstellaires**, dans *Sur les traces du vivant*, Eds. F. Raulin-Cerceau, J. Schneider et P. Lena, Editions Le Pommier, p. 269

Je ne garde pas trace systématiquement de mes conférences grand public ; à titre d'exemple je donne ci-dessous quelques unes de mes interventions lors des années 2000 - 2001:

Interventions Grand Public 2000 - 2001

- 5 Mars 2000 : Conférence lors de Journées de Science de la ville de Mureaux *Les voyages dans le temps*
- 20 Avril 2000 : Participation à l'émission *Le Gai Savoir* sur la chaîne Paris-Première
- 24 Avril 2000 : Participation à une émission sur *La Vie Extraterrestre* (avec J. Heidmann) sur la 5eme chaîne
- 5 Mai 2000 : UNESCO, "Entretiens du 21ème siècle", Conférence *Le futur de l'Univers* (avec T.X. Thuan et A. Brahic)
- 9 Novembre 2000 : Temple de l'Eglise Reformée de l'Etoile, Sept Questions pour le 21eme Siecle: Débat (avec Jacques Attali) *Demain, quelles nouvelles technologies ? pour quel progrès ?*
- 18 Novembre 2000 : Palais de la Découverte, Soirée "Pour nous l'Univers" ; Débat (avec A. Brack, R. Ferlet et A. Vidal-Madjar) *La Vie dans l'Univers*
- 23 Novembre 2000 : Conférence à la Société Vaudoise de Sciences Naturelles (Lausanne) *Paradoxe de Fermi et voyages interstellaires*
- 24 Novembre 2000 : Colloque *La Nuit pour un autre Jour* au Sénat: Conférence *Le ciel de la nuit : l'ivresse des étoiles*
- 8 Decembre 2000 : Conférence dans le cadre du TELETHON 2000 à Divonnes Les Bains *Le futur de l'homme dans l'espace*
- 25 Decembre 2000 : Participation au documentaire *Un siècle de découvertes* à la 5eme chaîne
- 31 Decembre 2000 : Participation à une émission de la 5eme chaîne *Le futur de l'épopée spatiale*
- 4 Avril 2001 : Conférence grand public IAP *Voyages interstellaires*
- 3 Juin 2001 : Participation à l'émission E=M6 de la chaîne M6 sur *L'ascenseur spatial*
- 14 Juin 2001 : Conférence grand public CERN *Le paradoxe de Fermi et les voyages interstellaires*
- 1 Decembre 2001 : Présentation de *2001 : L'Odyssée de l'Espace*, au festival du film scientifique (Lyon)
- 6 Decembre 2001 : Conférence sur *Les Voyages Interstellaires*, lors du Colloque "2001, l'Odyssée de l'Espace" à l'UNESCO (6-7 Decembre 2001)
- 19 Decembre 2001 : Conférence *Le grand saut vers les étoiles*, Cycle "2001: l'Odyssée du Ciel et de l'Espace", organisé par la Revue *Ciel et Espace*.
- 23 Decembre 2001 : Emission sur *Europe 1*: "*La deuxième chance d'Icare*".