



JMMC-TRE-0000-0002

Revision 3.0

Date: 16/02/2011



# JMMC

## RAPPORT D'ACTIVITÉ 2007-2010 PROSPECTIVE 2011-2014

### Authors:

Alain Chelli <Alain.Chelli@obs.ujf-grenoble.fr> — LAOG  
Daniel Bonneau <Daniel.Bonneau@obs-azur.fr> — OCA-GEMINI  
Gilles Duvert <Gilles.Duvert@obs.ujf-grenoble.fr> — LAOG  
Isabelle Tallon-Bosc <bosc@obs.univ-lyon1.fr> — CRAL  
Fabien Malbet <Fabien.Malbet@obs.ujf-grenoble.fr> — LAOG  
Eric Thiébaud <thiebaut@obs.univ-lyon1.fr> — CRAL  
Olivier Chesneau <Olivier.Chesneau@obs-azur.fr> — OCA  
Martin Vannier <martin.vannier@unice.fr> — OCA

Author: JMMC Group PIs, JMMC Directors Institute: LAOG/JMMC	Signature: Date: 16/02/2011	
Approved by: Gilles Duvert Institute: JMMC	Signature: Date: 16/02/2011	
Released by: Gilles Duvert Institute: JMMC	Signature: Date: 16/02/2011	

## Change record

Revision	Date	Authors	Sections/Pages affected
Remarks			
1.0	25/10/2010	G. Duvert et les PI des Groupes	all
	version 1		
2.0	16/02/2011	A. Chelli, G. Duvert ; G. Mella	all
	version 2		
3.0	16/02/2011	G. Duvert	Insertion des tableaux participants aux JMMC (appendice A).
	version 3		

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Le JMMC</b>	<b>4</b>
1.1	Statuts . . . . .	4
1.2	Structure . . . . .	4
1.3	Le Centre de réalisation logicielle (Groupe Technique) . . . . .	4
1.4	Moyens humains et financiers . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Le Groupe Technique</b>	<b>6</b>
2.1	Méthodes de travail . . . . .	6
2.2	Jouvences . . . . .	7
2.3	Moyens . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Les groupes de R&amp;D</b>	<b>8</b>
3.1	Groupe ASPRO . . . . .	9
3.1.1	Introduction . . . . .	9
3.1.2	Activités 2007-2010 . . . . .	9
3.1.3	Prospective . . . . .	10
3.1.4	Publications liées à la R&D du Groupe . . . . .	11
3.2	Groupe “Calibrateurs” . . . . .	11
3.2.1	Activité 2007-2010 . . . . .	11
3.2.2	Programme de travail 2011 - 2014 . . . . .	14
3.2.3	Publications liées à la R&D du Groupe . . . . .	14
3.3	Groupe Model Fitting . . . . .	15
3.3.1	Status en 2007 : Objectifs fixés . . . . .	15
3.3.2	Fonctionnement . . . . .	16
3.3.3	Résultats obtenus . . . . .	17
3.3.4	Prospective à 4 ans . . . . .	18
3.3.5	Publications liées à la R&D du Groupe . . . . .	18
3.4	Groupe Reconstruction d'Image . . . . .	19
3.4.1	Travail effectué . . . . .	19
3.4.2	Perspectives futures . . . . .	19
3.4.3	Publications liées à la R&D du Groupe . . . . .	20
3.5	Groupe Réduction des données AMBER . . . . .	20
3.5.1	L'instrument AMBER . . . . .	20
3.5.2	Activités . . . . .	21
3.5.3	Prospective . . . . .	22
3.5.4	Publications liées à la R&D du Groupe . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Conduite de projets Européens</b>	<b>22</b>
4.1	L'Euro-Interferometry Initiative . . . . .	22
4.2	le JRA4 “Integrating Interferometry into Mainstream Astronomy” . . . . .	24
4.2.1	WP1 : “Concept to feasibility studies” . . . . .	24
4.2.2	WP2 : “off-line data reduction software” . . . . .	24
4.3	Darwin : détection d'exo-planètes . . . . .	24
4.3.1	Publications . . . . .	25
<b>5</b>	<b>Activités d'enseignement au sein du JMMC</b>	<b>26</b>
5.1	Contexte de l'organisation des Ecoles VLTI . . . . .	26
5.2	Apports du JMMC . . . . .	26
5.2.1	Prospective pour la période 2011-2014 . . . . .	26
5.3	Liste des Ecoles 2007-2010 . . . . .	27

<b>6</b>	<b>Prospective plus prospective</b>	<b>27</b>
6.1	VLTI2	27
6.2	Observatoire Virtuel	27
6.3	Logiciel généraliste de calibration de données interférométriques	28
6.4	Base de données interférométriques	28
6.5	Autres	28
<b>7</b>	<b>Impact du JMMC</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Besoins</b>	<b>30</b>
<b>A</b>	<b>Participants actifs du JMMC, 2000-2010</b>	<b>32</b>
<b>B</b>	<b>Publications de rang A ayant utilisé des produits logiciels du JMMC</b>	<b>39</b>

## Liste des tableaux

1	Liste des versions de ASPRO 2	10
2	Participants au JMMC, Années 2000 to 2006	33
3	Participants au JMMC, Année 2007	35
4	Participants au JMMC, Année 2008	36
5	Participants au JMMC, Année 2009	37
6	Participants au JMMC, Année 2010	38

## Table des figures

1	Organigramme du JMMC	5
2	Un aspect de l'interface utilisateur de ASPRO2	9
3	Un aspect de l'interface utilisateur de SearchCal avec la liste des calibrateurs de $\epsilon$ Peg dans un champ de $20 \times 20$ degrés	12
4	Un aspect de l'interface utilisateur de LITpro	16
5	Interface graphique actuelle de wisard. L'image reconstruite a été affichée en insert sur le graphique représentant les visibilité observées et reconstruites.	20
6	Organigramme de l'EII	23
7	Organigramme du JRA4	23
8	Cartes de probabilité de présence de planète simulées pour Darwin	24
9	Spectre de planète obtenu par Darwin (simulation, voir texte)	24
10	Localisation des téléchargements des produits logiciels du JMMC ( <a href="http://apps.jmmc.fr/statistics">http://apps.jmmc.fr/statistics</a> )	29
11	nombre de consultations du site par mois depuis fin 2007 (en rouge, le nombre d'adresses internet différentes, en bleu, le nombre total de consultations.	30

# 1 Le JMMC

Le Centre Jean-Marie Mariotti a été créé par l'INSU en septembre 2000 sous l'impulsion des Observatoires de la Côte d'Azur et de Grenoble. La mission du JMMC est d'unir et de coordonner les efforts français afin de fournir aux utilisateurs les logiciels nécessaires à une exploitation optimale de l'interférométrie. Plus précisément, l'objectif est de développer, produire et maintenir les logiciels pour l'exploitation et le suivi des nouveaux instruments, en particulier le VLTI (mais pas uniquement), mais aussi de stimuler la formation académique.

## 1.1 Statuts

En 2001, le JMMC a été inscrit par la CSA dans la liste des centres nationaux et internationaux de traitement et d'archivage reconnus parmi les services d'observation de l'INSU. De 2003 à 2010, le JMMC a fonctionné dans le cadre du GdR 2596.

## 1.2 Structure

Le JMMC (voir l'organigramme de la Figure 1) est un réseau de 6 Laboratoires partenaires doté d'un centre de réalisation logicielle localisé au LAOG, d'un Conseil Scientifique et d'un Bureau. Les Laboratoires partenaires sont :

- CRAL (Observatoire de Lyon)
- FIZEAU (Observatoire de la Côte d'azur)
- IAS (Institut d'Astrophysique Spatiale, Saclay)
- LAOG (Observatoire de Grenoble)
- LESIA (Observatoire de Paris)
- ONERA (Chatillon)

Le JMMC est piloté par un Directeur (Alain Chelli, LAOG) nommé par l'INSU. Celui-ci est chargé de mettre en oeuvre les objectifs fixés par le Conseil Scientifique, il représente le JMMC au niveau national et international et en gère ses ressources financières. Pour faire face à la complexité croissante des tâches de réalisation logicielle, il est aussi piloté par un Directeur Scientifique (Gilles Duvert, LAOG) qui assure le suivi des projets, nomme les chefs projets et rapporte devant le CS.

Le Conseil Scientifique définit la politique scientifique du JMMC, sélectionne et suit les projets, définit et évalue les services d'observation. Le CS est composé de : M. Ollivier (IAS), A. Chelli (Directeur, LAOG), O. Chesneau (Science), F. Genova (ASOV), J.F. Gonzalez (CRAL), P. Kervella (LESIA), B. Lopez (FIZEAU), F. Malbet (LAOG), D. Mourard (ASHRA), L. Mugnier (ONERA).

Le Bureau avalise et assure le suivi des conventions, vérifie l'adéquation des besoins et des moyens et approuve les rapports d'activité. Le bureau est composé de : T. Appourchaux (IAS), P. Drossart (LESIA), A. Ferrari (FIZEAU), B. Guiderdoni (CRAL), J.M Hameury (INSU), D. Mourard (ASHRA), J.L. Monin (LAOG), V. Michaud (ONERA).

## 1.3 Le Centre de réalisation logicielle (Groupe Technique)

Les projets du centre sont essentiellement des projets de réalisation d'instruments logiciels, mis en oeuvre, coordonnés, réalisés, distribués et maintenus par le groupe technique. Les réalisations se font sous la direction d'un chef projet en lien avec les groupes de R&D associés, à partir du code réalisé par ces derniers. Les produits logiciels sont mis à la disposition de la communauté astrophysique, soit par téléchargement, soit par la mise en place de services web. Le Centre fournit aussi une assistance utilisateurs, des didacticiels et des serveurs de documentation. Il a mis en place, maintient et développe tous les services informatiques

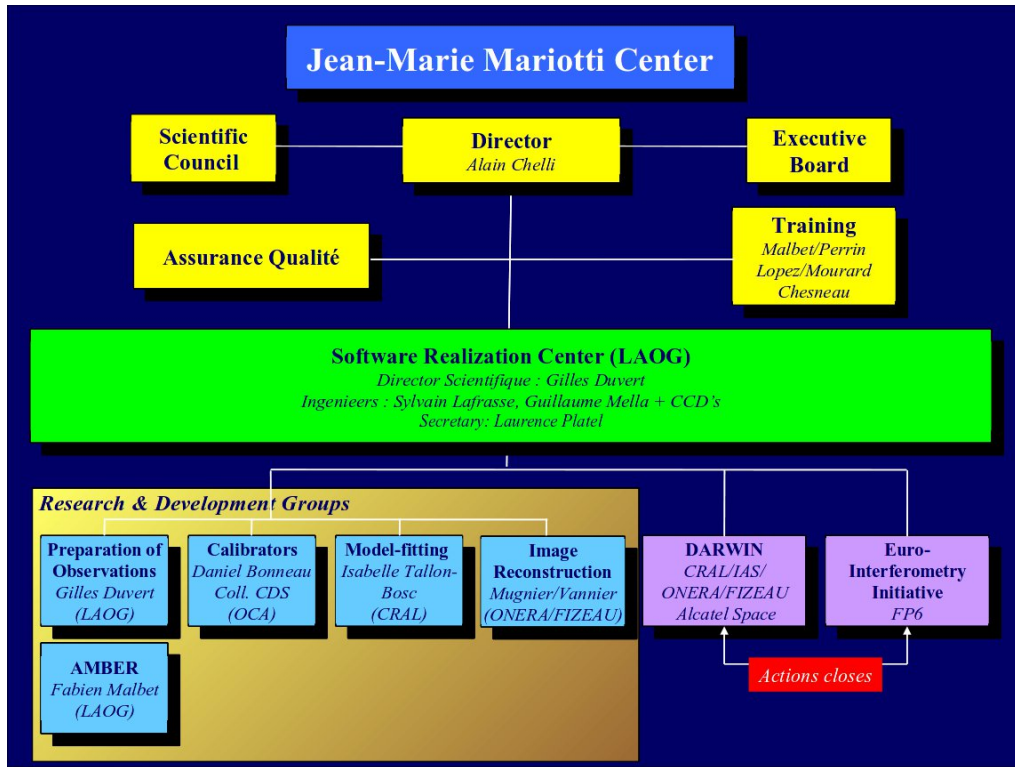


FIG. 1 – Organigramme du JMMC

distribués liés à la gestion et à la réalisation des projets du JMMC (<http://jmmc.fr>) et du projet européen JRA4 d'Opticon (<http://eii-jra4.ujf-grenoble.fr>).

#### 1.4 Moyens humains et financiers

Une vingtaine de chercheurs des laboratoires partenaires contribuent aux projets du JMMC, soit l'équivalent de 3 à 4 hommes.an dont 1.8 en tâches de service en moyenne. Ces dernières, essentiellement réparties dans les laboratoires FIZEAU et LAOG, sont :

- D. Bonneau (FIZEAU) : PI du groupe calibrateurs (jusqu'à fin 2010)
- O. Chesneau : Ecoles VLTI, WG Model Fitting, WG Bad Calibrators
- A. Domiciano : WG Model Fitting
- F. Millour : WG Amber DRS
- D. Mourard : WG Calibrateurs, WG Model Fitting, WG ASPRO2
- H. Beust (LAOG) : Support utilisateurs, Catalogues
- A. Chelli : Dr, WG Amber DRS
- X. Delfosse : WG Calibrateurs
- G. Duvert : DS, PI ASPRO(2), Amber DRS

Le groupe technique est actuellement composé de 2 ingénieurs permanents, Guillaume Mella (PM, IR) et Sylvain Lafrasse (IE) et d'un

CDD, Laurent Bourgès. L'évolution des moyens ITA de 2007 à 2010 est résumée dans le tableau suivant :

Moyens humains (hommes.an)		
Année	Permanents	CDD
2007	2.9	1.5
2008	2.0	0.8
2009	2.0	0.8
2010	2.0	1.0

Depuis sa création, les ressources financières du JMMC ont été les suivantes :

- 2000 à 2002 : 70 KE (financement exceptionnel de l'INSU)
- 2004 à 2008 : 260 KE (Crédits européens, JRA4 d'Opticon)
- 2003 à 2010 : 360 KE (GdR)

Sur les dix dernières années, le coût du JMMC, hors personnel, a été de 70KE par an en moyenne. Ce ressource ont permis de financer des missions, des ateliers ou des écoles, mais surtout des CDD indispensables à nos activités.

## 2 Le Groupe Technique

**Membres présents du groupe<sup>a</sup>** : G. Mella (LAOG), S. Lafrasse (LAOG), L. Bourgès (LAOG), G. Duvert (LAOG, DS),

---

<sup>a</sup>voir historique plus bas

### 2.1 Méthodes de travail

Chaque logiciel développé par le JMMC est porté par un groupe de travail scientifique (groupe de R&D), qui définit les méthodes et algorithmes à mettre en oeuvre. Chaque réalisation est accompagnée à terme d'une publication à référentiel garantissant la valeur scientifique des méthodes utilisées. Pour cela, chaque groupe scientifique :

- \* dispose d'une liste de diffusion (incluant systématiquement l'équipe technique) et d'outils collaboratifs (wiki, gestion de code) ;
- \* se réunit à l'initiative du PI de groupe au moins une fois tous les deux mois ;
- \* identifie un responsable scientifique gérant chaque réalisation.

Dès lors que la phase de R&D scientifique s'achève, les principes suivants sont appliqués (dans la mesure du possible) pour fournir aux utilisateurs les meilleurs logiciels :

- \* Le code scientifique reste celui produit par les scientifiques eux-même ;
- \* Les ingénieurs se chargent du codage ou couplage des codes scientifiques, du développement des interfaces graphiques, de la gestion des Beta-testeurs et de la mise à disposition des logiciels aux utilisateurs ;
- \* Des versions sont mises en ligne aussitôt que de nouvelles fonctionnalités majeures sont validées et documentées par les groupes.

Cette méthode a été mise en place avec succès dans le groupe 'Ajustement de Modèles' pour LITpro. Elle allie le meilleur de chaque acteur tant scientifique que technique. De plus une réunion mensuelle des PIs fait état :

- \* d'un point sur chaque groupe de travail ;
- \* de l'activité support utilisateurs ;
- \* d'échanges d'informations générales.

Y assistent, l'ensemble des PIs de groupe, les membres de l'équipe technique, l'équipe support utilisateur, et d'autres personnes clés et invitées.

Le groupe technique se réunit chaque semaine pour faire le point sur les développements en cours. Le plus souvent le planning de l'équipe technique est fixé à l'échéance de un ou deux mois pour les sous-tâches des grandes lignes affichées par chaque groupe (qui elles peuvent s'étaler sur un an au plus).

A cela s'ajoutent les activités transverses comme la maintenance des systèmes et serveurs, le traitement des incidents et la gestion quotidienne des activités. Ces actions de gestion et maintenance du service JMMC représentent une part significative des moyens ingénieurs ( $\approx 1$  homme.an).

Concernant l'émergence de nouvelles thématiques ou besoins, la mise en place de nouveaux projets à l'initiative de la communauté est possible. Mais étant donnés les moyens à notre disposition, ces efforts doivent cependant rester de petite taille, pour demeurer compatibles avec le reste des activités en cours. Ces initiatives se concrétisent souvent sous la forme de prototypes de validation du concept étudié (par exemples : base de données de publications, base de données de fichiers OIFits, développement techniques VO).

## 2.2 Jouvences

Le JMMC a développé des services et une expérience à un niveau de qualité qui pourraient être enregistrés officiellement au niveau de l'Observatoire Virtuel. Cela implique une charge importante au niveau de l'équipe technique.

Voici une liste non-exhaustive de ce qu'il paraît pertinent d'envisager pour améliorer la structure au niveau du centre technique :

- \* Mettre en place un serveur de développement
- \* Améliorer le temps nécessaire au remplacement par le clone du serveur principal
- \* Mettre en place de la redondance géographique
- \* Installer un serveur LDAP
- \* Compléter le système de métrologie/surveillance/statistique d'accès aux logiciels
- \* Mettre en place un outils de gestion d'incidents pour suivre les bugs et demandes d'évolutions.

## 2.3 Moyens

Historique des moyens ITA du JMMC du Centre de réalisation (personnels "LAOG")

nom	type	durée
<b>Présent</b>		
Sylvain Lafrasse	IE CNRS	depuis 2006
Guillaume Mella	IR CNRS	depuis 2008
<b>Passé</b>		
Ludovic Saugé	CDD	6 mois en 2006
Sylvain Cetre	CDD	mai 2004→Juillet 2007
Evelyne Altariba	CDD	Sep 2006→Nov 2008
Laurent Bourgès	CDD	Sep 2009→Avr 2011
Gerard Zins	IR CNRS	2004→fin 2007
Laurence Gluck	IR CNRS	2004→Oct 2007
Guillaume Mella	CDD	2002→2007
<b>Stagiaires (niveau IUT ou +)</b>		
Brice Colucci	Stagiaire	3 mois 2008
Nicolas Hofmann	Stagiaire	3 mois en 2009
Samuel Prette	Stagiaire	3 mois en 2009



Par ailleurs le groupe technique a aussi bénéficié de l'appui des personnes suivantes :  
Clementine Bechet (CRAL, CDD CNES et JMMC) ; Quynh Nhu NGuyen (IE LESIA CDD, dont 6 mois financement JMMC) ; Jean-Michel Clausse (OCA, moyens propres), Damien Mattei (OCA, moyens propres), Yannick Vandershueren (OCA, moyens propres), Philippe Bério (OCA, moyens propres).

### 3 Les groupes de R&D

Le conseil scientifique du JMMC a très tôt identifié 4 types de logiciels nécessaires à la pratique de l'interférométrie par des spécialistes ou des non spécialistes.

Il faut d'abord un logiciel pour préparer les observations (ASPRO), c'est à dire etudier sa faisabilité en fonction de l'objet de science, de la configuration géométrique de l'interféromètre, de l'instrument et des objectifs scientifiques recherchés. Il faut ensuite calibrer les observations et donc un logiciel capable de sélectionner des calibrateurs interférométriques (SearchCal), c'est à dire des objets ponctuels ou dont on connaît précisément le diamètre. Ces 2 logiciels permettent principalement (mais pas uniquement) de préparer et de soumettre les demandes de temps d'observation. Pour répondre à ces besoins, deux groupes de R&D ont été créés en 2001 et 2002 dans le cadre du JMMC :

- le groupe ASPRO (principalement Gilles Duvert) a fournit aux utilisateurs la première version dudit logiciel en février 2002, en phase avec les développements du VLTI et de son premier instrument, VINCI. En septembre 2010, ASPRO2 le successeur d'ASPRO a été livré à la communauté.
- le groupe SearchCal (PI D. Bonneau) a délivré la première version de son logiciel de recherche de calibrateurs pour objets brillants en février 2004 et la deuxième version pour objets faibles en septembre 2007. Ce logiciel a aussi permis de fournir des produits dérivés sous forme de catalogues de calibrateurs (JSDC)

Une fois les observations effectuées, il faut les réduire avec des logiciels de traitement de données fournis en principe par l'ESO s'il s'agit de l'un de ses instruments (il est toutefois notoire de constater que la dernière version du logiciel de traitement des données de l'instrument Amber du VLTI est fournie aux utilisateurs par le JMMC). Les observations interférométriques réduites se présentent sous la forme de visibilité, clôtures de phase et phases différentielles, c'est à dire sous la forme d'observables difficiles à interpréter sans modèles. Il faut 2 types de logiciels pour pouvoir interpréter ces observables suivant que le remplissage du plan (u,v) permettent ou non de reconstruire l'image. Si ce remplissage est trop dilué, l'utilisation de modèles géométriques plus ou moins compliqués s'impose. Dans le cas contraire il faut un logiciel de reconstruction d'images. Pour répondre à ces besoins, 2 autres groupes de R&D ont été créés en 2004 dans le cadre du JMMC et du JRA4 d'Opticon.

- Le groupe Model Fitting (PI I. Tallon-Bosc) a fourni aux utilisateurs la première version du logiciel LITpro d'ajustement de modèles aux observables interférométriques en octobre 2009.
- Le groupe reconstruction d'images fournira aux utilisateurs, probablement en 2011, le logiciel WISARD développé par l'ONERA.

Un cinquième groupe de R&D a été créé en juin 2006 pour l'instrument Amber, avec pour mission de maintenir l'évolution du logiciel de traitement de données en phase avec l'évolution de l'instrument et de fournir aux utilisateurs une version optimisée après quelques années d'opération. Ce qui fut dit fut fait, la version 3 du logiciel de traitement des données de l'instrument Amber, Amdlib3, a été fournie aux utilisateurs en juillet 2010.

### 3.1 Groupe ASPRO

**Membres du groupe** : G. Duvert (LAOG, P.I.), D. Mourard (OCA-FIZEAU), JP. Berger (LAOG), L. Bourguès (LAOG), S. Lafrasse (LAOG), JB. Lebouquin (LAOG), F. Malbet (LAOG), G. Mella (LAOG)

**Beta testers** : JL. Monin (LAOG), K. Perraut (LAOG)

**Anciens membres** : G. Duchêne (LAOG), H. Beust (LAOG)

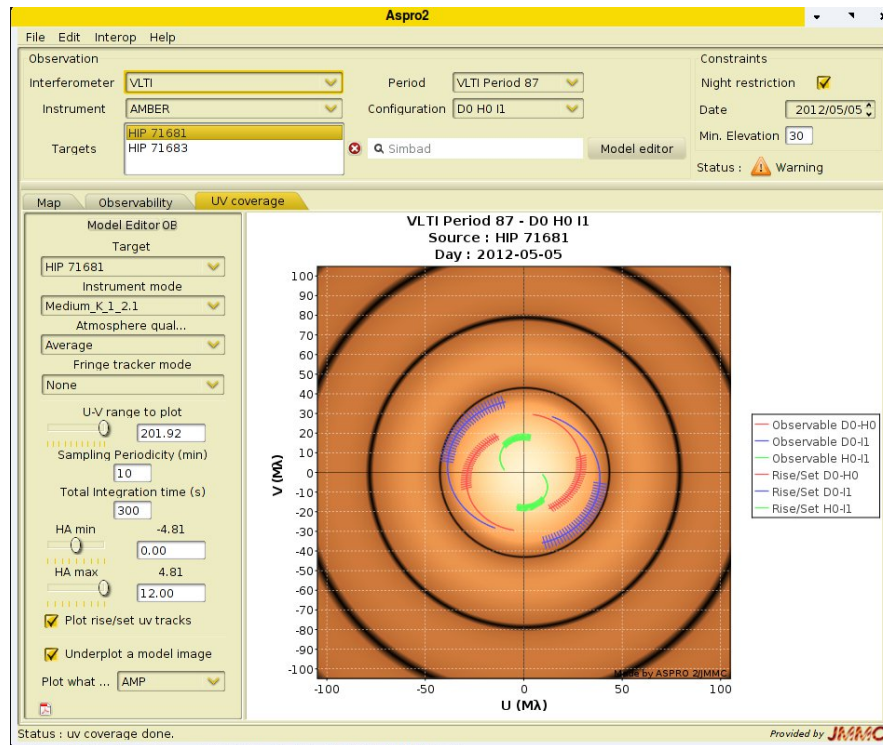


FIG. 2 – Un aspect de l'interface utilisateur de ASPRO2

#### 3.1.1 Introduction

Le groupe "ASPRO", du nom de son projet phare, rassemble le support scientifique et technique du premier logiciel distribué par le JMMC<sup>1</sup>, ASPRO (Astronomical Software to PRepare Observations). ASPRO, qu'on ne présente plus, est un logiciel de préparation d'observations interférométriques basé sur un simulateur : simulation des conditions d'observation (atmosphère), simulation des aspects géométriques de l'observation dus aux positions respectives des télescopes, de l'objet observé, et des délais optiques des lignes à retard, simulation des divers bruits de mesure spécifiques des instruments, simulation des objets d'étude (modèles analytiques et utilisateur)... ASPRO permet d'estimer la faisabilité des observations, que ce soit en terme d'observabilité des objets qu'en terme de sensibilité instrumentale et même en terme d'adéquation des conditions de mesure avec les performances requises pour une bonne exploitation scientifique.

#### 3.1.2 Activités 2007-2010

Pendant la période, l'activité autour d'ASPRO a principalement consisté en la maintenance du logiciel, notamment par les modifications apportées au programme pour "coller" aux paramètres des "Call for Proposal" (performances instrumentales et configurations observationnelles) de l'ESO pour les instruments AMBER et MIDI. Les actions effectuées sont décrites sur la page

<http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr/twiki/bin/view/Jmmc/Software/AsproReleaseNotes>.

<sup>1</sup>Dès 2002, le logiciel était disponible dans la version initiale apportée par le PI du groupe.

Date	No version	Caractéristique
16 Février 2010	0.1	observabilité et plan UV
5 Avril 2010	0.2	modèles analytiques
19 mai 2010	0.3	Observing Blocks MIDI & AMBER
15 Juin 2010	0.4	distribution aux beta-testers. Observing Blocks VEGA, plan des Interferomètres, nouveaux modèles analytiques
6 Septembre 2010	0.5	première distribution publique, Simulation des observations (OI-FITS) et modèles de bruit.
5 Octobre 2010	0.6	“Official Release”, instruments CHARA, corrections diverses

TAB. 1 – Liste des versions de ASPRO 2

Parallèlement, un travail sur l'évolution de l'interface graphique de ASPRO avait été menée durant le stage en 2008 de Samuel Prete. Suite aux recommandations du CS du JMMC, un CDD IR informaticien (L. Bourgès) a été financé à partir de septembre 2009 et le groupe a travaillé sur un nouvel outil autonome<sup>2</sup>, regroupant l'ensemble des propriétés de ASPRO, interopérable avec les autres logiciels présents et futurs du JMMC, facilement extensible à de nouveaux interféromètres et instruments.

Le développement de cet outil, nommé ASPRO 2, s'est poursuivi depuis, avec une méthode de développement (“Xtreme-Programming” / Agile) basée sur l'interaction rapide entre les développeurs et un petit groupe de chercheurs-utilisateurs. Il se fait dans un effort de modularisation et d'interopérabilité des produits JMMC : ASPRO2 utilise des modules de la librairie JMCS développée par le JMMC, et est interopérable avec SearchCal et LITpro.

L'évolution du produit est très rapide (voir table 1). Les améliorations entre versions sont très nombreuses et sont listées sur <http://www.jmmc.fr/aspro2/releasenotes.htm>.

A ce jour ASPRO2 a repris la majeure partie des fonctionnalités de ASPRO (qui continue à être maintenu). La liste complète des fonctionnalités de ASPRO2 est disponible sur la page [http://www.jmmc.fr/aspro\\_page.htm](http://www.jmmc.fr/aspro_page.htm). Il est à noter qu'outre son ergonomie, ASPRO2 a sur ASPRO l'avantage très apprécié des utilisateurs de pouvoir générer des “Observing Blocks” pour les instruments VLT/AMBER, VLT/MIDI et CHARA/VEGA.

Comme ASPRO 2 a été livré à la communauté début septembre 2010, il a été utilisé pour préparer à la fois des “Calls for Proposal” pour l'ESO et pour CHARA dont les “deadlines” tombaient le 30/10/2010.

### 3.1.3 Prospective

Le programme de développement consiste à porter dans ASPRO2 les fonctionnalités de ASPRO qui n'y sont pas encore, notamment :

- Modèles utilisateurs
- Explorateur de OI-FITS
- Superposition de configurations
- Calcul de sensibilités instrumentales pour Matisse, Pionier, etc...
- Support aux utilisateurs / Documentation / Corrections

L'explorateur de OI-FITS a été identifié comme un besoin commun à plusieurs applications du JMMC, il sera donc développé comme un projet séparé, interopérable avec ASPRO 2, LITpro, etc... Avec le reste des fonctionnalités à rajouter, et le support pour tous les interféromètres et instruments de la communauté, le travail jusqu'à la version 1.0 de ASPRO2 devrait se poursuivre au moins pendant 8 mois.

ASPRO2 devrait rapidement suppléer ASPRO. Il est officiellement proposé comme outil de préparation CHARA par le NOAO. Son interopérabilité et ses caractéristiques techniques nous permettent de le proposer

<sup>2</sup>ASPRO est un logiciel client-serveur qui nécessite une connexion avec le serveur du JMMC pour fonctionner, tandis que ASPRO 2 s'exécute directement sur le poste de l'utilisateur

comme outil officiel de préparation des observations du VLTI, y compris pour le travail quotidien des AOD réalisant les observations en "service mode" sur les instruments AMBER et MIDI.

### 3.1.4 Publications liées à la R&D du Groupe

1. Duvert G., Bério P., 2001, SF2A Conference series, p.607
2. Duvert G., Bério P., Malbet F., 2002, SPIE, 4844, 295
3. Duvert, G., 2003, EAS Publications Series, Volume 6, pp.35
4. Mella G., Duvert G., 2004, SPIE, 5496, 582
5. Duchene, G., Berger, J-P., Duvert, G., Zins, G., Mella, G., 2004, SPIE, 5491,611
6. Duchene, G., Berger, J-P., Zins, G., Duvert, G., 2004, SF2A Conference series, p 149.
7. Duchene, G., Duvert, G., 2007, New Astronomy Reviews, 51, pp. 650-657.
8. Bourgès, L., Duvert, G., Mella, G., Lafrasse, S., 2011, ADASS XX conference series, in print.

## 3.2 Groupe "Calibrateurs"

### Projets

1. Développement de l'outil "SearchCal"
2. Catalogue de calibrateurs autour des étoiles à exoplanètes
3. Catalogues JMMC-CDS et JMMC-ESO
4. Catalogue des mauvais calibrateurs

### Membres actifs en Juillet 2010

nom	institut	téléphone	projet
<b>Groupe Scientifique</b>			
Daniel Bonneau	OCA-Fresnel	04 93 40 54	1-2-3
Hervé Beust	LAOG	04 76 63 58 99	2
Olivier Chesneau	OCA-GEMINI	04 93 40 53 40	1 (N Band)-4
Pierre Cruzalebes	OCA-GEMINI	04 93 40 53 29	1
Xavier Delfosse	LAOG	04 76 63 55 10	1-3
Gilles Duvert	LAOG	04 76 51 48 85	1-2-3-4
Denis Mourard	OCA-GEMINI	04 93 40 53 65	1-2
Alain Chelli	LAOG	04 76 63 58 37	Dir JMMC -2
<b>Soutien Technique</b>			
Gilles Duvert	LAOG	04 76 51 48 85	
Guillaume Mella	LAOG	04 76 68 58 22	
Sylvain Lafrasse	LAOG	04 76 63 55 30	

### 3.2.1 Activité 2007-2010

#### SearchCal

L'exploitation du logiciel de recherche de calibrateurs SearchCal objets brillants ("bright", magnitude  $K < 5$ ) délivré en 2004 et, intégré dans ASPRO a été poursuivie. L'année 2007 est marquée par la mise en service d'un **nouvel IHM** pour rendre SearchCal utilisable à travers un portail Web au standard de l'Observatoire virtuel ([http://www.jmmc.fr/searchcal\\_page.htm](http://www.jmmc.fr/searchcal_page.htm)) et par la fourniture de la première version publique de SearchCal objets faibles ("faint") permettant de trouver des calibrateurs de magnitude  $K > 5$

The screenshot shows the SearchCal software interface. At the top, there are tabs for 'File', 'Edit', 'Query', 'Calibrators', 'Interop', and 'Help'. Below the tabs, there are three main sections: '1) Instrumental Configuration', '2) Science Object', and '3) SearchCal Parameters'. The 'Science Object' section is active, showing parameters for 'G. eps peg' with RA 21:44:11.1581 and DEC +09:52:30.041. The 'SearchCal Parameters' section shows 'Min. Magnitude (K): 0.0' and 'Max. Magnitude (K): 3.0'. Below these sections is a 'Found Calibrators' table with columns for index, dist, HD, RA2000, DEC2000, vis2, vis2Err, diam vk, e diam vk, UD V, UD I, and UD H. The table lists 20 calibrators. Below the table is a 'Filters' section with various checkboxes and input fields for filtering results. At the bottom, there is a status bar that says 'Status: searching calibrators... done.' and a logo for JMMC.

index	dist	HD	RA2000	DEC2000	vis2	vis2Err	diam vk	e diam vk	UD V	UD I	UD H
1	7.191	209747	22 05 40...	+09 03 3...	0.437	0.054	2.475	0.171	2.291	2.269	2.288
2	7.475	206850	21 44 30...	+17 21 0...	0.476	0.052	2.354	0.162	2.18	2.27	2.288
3	8.413	202447	21 15 49...	+05 14 5...	0.731	0.032	1.558	0.108	1.46	1.511	1.521
4	8.604	206445	21 42 10...	+01 17 0...	0.668	0.006					
5	9.291	201288	21 08 28...	+06 59 2...	0.493	0.01	2.591	0.179	2.365	2.48	2.5
6	10.74	200644	21 04 34...	+05 30 1...	0.471	0.008					
7	11.271	203504	21 22 05...	+19 48 1...	0.474	0.01	2.426	0.167	2.233	2.332	2.351
8	12.001	202445	22 27 51...	+04 41 4...	0.71	0.035	1.627	0.112	1.498	1.564	1.577
9	14.875	213051	22 28 49...	-00 01 13...	0.875	0.016	1.024	0.071	0.97	0.958	1.014
10	15.507	215648	22 46 41...	+12 10 2...	0.854	0.019	1.114	0.077	1.05	1.083	1.09
11	16.944	198524	20 37 32...	+14 35 4...	0.821	0.023	1.241	0.086	1.175	1.21	1.217
12	20.2	217459	23 00 42...	+03 00 4...	0.742	0.006	1.338	0.092	1.223	1.282	1.292
13	20.36	218945	23 04 45...	+15 12 1...	0.924	0.01	0.792	0.055	0.759	0.778	0.782
14	20.414	218229	23 07 00...	+09 24 3...	0.037	0.026	4.382	0.302	3.991	4.199	4.214
15	20.727	217264	22 59 27...	+00 57 4...	0.855	0.004	1.269	0.088	1.168	1.22	1.23
16	21.811	189579	20 20 21...	+17 47 3...	0.617	0.009	2.026	0.14	1.85	1.939	1.955
17	24.237	220009	23 20 20...	+05 22 5...	0.61	0.007	2.093	0.144	1.918	2.007	2.024
18	25.495	189695	20 00 58...	+08 33 2...	0.607	0.007	2.056	0.142	1.877	1.968	1.984
19	25.881	221115	23 29 09...	+12 45 3...	0.727	0.033	1.571	0.108	1.453	1.514	1.526
20	26.913	220054	23 27 58...	+06 22 4...	0.697	0.007	2.072	0.143	1.907	1.992	2.008

FIG. 3 – Un aspect de l'interface utilisateur de SearchCal avec la liste des calibrateurs de  $\epsilon$  Peg dans un champ de  $20 \times 20$  degrés

en prévision de l'amélioration des performances des instruments interférométriques (notamment de AMBER et PRIMA sur le VLTI).

Des tests ont été effectués pour vérifier la cohérence des résultats fournis par les versions "bright" et "faint" dans le domaine de magnitude  $K=4-7$  et une étude détaillée a été faite pour évaluer les effets de l'absorption interstellaire sur la valeur calculée du diamètre angulaire photométrique des étoiles dont on ne connaît a priori ni la distance ni la classe de luminosité. Un article présentant la version SearchCal "faint" : "SearchCal : a Virtual Observatory tool for searching calibrators in optical long baseline interferometry. II : The faint object case" par D. Bonneau, X. Delfosse, D. Mourard, S. Lafrasse, G. Mella, S. Cetre, J.-M. Clausse and G. Zins, a été accepté par la revue *Astronomy & Astrophysics*.

Par ailleurs SearchCal a été le premier produit à bénéficier d'une attention particulière concernant son interface graphique. Sylvain Lafrasse a ainsi initié la mise en place d'un socle commun dont bénéficient aussi aujourd'hui les logiciels Aspro2 et LITpro. Ce travail d'homogénéisation des logiciels a été très largement apprécié par les utilisateurs. Il a donné naissance à une librairie nommée JMCS. Cette librairie intègre de nombreuses fonctionnalités et devrait être distribuée au public sous une version communautaire.

### Catalogue de Calibrateurs pour Astrométrie Différentielle

L'astrométrie différentielle est une technique qui offre la possibilité de rechercher des exoplanètes autour d'étoiles brillantes. Cette technique est complémentaire de la technique de vélocimétrie, car elle est sensible aux longues périodes. C'est un des modes expérimentaux de plusieurs projets à venir, en particulier de l'expérience PRIMA du VLTI qui sera bientôt en service. Pour rechercher des éventuelles exoplanètes autour d'une étoile donnée avec PRIMA, il sera impératif de disposer d'un objet (en général faible) de référence appelé calibrateur dans le champ de l'instrument, soit 1 minute d'arc. Parmi les premières cibles de PRIMA, on trouvera les étoiles autour desquelles une ou plusieurs exoplanètes ont déjà été découvertes. En effet, on pourra ainsi confirmer les planètes, préciser les éléments orbitaux inconnus et rechercher des planètes à longue période.

Afin de guider un observateur potentiel dans le choix de ses cibles, nous avons entrepris d'utiliser le logiciel SearchCal du JMMC afin de rechercher de manière automatique des calibrateurs dans un rayon de 1



minute d'arc autour de toutes les étoiles ayant au moins une exoplanète connue (PI H. Beust). Ceci se fait par interrogation des catalogues en ligne et produit pour chaque étoile une liste de calibrateurs rassemblés dans une table. Un de nos objectifs a été d'automatiser au maximum cette table, dans la mesure où le catalogue d'exoplanètes est en constante évolution. C'est ce qui a été réalisé dans les 2 dernières années. Aujourd'hui, la table est générée automatiquement en quelques minutes. Un travail de filtrage des calibrateurs en fonction de critères comme la cohérence des diamètres photométriques a également été réalisé. Ce travail a fait l'objet d'un article "On the use of the Virtual Observatory to select calibrators for phase-reference astrometry of exoplanet-hosting stars", H. Beust, D. Bonneau, D. Mourard, S. Lafrasse, G. Mella, G. Duvert and A. Chelli, qui vient d'être accepté par la revue MNRAS. La page web de la table sera bientôt rendue publique.

A terme, le but de ce travail est de fournir aux utilisateurs un service interactif de recherche de cibles avec calibrateurs, sur la base de critères qu'ils définiront. Le but est aussi d'étendre ce travail à des catalogues beaucoup plus conséquents que le catalogue d'exoplanètes, comme des catalogues d'étoiles jeunes par exemple.

## Collaboration ESO

Une collaboration avec l'ESO s'est engagée en 2007 en ces termes :

Following the ESO/JMMC Joint Advisory Committee of 26 Oct 2007 it was decided to :

1. Set up a closer collaboration between the JMMC calibrator group and the ESO science staff on the problem of calibrators for the VLTI and its future evolutions. It was proposed to institute a yearly joint JMMC-ESO workshop, whose first venue will be dedicated to Calibrators (to be held between March and June 2008). M. Wittkowski and D. Bonneau are proposed to chair this workshop. The workshop should permit the sharing of experience among attendees and provide recommendations on the best way to find, certify, use, and handle data calibrated with, calibrators.
2. Work on a preparation tool for calibrator search, fulfilling a list of requirements described during the meeting.

La première réunion du "ESO/JMMC Joint Advisory Committee" s'est tenue sous forme de Workshop (12 participants) le 26/10/2007 à Nice. **Une collaboration a été engagée avec l'ESO** afin de fournir une liste de calibrateurs pour les observations VLTI. Dans ce cadre, trois documents ont été produits :

1. "VLTI : Scientific User Requirements for a next generation ESO/JMMC calibrator tool" (VLT-SPE-ESO-19600-4654 du 18/08/2008). Ce document décrit les besoins des utilisateurs en terme de recherche et selection des calibrateurs.
2. "VLTI : Calibrator Tools - Specification Document" (JMMC-SPE-2610-0001 du 14/12/2009. Ce document, décrit les fonctionnalités et la présentation des résultats fournis par un outil de recherche de calibrateur.
3. "JMMC : How to Compute Uniform-Disk Diameters From Limb Darkened Diameters ?" du 14/01/2010. Ce document décrit une méthode de calcul pour chaque calibrateur des valeurs du diamètre de disque uniforme dans les bandes spectrales (B, V, R, I, J, H, K) à partir de la valeur du diamètre photométrique de disque assombrie et du type spectral de l'étoile fournis par SearchCal.

Nous avons produit courant 2010 une liste de calibrateurs observables depuis l'ESO. Cette liste est maintenant officiellement fournie par l'ESO aux utilisateurs du VLTI.

Nous avons également entrepris de créer au moyen de SearchCal un catalogue de diamètres stellaires couvrant tout le ciel et mis à la disposition de la communauté via le CDS. C'est ainsi que le "**JMMC Stellar Diameter Catalog**" (JSDC) est depuis le 18/06/2010 disponible sur le **service VizieR** du **CDS** sous le nom II/300/jsdc. ([http://www.jmmc.fr/catalogue\\_jsdc.htm](http://www.jmmc.fr/catalogue_jsdc.htm)). Ce catalogue a fait l'objet d'une présentation lors de la conférence SPIE Telescopes and Instrumentation, 27/06-02/07/2010 de San Diego : "Building the 'JMMC Stellar Diameters Catalog' using SearchCal", par S. Lafrasse, G. Mella, D. Bonneau,

G. Duvert, X. Delfosse, O. Chesneau and A. Chelli.

La nécessité d'identifier les étoiles reconnues comme "mauvais calibrateurs" à l'issue d'observations interférométriques nous a conduit à la création d'un outil permettant de gérer une liste de mauvais calibrateurs et aussi de pouvoir trouver ceux qui ont été identifiés dans un champ déterminé autour d'un objet de science. Cet outil a été développé comme une base de donnée aux standards de l'Observatoire Virtuel à partir de la liste initialement créée par le Groupe de Travail d'Interférométrie optique de l'UAI (J.D. Monnier à l'Université du Michigan puis C. Hummel de l'ESO). Depuis le 14/06/2010 on peut se connecter "**Dynamic VO-Compliant Bad Calibrators Catalogue for optical interferometry**" à l'adresse : <http://apps.jmmc.fr/badcal/>

### 3.2.2 Programme de travail 2011 - 2014

Dans les années à venir, des améliorations devraient être apportées à l'outil SearchCal :

- pour tenir compte de l'évolution des performances des interféromètres en terme de longueur de base et de magnitude limites dans les bandes spectrales d'observation.
- pour répondre aux nouveaux besoins des utilisateurs

Cela pourrait impliquer plus particulièrement :

- la **meilleure prise en compte de l'absorption interstellaire** et de son effet sur l'estimation du diamètre angulaire des calibrateurs. L'absorption interstellaire peut apparaître comme une limitation pour de la recherche de calibrateurs dans certaines régions du ciel (centre galactique, régions de formation stellaire). Pour les futures observations à grandes bases il va être également nécessaire de réfléchir à son traitement le plus propre possibles.
- **L'amélioration de l'estimation du diamètre angulaire** des calibrateurs proposés par SearchCal. Avec l'allongement des bases utilisables et l'accroissement de la sensibilité des instruments (augmentation de la magnitude limite) nous atteindrons les limites de précisions de nos méthodes de détermination des diamètres via la seule photométrie. La question qui va se poser, et sur laquelle il faudra travailler, est à partir de quelles longueurs de base et de sensibilité nous ne pourrons plus être au spécifications et, si la seule amélioration des relations sera suffisante ou si le développement d'une nouvelle approche sera nécessaire. Pour les calibrateurs partiellement résolus (ce qui arrivera souvent aux grandes bases), l'information du diamètre seul ne sera pas suffisante pour calibrer les visibilités de façon absolue. Il faudrait peut-être envisager de fournir des paramètres d'assombrissement moyens dans les bandes d'observation, par exemple avec des modèles tels que MARCS ou KURUCZ.
- le **calcul des diamètres angulaires précis** pour les calibrateurs sélectionnés par l'utilisateur. Remise en service la variante de SearchCal appelée GetStar qui permet de récupérer toutes les informations connues du CDS sur une étoile, notamment sa photométrie depuis l'UV jusqu'à la bande Q, ainsi que les valeurs de son diamètre estimé à partir de la photométrie et/ou mesuré (occultation lunaire, OLBI).
- Fournir une **information statistique de multiplicité** potentielle des calibrateurs. Ceci permettrait de lever une limitation des versions actuelles de SearchCal qui est le manque d'information sur la possibilité que les calibrateurs proposés soient tout de même des étoiles multiples.
- **Adaptation de SearchCal aux besoins spécifiques des instruments focaux** (PRIMA, VLTI 2, VEGA, etc.).

### 3.2.3 Publications liées à la R&D du Groupe

1. Lafrasse S., Mella G., Bonneau D., Duvert G., Delfosse X., Chelli A., 2010, (yCat=JSDC catalog), 2300
2. Lafrasse, S., Mella, G., Bonneau, D., Duvert, G., Delfosse, X., Chesneau, O., & Chelli, A. 2010, SPIE, 7734,

3. Cruzalèbes, P., Jorissen, A., Sacuto, S., & Bonneau, D. 2010, *A&A*, 515, A6
4. Bonneau, D., et al. 2008, *The Power of Optical/IR Interferometry : Recent Scientific Results and 2nd Generation*, 563
5. Duvert, G., & Bonneau, D. 2007, *New Astronomy Reviews*, 51, 623
6. Bonneau, D., et al. 2006, *A&A*, 456, 789
7. Delfosse, X., & Bonneau, D. 2004, *SF2A-2004 : Semaine de l'Astrophysique Française*, 181
8. Bonneau, D., Clausse, J.-M., Delfosse, X., Duvert, G., Borde, P., Mourard, D., Berio, P., & Cruzalebes, P. 2004, *SF2A-2004 : Semaine de l'Astrophysique Française*, 177
9. Bonneau, D., Clausse, J.-M., Delfosse, X., Duvert, G., Borde, P., Mourard, D., Berio, P., & Cruzalebes, P. 2004, *SPIE*, 5491, 1160

### 3.3 Groupe Model Fitting

**Membres du groupe :** Isabelle Tallon-Bosc<sup>°\*</sup> (CRAL/AIRI), Michel Tallon<sup>°\*</sup> (CRAL/AIRI), Guillaume Mella (OSUG/LAOG), Gilles Duvert<sup>\*</sup> (LAOG), Sylvain Lafrasse (LAOG), Olivier Chesneau<sup>\*</sup> (OCA/FIZEAU), Denis Mourard<sup>\*</sup> (OCA/FIZEAU), Martin Vannier<sup>\*°</sup> (OCA/FIZEAU), Armando Domiciano de Souza<sup>\*</sup> (OCA/FIZEAU), Florentin Millour<sup>°a</sup>, Hervé Beust<sup>b</sup>.

---

<sup>a</sup>à partir de sept. 2010

<sup>b</sup>à partir d'octobre. 2010

*Durant 2007, Florentin Millour et Nicolas Nardetto (alors post-doctorants au MPI-Bonn) ont disposé du logiciel LITpro en CLI et l'ont testé. Pierre Kervella (Lesia, Meudon) a également fait partie du groupe durant cette période. En 2008, Evelynne Altariba (CDD au JMMC) commença à travailler sur la recherche du minimum global avant de quitter le LAOG en novembre pour un autre contrat.*

<sup>°\*</sup> : cf texte.

#### 3.3.1 Status en 2007 : Objectifs fixés

L'année 2007 a été une année plutôt calme, faute de personnes tant sur le plan scientifique pour tester le logiciel sur des vraies données interférométriques et pour le faire évoluer, que sur le plan technique pour travailler sur l'interface graphique (GUI). Début 2007 existait pourtant la matière, à savoir le logiciel d'ajustement LITpro (ref JMMC-PUB-2300-0003) et la toute première version de l'interface graphique écrite en JAVA par l'ingénieur Guillaume Mella, alors en CDD. Le consensus avait également été obtenu sur le choix de développer en parallèle la couche « expert » écrite en Yorick et le GUI pour une plus grande souplesse et efficacité de progression. Ce choix revêt un double caractère innovant :

1. une collaboration chercheurs/ingénieurs non commune, avec la partie experte codée par les chercheurs et le couplage avec un GUI et l'environnement utilisateur écrits par les développeurs ;
2. et l'adoption pour la première fois au JMMC d'une architecture souple et dynamique entre le GUI/Java et le moteur/Yorick, et ce grâce aux outils modernes xml<sup>3</sup> et Yeti<sup>4</sup>.

Une réunion de travail fin février avait abouti à une liste d'actions, mais celle-ci resta en suspens plusieurs mois, par manque non de volonté mais simplement de disponibilité des différents collaborateurs. Le recrutement au LAOG de Guillaume Mella, et son affectation au JMMC à l'automne allait permettre de débloquer la situation. Parallèlement, le groupe voyait sa constitution modifiée, celle du tableau ci-dessus, avec d'un côté les personnes (\*) chargées de tester le GUI au fur et à mesure de son développement et de contribuer à la rédaction de la documentation, et de l'autre celles (°) travaillant sur les corrections et améliorations logicielles de LITpro. Guillaume et Sylvain sont quant à eux les constructeurs du GUI.

---

<sup>3</sup><http://www.xml.com/>

<sup>4</sup><http://www-obs.univ-lyon1.fr/labo/perso/eric.thiebaut/yeti.html>



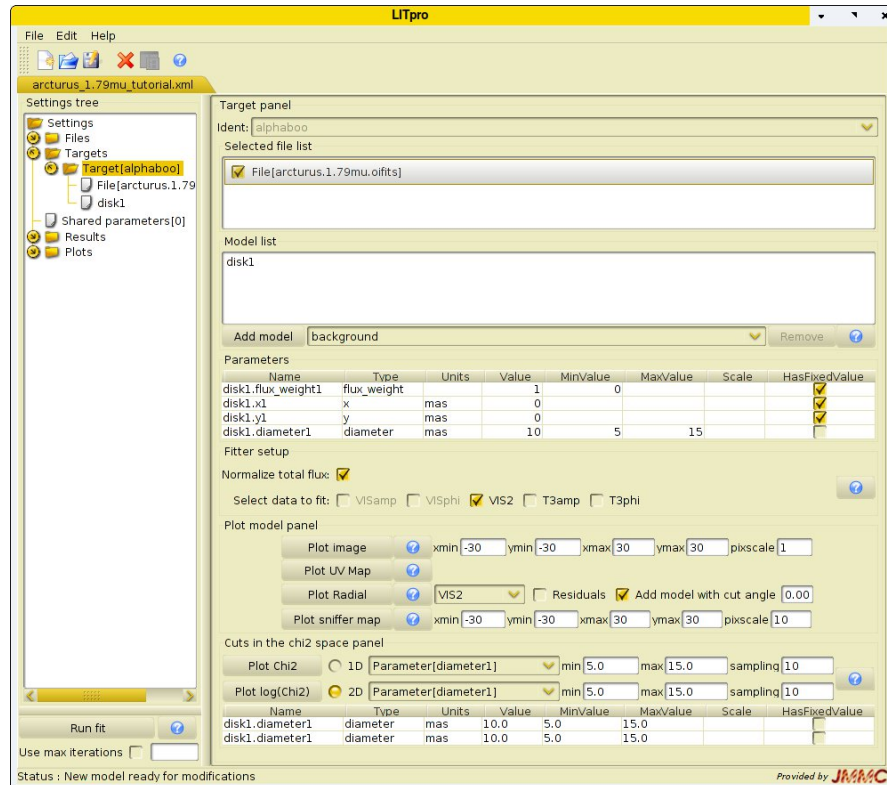


FIG. 4 – Un aspect de l'interface utilisateur de LITpro

Ainsi relancées, début 2008, les activités du groupe furent naturellement concentrées sur la mise à disposition de la communauté d'un outil performant, simple d'usage et documenté, pour ajuster sur des données interférométriques écrites dans le format OI-FITS, des modèles géométriques simples (point, disque, anneau, ellipse, gaussienne) avec ou sans assombrissement centre-bord, et combinables entre eux, et ce, dans un délai de un à deux ans. Outre la **livraison du logiciel**, l'objectif était également d'**aider l'utilisateur à mener l'ajustement**, en lui permettant par exemple d'étudier la variation du Chi2 en fonction de celle des paramètres à ajuster, et de visualiser à la fois les données, son modèle et les résultats de ses ajustements. La préoccupation de l'ensemble du groupe fut aussi de **veiller à limiter le cahier des charges du GUI** pour que l'utilisation de ce dernier reste simple, même si une fonction a généralement plus d'options lorsqu'elle est utilisée en lignes de commande, et pour que la livraison du logiciel ne soit pas sans cesse repoussée.

### 3.3.2 Fonctionnement

Vu la répartition géographique des membres du groupe, les travaux ont été initiés et suivis grâce à des réunions téléphoniques. Celles-ci ont eu lieu en moyenne tous les deux ou trois mois (4 à 5 par an).

1. Une **page Twiki** gérée au LAOG fut créée pour éditer les compte-rendus, ainsi que la liste des actions que les réunions engendraient.
2. Une **liste de diffusion** électronique, réservée aux seuls membres du groupe, a également été créée courant 2008 pour faciliter, entre deux réunions, la circulation d'informations et les échanges de problèmes rencontrés lors des tests, et des idées pour les résoudre.
3. Une **page web de partage de données** a été ouverte pour tous pour faciliter les tests de LITpro, sur laquelle ont été mises des données issues des interféromètres MIDI, AMBER ou IOTA, et des données simulées, celles des différents *Interferometric Imaging Beauty Contest*.
4. Une **page commune de « retour d'expériences »** fut aussi créée pour que chacun puisse, sur un jeu de données partagées, faire part du meilleur ajustement qu'il a obtenu ou des problèmes qu'il a rencontrés.

Le bilan de ce mode de fonctionnement est positif car il a permis d'atteindre les objectifs (cf. 3.3.3). Certes, la page Twiki n'a pas été consultée comme elle aurait pu l'être, mais elle a permis un archivage précieux des compte-rendus des réunions et des actions que ne permet pas la liste de diffusion qui elle, apporte plus l'interactivité, essentielle également. Les pages de partage de données et de retour d'expériences gagneraient également à être enrichies .

Un tel type de fonctionnement est peu coûteux. Des missions ont été néanmoins nécessaires pour l'organisation de réunions de travail, sur une ou plusieurs journées, une générale du groupe à Lyon en février 2007 et les autres bilatérales (venue des grenoblois à Lyon fin 2007 et courant 2008, venue de P. Kervella à Lyon en 2007 venue de M.Vannier à Lyon en 2008). Montant total : 2 keuros environ sur 3 ans.

Aucun équipement n'a été budgétisé : LITpro est développé sur les machines de l'équipe AIRI et est accessible via CVS par l'équipe du GUI.

### 3.3.3 Résultats obtenus

Les objectifs fixés, à savoir, la livraison d'un logiciel d'ajustement, l'aide à l'utilisateur détenteur de données oifits pour mener son ajustement, et la mise à disposition d'une interface graphique simple d'usage ont été atteints. Ils l'ont été au cours de différentes étapes :

– **Premier test public : rencontres JMMC les 2-3 avril 2009 à Grenoble**

Avant d'opérer la livraison « officielle », il nous est apparu nécessaire de faire découvrir le logiciel et son interface graphique à un public « averti », celui du JMMC. Un atelier a été organisé et le retour des testeurs extérieurs au groupe et donc sans a priori, a permis d'améliorer la première version livrable.

– **Livraison du logiciel : le 5 octobre 2009, annoncé sur les forums Olbin, HRA et SF2A**

La page de LITpro, [http://www.jmmc.fr/litpro\\_page.htm](http://www.jmmc.fr/litpro_page.htm), permet à l'utilisateur de savoir en quoi consiste le logiciel, rapidement, grâce à un petit film de démonstration, ou plus en détail, avec différents documents dont un manuel utilisateur et des exemples pédagogiques. Il peut télécharger l'application, dotée d'une aide en ligne. En l'exécutant sur un de ses fichiers de données, il constatera de suite que le format de ce dernier aura été automatiquement testé, grâce au validateur de données OI-FITS<sup>5</sup> réalisé par l'équipe technique du JMMC. C'est en effet une étape indispensable avant d'entreprendre la construction du modèle puis son ajustement aux données. L'utilisateur est invité à partager son expérience via un « LITpro forum ». A l'heure actuelle, un seul utilisateur extérieur, un étudiant allemand du MPI-Heidelberg, a utilisé ce forum.

– **Livraison de l'outil « Iper » : le 25 mars 2010, annoncé sur les forums Olbin, et HRA**

Durant la conférence UAI en août 2009, la commission 54 (Interférométrie optique et infra-rouge) a émis le besoin d'un outil simple, 'une ligne de commande', qui permette de voir si des données, ou plus précisément, des visibilités carrées calibrées, sont ajustables ou non par un modèle de disque uniforme. Le groupe a réagi à cette demande en créant et diffusant le logiciel Iper [http://www.jmmc.fr/iper\\_page.htm](http://www.jmmc.fr/iper_page.htm)<sup>6</sup>.

– **Ecole VLTI : du 17 au 28 avril 2010, à Porquerolles.** Réalisation d'un cours et d'une séance de travaux pratiques sur l'ajustement de modèles avec LITpro.

La préparation des exercices et leur résolution par les étudiants ont permis de lister des améliorations à apporter tant au GUI qu'à LITpro. La nouvelle version qui en a découlé, avec mise à jour de la documentation associée, fut livrée le 21 juillet : elle devrait restée stable et ne connaître que des ajouts mineurs.

<sup>5</sup>[http://www.jmmc.fr/oival\\_page.htm](http://www.jmmc.fr/oival_page.htm)

<sup>6</sup>choix du nom Iper basé sur un jeu de mot : Call Iper pour Calliper, mot anglais pour pied-à-coulisse.

**Taux d'utilisation** : l'utilisation du logiciel LITpro est encore modeste, mais on constate une augmentation de l'utilisation du logiciel depuis sa mise à disposition. 4 articles de rang A ont déjà utilisé LITpro pour produire une partie de leurs résultats.

### 3.3.4 Prospective à 4 ans

Les actions à mener peuvent être réparties en trois classes : le suivi, la promotion et la R&D. Leur déroulement et leur aboutissement dépendent des forces humaines associées à chacune d'elles.

Le suivi consiste à assurer la pérennité du logiciel et de son GUI actuels, sans leur faire subir de gros changements. Cela implique de réagir rapidement aux questions des utilisateurs, apporter si besoin de petites améliorations (par ex. ajouter un bouton d'ajustement sur une fonction, déjà présent en mode CLI), corriger les bugs qui pourront apparaître avec l'augmentation du nombre d'utilisateurs et améliorer la robustesse du logiciel. Parallèlement, il faudrait enrichir le retour d'expérience et le partage des données. A court terme, des améliorations sont à apporter sur :

- la rapidité du fit via le GUI, à augmenter (cela passe par l'amélioration de l'interaction client-serveur) ;
- l'outil Iper (le rendre indépendant du diamètre initial)

Pour la promotion, nous envisageons de publier un article décrivant LITpro dans un journal à referee. L'organisation d'ateliers "model fitting", au sein de la communauté nationale, peut être considérée comme une bonne solution. Au niveau international, il faut participer aux différentes écoles organisées autour de l'exploitation du VLTI.

Pour la R&D, progresser sur la recherche du minimum global est un objectif prioritaire. On enrichira le logiciel de différents algorithmes d'ajustement dont on pourra comparer les performances. Parallèlement, on sera probablement amené à enrichir les outils de visualisation. Il apparaît nécessaire de permettre l'insertion d'un modèle utilisateur, différent donc d'une fonction de la bibliothèque. Le GUI devra donc autoriser l'édition d'une fonction (en Yorick, à partir par exemple d'un template), et permettre sa prise en compte par LITpro. Ces développements, déjà commencés par Guillaume et Sylvain, doivent aboutir à :

- la mise en place de standards OV pour l'accès à des données d'interférométrie optique ;
- la mise en place d'une couche d'inter-opérabilité logicielle, qui permettra en un seul clic d'échanger les informations pertinentes avec les autres logiciels du JMMC, ASPRO2 par exemple.

La R&D décrite ci-dessus n'inclut pas le passage au mode polychromatique en tant que tel, même s'il n'est pas exclu qu'une fonction utilisateur puisse être une fonction chromatique. L'ajustement de modèles chromatiques à des données multi-longueurs d'onde est partie intégrante du projet POLCA, qui comprend également la reconstruction d'images chromatiques. Il implique notamment la réalisation d'un LITpro2, basé sur les mêmes principes que LITpro mais avec un étage de lecture des données OIFits différent, des data\_blocks différents, etc. Cette recherche sera menée en ayant en tête qu'un jour, un utilisateur en dispose via un GUI comme le model fitting simple actuel. D'où les interactions qui auront lieu tout au long du projet avec l'équipe technique du JMMC. Mais elle est à distinguer de la R&D faisable dès maintenant sur LITpro.

### 3.3.5 Publications liées à la R&D du Groupe

1. Tallon-Bosc I., Tallon M., Thiébaud E., Béchet C. : **2007**, "Model fitting tutorial", **New Astron. Rev.** 51 (8-9), 697-705
2. Tallon-Bosc I., Tallon M., Thiébaud E., Béchet C., Mella G., Lafrasse S. et al. : **2008 SPIE Conference 7013 on Optical and Infrared Interferometry**, Marseille, France, June 23-28, M. Schöller, W. C. Danchi and F. Delplancke Eds., p 70131J.

### 3.4 Groupe Reconstruction d'Image

#### Membres du Groupe

nom	institut
<b>Présent</b>	
Martin Vannier	FIZEAU
Laurent Mugnier	ONERA
Gilles Duvert	LAOG
Guillaume Mella	LAOG
<b>Passé</b>	
Evelyne Altariba	LAOG

#### 3.4.1 Travail effectué

Le logiciel de reconstruction d'images WISARD, sous sa forme prototype, a été développé dans le cadre du JRA4 d'Opticon et fourni par l'ONERA au JMMC en 2008. Le groupe de R&D, dans sa forme actuelle, a été constitué en 2009. Le travail principal effectué depuis a été de reprendre puis de compléter l'interface entre Wisard et le(s) format(s) de données OIFITS. En reprenant le travail commencé par E. Altariba, nous avons ainsi développé les fonctionnalités suivantes :

- Prise en compte de fichiers à longueurs d'onde multiples. Celles-ci peuvent être réparties dans une ou plusieurs tables d'un même fichier OIFITS, ou bien dans des fichiers OIFITS distincts.
- Possibilité de sélectionner des longueurs d'onde effectivement considérées pour la reconstruction, en spécifiant simplement un vecteur d'indices relatif aux longueurs d'onde choisies.
- Lecture et prise en compte des informations de qualité (flags) des données OIFITS. Ces "flags" sont transmis, via le format interne Wisard, à l'algorithme de reconstruction, afin d'ignorer les données indiquées comme mauvaises dans les données d'observation.

Le code, dans sa forme actuelle, n'ayant pas été diffusé à une large communauté, peu d'applications ont pu être testées. Néanmoins, Wisard accepte maintenant en entrée toutes les données OIFITS qui ont été utilisées pour les "Interferometry Beauty Contest" de 2004 à 2010, les données issues du simulateur ASPRO, et celles de l'instrument AMBER. Toutefois, le format matriciel utilisé par Wisard implique toujours une limite sur la dimension des données. A court terme, la priorité est de rédiger une documentation détaillée afin de pouvoir fournir une version Beta à des utilisateurs avertis.

#### 3.4.2 Perspectives futures

- **Utilisation des données de phase interférométriques.** Lorsqu'elle est présente dans le fichier OIFITS, l'information de phase différentielle peut être intégrée, à l'aide d'une option, dans le format Wisard. Les développements en cours devraient permettre de mieux estimer les phases absolues calculées initialement par Wisard, en combinant l'estimation myope faite à partir des clôtures de phase (comme c'était le cas dans la version précédente de Wisard), avec l'information provenant des phases différentielles, où la phase du canal de référence est inconnue. Les premiers tests effectués avec Wisard semblent probants.
- **Reécriture en un code plus rapide.** Ce n'est pas ici l'algorithme qui est en cause, mais l'utilisation d'IDL, langage interprété relativement lent pour de grosses opérations matricielles. Une refonte du code en C ou C++, totale ou même partielle après avoir identifié les opérations les plus lentes, offrirait probablement un gain appréciable en temps de calcul.
- **"Chromatisation" du logiciel,** c'est à dire possibilité d'effectuer de la reconstruction d'image polychromatique, par l'utilisation explicite de la dimension spectrale (aujourd'hui utilisée comme un facteur de variation de la fréquence spatiale) et l'utilisation de régularisation appropriée dans l'algorithme, afin de contraindre l'espace des solutions polychromatiques.

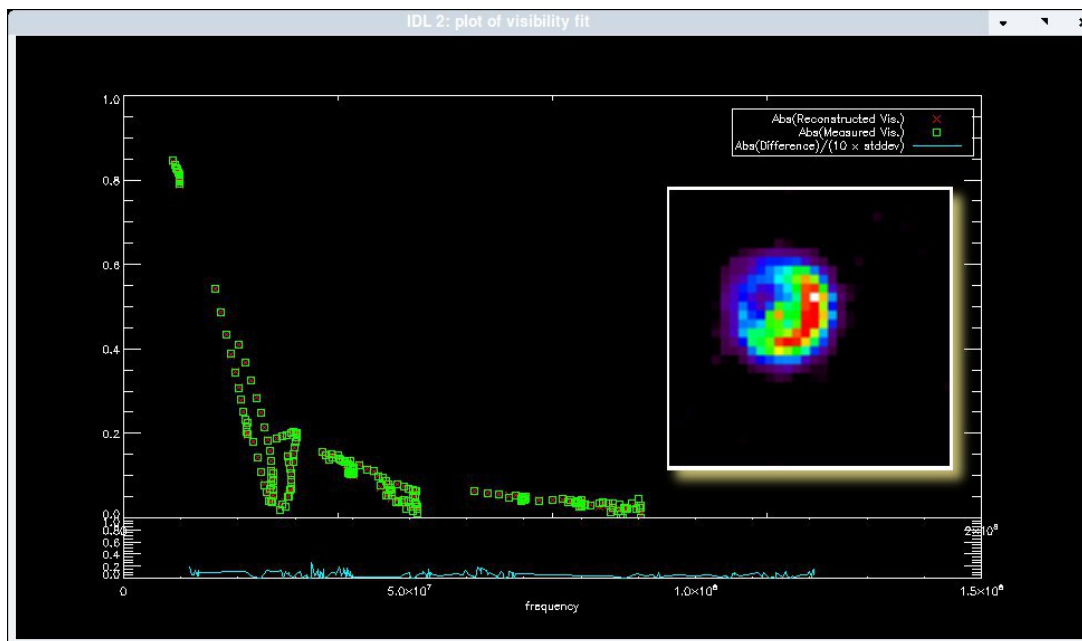


FIG. 5 – Interface graphique actuelle de wisard. L'image reconstruite a été affichée en insert sur le graphique représentant les visibilités observées et reconstruites.

- **Utilisation conjointe avec une approche de type “model-fitting”**, soit en utilisant le model-fitting et la reconstruction d'image de façon alternée et complémentaire (pouvant fournir une image de départ, ou ajuster des composantes connues), soit en introduisant dans le logiciel de reconstruction lui-même la possibilité d'utiliser des briques d'éléments géométriques ou des bases de représentations adaptées (dictionnaire de bases de représentations parcimonieuses, technique en développement en traitement du signal)
- **Ces deux dernières perspectives** (chromatisation et utilisation de “model-fitting” ou de bases de représentation parcimonieuses) rejoignent celles qui ont été formulées dans le cadre de l'ANR POLCA.

### 3.4.3 Publications liées à la R&D du Groupe

1. Meimon S. C., Mugnier L. M., Le Besnerais G., 2005, OptL, 30, 1809
2. Meimon S., Thiébaud E., Mugnier L., Le Besnerais G., 2004, sf2a.conf, 163
3. Lawson P. R., et al., 2004, AAS, 36, 1605
4. Meimon S. C., Mugnier L. M., Le Besnerais G., 2004, SPIE, 5491, 909
5. Lawson P. R., et al., 2004, SPIE, 5491, 886

## 3.5 Groupe Réduction des données AMBER

**Membres du groupe** : F. Malbet (LAOG, responsable), A. Chelli, G. Duvert, J.-B. Le Bouquin, F. Millour, E. Tatulli

**Membres associés** (beta-testeurs) : O. Absil (ULg/IAGL), M. Benisty (INAF/OAA)

**Anciens membres** : E. Altariba, A. Domiciano de Souza, R. Petrov, G. Zins

### 3.5.1 L'instrument AMBER

AMBER (Astronomical Multi-BEam Recombiner) est l'instrument proche infrarouge du VLTI (Very Large Telescope Interferometer). C'est une table optique qui permet de combiner 3 faisceaux provenant au

choix de 3 télescopes du VLTI, soit ceux des télescopes de 8m (UTs) soit ceux des télescopes mobiles de 1.8m (ATs). Les réseaux de franges formés par ces faisceaux sont ensuite dispersés sur un détecteur infrarouge dans les bandes  $J$ ,  $H$  ou  $K$  avec une résolution spectrale  $R = 35$  (LR),  $R = 1500$  (MR) ou  $R = 12000$  (HR). Il est possible d'extraire l'information de visibilité carrée, de phase différentielle et de phase de clôture.

AMBER a été installé en mars 2004 à l'observatoire du mont Paranal au Chili puis ouvert à la communauté dès 2005. Le consortium AMBER a fourni un ensemble de fonctions de réduction des données de base regroupées dans une librairie en langage C appelée `amdlib`. Cette librairie offre des fonctionnalités à l'instrument pour son opération (calculs des observables pour un contrôle en temps quasi-réel), pour l'analyse des données dans un *pipeline* et aussi pour la réduction des données par les utilisateurs.

### 3.5.2 Activités

Les activités du groupe AMBER du JMMC se focalisent sur la mise à disposition des dernières fonctionnalités de la librairie `amdlib` aux utilisateurs d'AMBER ainsi que dans la mise à disposition d'une interface utilisateur simple. Le choix s'est porté sur le logiciel de calcul scientifique `yorick`<sup>7</sup> développé par D. Munro.

La mise au point de la version C d'`amdlib` a fait partie des responsabilités du consortium AMBER jusqu'à la *Preliminary Acceptance Chile* (PAC) qui a été signée en mai 2010. Par contre la mise au point d'une interface facile d'utilisation a été prise en charge par le JMMC dans le cadre des actions de diffusion vis à vis de la communauté interférométrique. En 2007, suite à une action de diagnostic et de mise en conformité d'AMBER (*AMBER Task Force*), un certain nombre d'améliorations du traitement des données notamment post-observation ont pu être apportées. Ces améliorations ont été intégrées dans une version d'`amdlib` version 3 et ont fait partie des travaux du groupe AMBER du JMMC, la plupart de ces améliorations n'étant pas contractuelles avec l'ESO par le consortium AMBER. Les activités du groupe comprennent :

- **Interface utilisateur** : développement d'une interface utilisateur facile d'utilisation sous la forme d'un *plugin* du langage `yorick`.
- **Optimisation et prototypage** : optimisation des procédures de réduction des données et développement de nouvelles fonctions.
- **Documentation** : fourniture d'un manuel d'utilisation comprenant une description du logiciel et des scripts de démonstration pour aider les nouveaux utilisateurs.
- **Recherche et développement** : produire de nouvelles idées pour la réduction des données AMBER.
- **Alpha et beta tests** : exécuter des test intensifs sur le logiciel pour produire le moins d'erreur possible.
- **Support aux utilisateurs** : aider les utilisateurs à utiliser le logiciel, fournir des corrections aux bugs trouvés, organiser des formations soit indépendantes soit au sein des écoles VLTI.

#### Liste des actions :

- 28 mai - 8 juin 2007 : participation à l'école VLTI de Porto (Portugal)
- juillet 2007 : version beta de l'interface à `amdlib 2.0`
- 27 août - 7 septembre 2007 : participation à l'école VLTI de Torun (Pologne)
- décembre 2007 : livraison de l'interface `yorick` à la librairie `amdlib 2.2`.
- février 2008 : participation à l'*AMBER Task Force*
- juin 2008 : participation à l'école VLTI de Keszthely (Hongrie)
- juin 2008 : proposition d'une interface `yorick` pour la calibration des données lors de SPIE 2008
- mars 2008 - mars 2009 : élaboration de la version 3 d'`amdlib`
- septembre 2009-juin 2010 : élaboration et tests de l'interface à `amdlib 3`

<sup>7</sup><http://yorick.sourceforge.net>



- avril 2010 : participation à l'école VLTI de Porquerolles (France)
- Juillet 2010 : livraison d'amdlib 3.0.

#### Actions en cours :

- intégration de la calibration par nuit
- organisation de journées de formation à amdlib 3.0 (programmées en mars 2010)

#### 3.5.3 Prospective

La liste des actions futures s'inscrit dans l'évolution de l'instrument à Paranal. Sont déjà à l'ordre du jour :

- Prise en compte des résidus de correction du suiveur de franges FINITO
- Ajout du *bootstrapping* pour le calcul du bruit
- Ajout de la correction de la longueur de cohérence
- Ajout de la correction de l'OPD chromatique
- Parallélisation du code pour utilisation en multi-thread sur des machines multicoeurs.

#### 3.5.4 Publications liées à la R&D du Groupe

1. Malbet, F., Duvert, G., Millour, F. A., Le Bouquin, J.-B., Mella, G., Halipré, L., Chelli, A., Lafrasse, S., Altariba, E., Zins, G. 2010. The third version of the AMBER data reduction software. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series 7734,
2. Chelli, A., Utrera, O. H., Duvert, G. 2009. Optimised data reduction for the AMBER/VLTI instrument. *Astronomy and Astrophysics* 502, 705-709.

## 4 Conduite de projets Européens

En 2002 et à l'initiative de Alain Chelli, des discussions ont commencé entre les 3 centres interférométriques européens de l'époque, le JMMC pour la France, FRINGE pour l'Allemagne et NEVEC (disparu depuis) pour la Hollande, afin de promouvoir et générer une vision européenne de l'interférométrie optique. Les discussions se sont vite élargies à une douzaine de pays et ont abouti à la création de l'Euro Interferometry Initiative (EII) et à l'élaboration du projet interférométrique JRA4 *Integrating Interferometry into Mainstream Astronomy* dans le cadre d'Opticon/FP6 (<http://eii-jra4.ujf-grenoble.fr>).

### 4.1 L'Euro-Interferometry Initiative

L'EII consiste en l'ensemble des projets interférométriques développés dans un cadre européen. Elle est dotée d'un Bureau et d'un Conseil Scientifique formé par les représentants de chacun des pays (Alain Chelli pour la France). En 2004, 2 projets ont été acceptés dans le cadre de l'I3 Opticon, le Joint Research Activity #4 (centré sur le VLTI) coordonné par Alain Chelli et le Network #5 (centré sur l'échange de visiteurs et la prospective) coordonné par Andreas Quirrenbach (Heidelberg). Enfin, il faut mentionner le financement de 4 écoles européennes à forte composante interférométrique dans le cadre d'un projet Marie-Curie coordonné par Paolo Garcia (CAUP). L'organigramme de la figure 6 illustre la structure de l'EII et ses liens avec le FP6.

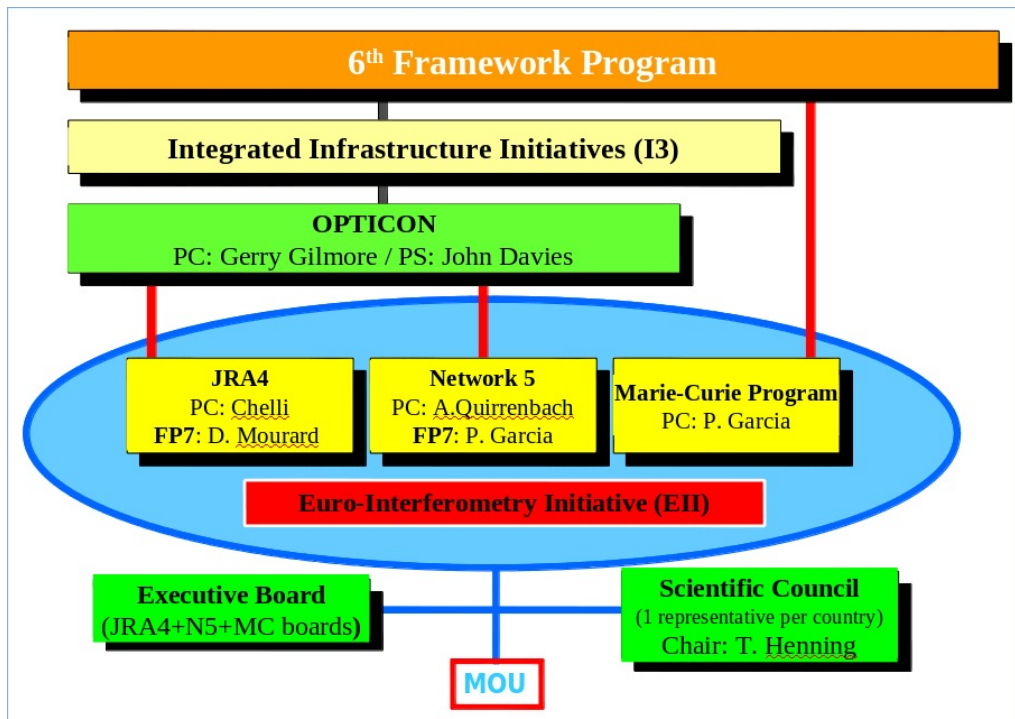


FIG. 6 – Organigramme de l'EII

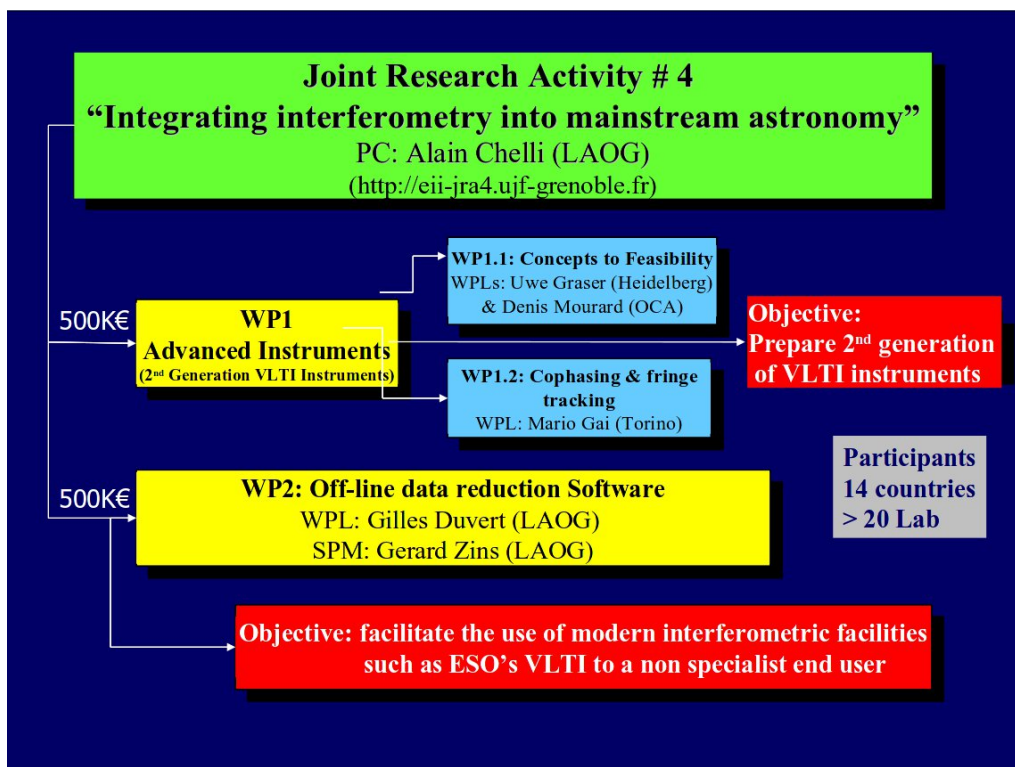


FIG. 7 – Organigramme du JRA4



## 4.2 le JRA4 “Integrating Interferometry into Mainstream Astronomy”

Le JMMC a eu une action déterminante dans le JRA4 qui s’est déroulé de 2004 à 2008. Ce projet centré sur le VLTI a regroupé une vingtaine de laboratoires répartis dans une douzaine de pays européens. Il a été doté d’un budget de 1ME, dont 260KE pour la partie française, également répartis sur 2 Work Packages (voir le schéma de la fig. 7).

### 4.2.1 WP1 : “Concept to feasibility studies”

Ce WP co-dirigé par Denis Mourard a permis de mettre sur les rails la seconde génération d’instruments du VLTI via 6 études de concept dont celles de Matisse et de VSI.

### 4.2.2 WP2 : “off-line data reduction software”

Le JMMC a été responsable du WP2, la partie logicielle du JRA4, coordonnée par Gilles Duvert (PI) et Gérard Zins (PM). Le but était de fournir à la communauté des utilisateurs du VLTI un logiciel d’aide à l’interprétation des observables interférométriques. C’est à cette occasion qu’ont été créés les groupes de R&D Model Fitting et Reconstruction d’images du JMMC, ce qui a permis d’initier le développement du logiciel d’ajustement de modèles LITPro livré en 2009 et celui du logiciel de reconstruction d’images WISARD (2011).

## 4.3 Darwin : détection d’exo-planètes

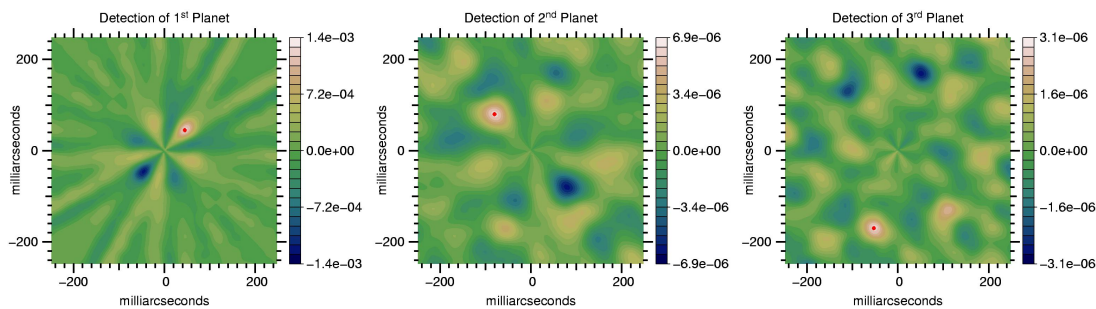


FIG. 8 – Cartes de probabilité de présence de planète simulées pour Darwin

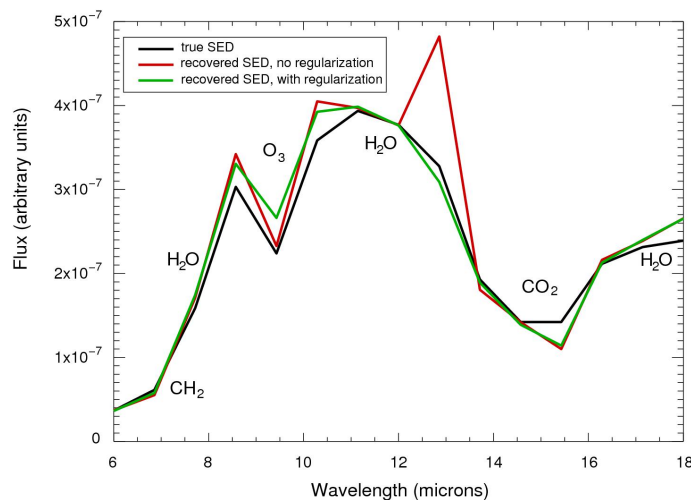


FIG. 9 – Spectre de planète obtenu par Darwin (simulation, voir texte)

L'éblouissement par l'étoile hôte est la contrainte la plus sévère pour l'observation directe d'exo-planètes. Pour éteindre l'étoile il a été proposé d'utiliser un coronographe derrière un système imageur d'excellente qualité (donc avec une optique adaptative de course si l'on observe depuis le sol) ou bien d'utiliser la frange noire d'un interféromètre. Plusieurs interféromètres de ce type ont été étudiés ou réalisés (Keck, GENIE pour le VLT, ...). Darwin, en particulier, est un projet de mission spatiale de l'ESA mettant en œuvre un interféromètre à frange noire pour la détection d'exo-planètes de type Terre dans l'infrarouge ( $5 - 25\mu\text{m}$ ) où se trouvent des bandes d'absorption moléculaires de CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> signatures potentielles de la présence de vie.

Éric Thiébaud a été le responsable scientifique du consortium JMMC & Alcatel-Space qui a remporté l'appel d'offre pour l'étude RESSP (*Reconstruction of Exo Solar System Properties*) financée par l'ESA pour le développement des algorithmes de détection et de caractérisation des exo-planètes à partir des mesures de Darwin. Outre le très faible rapport signal à bruit (moins d'un photon par seconde est reçu de la planète contre quelques milliers pour les sources de bruit et les fuites stellaires), la difficulté est que le signal délivré par un interféromètre à frange noire n'est pas une image que l'on peut intégrer comme en coronographie mais une simple valeur de flux plus ou moins élevé selon qu'une (ou plusieurs) source(s) se trouvent en coïncidence avec l'une des fenêtres de transmission de l'interféromètre.

Nous avons résolu simultanément les deux problèmes de la détection et de la caractérisation par une approche bayésienne (Thiébaud & Mugnier, 2006). Celle-ci nous permet de quantifier la probabilité de présence d'une planète à une position donnée compte tenu des mesures interférométriques, et donc de calculer des cartes de probabilité de présence. Le lieu du maximum de probabilité, s'il est significatif, donne la position de la planète. En retranchant des mesures interférométriques le signal dû à cette planète, on peut recalculer une carte afin de tenter de détecter une autre planète et ainsi de suite (Fig. 8). Un des sous-produit de notre méthode de maximum de vraisemblance est le spectre de chaque planète qui permet donc de caractériser les sources détectées (Fig. 9).

Afin de tester les algorithmes proposés nous avons en outre développé des modèles spécifiques de la scène astrophysique (Belu et al., 2007) et de l'instrument (Thiébaud et al., 2007). Notre méthode exploitant un modèle instrumental qui prend en compte les imperfections ou les fluctuations du système, est moins sensible à ce type de problèmes. Cela devrait permettre de relâcher les spécifications très sévères sur ce type d'instrument et donc d'en faciliter la réalisation et la mise en œuvre. Par exemple, sur la base de simulations réalistes, notre algorithme dépasse de loin la sensibilité estimée sur la base du rapport signal à bruit et de méthodes de traitement de type démultiplexage ce qui permettrait de gagner un facteur 10 sur le temps d'observation. Les algorithmes ont été validés par l'ESA et le contrat RESSP est clos. Dans l'immédiat, à partir des rapports scientifiques de l'étude, nous sommes en train de rédiger les articles décrivant le modèle instrumental direct et l'algorithme de détection et de caractérisation. Le simulateur de scène a déjà fait l'objet d'une publication (Belu et al., 2007). Même si pour le moment l'avenir de la mission Darwin est incertain, notre méthode est tout à fait applicable à d'autres interféromètres terrestres notamment celui du Keck. C'est pourquoi la poursuite de la R&D sur ce type d'approche reste pertinente. Ainsi, nous voulons vérifier et caractériser la robustesse de la méthode aux imperfections instrumentales et nous avons tous les outils pour cela.

#### 4.3.1 Publications

1. É. Thiébaud & L. Mugnier, 2008, FITTEST algorithms, report DW-RESSP-ASP-TN-2200 of RESSP study for ESA/ESTEC.
2. A. Belu, E. Thiébaud, M. Ollivier, G. Lagache, F. Selsis & F. Vakili, 2007, A scene model of exosolar systems for use in planetary detection and characterisation simulations, *A&A* 476, pp. 1005-1018.
3. É. Thiébaud, L. Mugnier & É. Thomas, 2007, Pinson Instrument Model Specification, report DW-RESSP-ASP-TN-5100 of RESSP study for ESA/ESTEC.

## 5 Activités d'enseignement au sein du JMMC

Le JMMC s'est très tôt investi dans une démarche d'accessibilité des outils développés en son sein. Ainsi, c'est tout naturellement que le JMMC est devenu un acteur incontournable dans l'organisation des fameuses 'Ecoles VLTI', mais aussi dans l'organisation de petits workshops focalisés, notamment pour la réduction d'AMBER ou pour la diffusion du logiciel LITpro.

### 5.1 Contexte de l'organisation des Ecoles VLTI

Les activités pédagogiques au sein de l'interférométrie optique européenne sont très liées au contexte de financement de l'Union Européenne pendant les périodes couvrant le FP6 et le FP7. Pendant le FP6, l'interférométrie optique a bénéficié de lignes de crédits liées au programme Marie Curie qui ont assuré l'organisation régulière d'école, en témoigne le développement d'un site web conséquent joignable à l'adresse suivante : <http://www.vlti.org/home.php>. Ce programme a disparu en tant que tel du FP7, et une transition difficile n'a pas permis l'organisation d'école pendant plus d'une année. Une nouvelle opportunité a été trouvée dans le cadre des Programmes Intensifs Erasmus (<http://www.europe-education-formation.fr/erasmus-intensif.php>), imposant un cadre d'organisation rigide constitué d'un réseau d'Universités partenaires avec des contraintes plus strictes en terme de valorisation des savoirs enseignés aux écoles, et de reconnaissances des enseignements par les universités.

### 5.2 Apports du JMMC

Depuis 2006, date de l'organisation de l'école de Goutelas qui a fait date en raison de sa longue durée de 15 jours, le JMMC a participé activement aux installations logicielles, incluant les outils du JMMC, mais aussi beaucoup d'autres logiciels (de réduction de données, de reconstruction d'images...) à chaque école VLTI. Une liste exhaustive peut être trouvée à l'adresse suivante : <http://www.jmmc.fr/training.htm>.

L'investissement du JMMC à la dernière école en date, ayant eu lieu à Porquerolles du 17 au 28 avril 2010, peut être détaillé à titre d'exemple. Tout d'abord le JMMC fut un partenaire financier à hauteur de 4000 euros. Ensuite, les deux ingénieurs informaticiens et Gilles Duvert ont assuré l'installation logicielle sur les 23 stations louées à cette occasion. Ils ont aussi gérés l'apport des quelques 20-30 gigabits de données, et ont aidés activement à l'organisation des sessions pratiques sur les différents logiciels dont, en particulier pour cette année, une session pratique sur le logiciel LITpro.

Ils ont aussi assuré la mise sous réseau par câble, et aussi un wifi interne. Enfin, ils ont développé au fil des jours un site web local sous Twiki qui s'est avéré un outil appréciable de communication.

#### 5.2.1 Prospective pour la période 2011-2014

L'école de Porquerolles de 2010 a été organisée grâce à l'impulsion fournie par des financements Erasmus dans le cadre d'un 'Intensive Program'. Ces financements sont renouvelables deux années consécutives (2011-2012) sur acceptation de demande de prolongation.

La demande 2011 a d'ores et déjà été acceptée, sous responsabilité de l'Observatoire de la Côte d'Azur et il est probable que la prochaine école VLTI soit co-organisée en Allemagne par les instituts Max-Planck de Bonn et Heidelberg.

Si à court terme, l'organisation de ces événements semble assurée, il n'en demeure pas moins que ces financements demeurent fragiles sur le moyen terme, et que la recherche d'un financement plus pérenne est importante.

### 5.3 Liste des Ecoles 2007-2010

date	titre	location
28 Mai - 8 Juin 2007	"Circumstellar disks and planets at very high angular resolution"	Porto, Portugal
27 Aout - 7 Septembre 2007	"Active Galactic Nuclei at the highest angular resolution : theory and observations"	Torun, Pologne
2 - 13 Juin 2008	"Astrometry and Imaging with the Very Large Telescope Interferometer"	Keszthely, Hongrie
17-28 Avril 2010	"Interferometry Training School 2010"	Porquerolles, France

## 6 Prospective plus prospective

Les programmes de travail 2011-2014 décrits par les groupes de R&D dans les sections précédentes concernent l'évolution de logiciels déjà existants, le développement de variantes plus ou moins sophistiquées ou celui de produits dérivés comme les catalogues. Dans cette section, nous faisons état d'axes de développement possibles issus des précédents conseils scientifiques.

### 6.1 VLTI2

- **Traitement de signal.** Les consortia des instruments de seconde génération du VLTI vont fournir des logiciels de traitement des données en principe assez complets pour interpréter les premières observations. Cela dit, il est raisonnable de penser que la performance optimale en terme de précision ne sera atteinte qu'avec une phase de mise au point sur un ensemble de données obtenues sur le ciel. Le JMMC pourrait jouer un rôle important dans cette phase, en fédérant les bonnes volontés existant dans la communauté.
- **Calibrateurs.** Voir Section "Groupe Calibrateurs"
- **Reconstruction d'images avancée**
  - reconstruction polychromatiques
  - référence de phase
  - masquage de pupille
- **Astrométrie, astrométrie différentielle.** L'astrométrie est principalement un sujet qui concerne PRIMA et GRAVITY. Il y a déjà des travaux finalisés dans le consortium PRIMA, qui attendent maintenant une validation sur le ciel. Le cas de GRAVITY est un peu plus complexe, du fait du nombre plus important de télescopes, mais globalement assez proche tout de même. La contribution du JMMC pourrait intervenir au niveau de la modélisation du signal astrométrique sur un champ complexe, qui est une spécificité de GRAVITY par rapport à PRIMA. Cela s'apparente à du "model fitting" et pourrait être un prolongement du travail du groupe actuel.

### 6.2 Observatoire Virtuel

L'objectif est d'élaborer une norme VO pour l'échange d'informations en interférométrie :

- échange d'observables interférométriques. Cela revient à étendre les concepts cachés derrière la norme OI-FITS en créant un DataModel, une VoTable, et des méthodes d'accès.
- échange de paramètres de description d'intéféromètres, pour normaliser des applications de type AS-PRO.

- échange de paramètres relatifs aux objets "calibrateurs", pour normaliser des applications de type SearchCal.

Il faut également souligner que l'équipe technique prend part aux actions techniques menés par l'IVOA. Cette faible fraction du temps est nécessaire à une bonne intégration des solutions et services offerts par l'Observatoire Virtuel, mais c'est surtout indispensable à l'intégration des services du domaine de l'interférométrie optique. Cette compétence technique fait partie des points importants pour le JMMC lors des étapes de recrutements.

### 6.3 Logiciel généraliste de calibration de données interférométriques

Le but serait de développer un logiciel généraliste de calibration de données interférométriques qui puisse s'interfacer d'une part avec des outils existants (comme ASPRO et SearchCal, puis model-fitting et image reconstruction) et qui permettrait de passer des résultats de calculs de visibilité (comme calculés dans amdlib, mais qui pourraient aussi venir de MIDI, FINITO et/ou PRIMA) aux visibilité calibrées.

### 6.4 Base de données interférométriques

Il s'agit de développer d'une base de données recensant les résultats interférométriques et dans laquelle les références bibliographiques seraient stockées ainsi que des metaparamètres comme l'interféromètre utilisé, l'instrument, la résolution spectrale, la bande spectrale, le type d'objet, et éventuellement le lien vers les OIFITS bruts et réduits. En effet, des statistiques sur les résultats interférométriques nous sont souvent demandées (comment se place le VLTI par rapport aux résultats astrophysiques globaux, l'évolution des publications, les répartitions entre les sujets,...). Cette base de données aurait certaines similarités avec la base de données de J. Schneider sur exoplanets.eu. Elle serait hébergée sur le JMMC avec un accès via OLBIN.

### 6.5 Autres

- Autres interféromètres (CHARA, ...)
- Post VLTI (sol et spatial)

## 7 Impact du JMMC

Le JMMC a rempli la mission qui lui a été confiée par l'INSU en 2000. Il s'est fortement impliqué dans la formation des utilisateurs en organisant ou co-organisant une dizaine d'écoles de 2002 à 2010, et a délivré non seulement les logiciels basiques nécessaires à la pratique de l'interférométrie, mais aussi la dernière version du traitement de signal de l'instrument Amber, ainsi que des produits dérivés dont le catalogue de calibrateurs JSDC. Les principaux produits logiciels délivrés de 2007 à 2010 sont les suivants :

- Recherche de calibrateurs : SearchCal Objets faibles (2007)
- Ajustement de modèles : LITPro (2009)
- Préparation des observations : ASPRO2 (2010)
- Traitement de signal Amber : Amdlib3 (2010)
- Catalogue de calibrateurs : JSDC (2010)
- Reconstruction d'images : WISARD (livrable en 2011)

Mais les activités du JMMC ne s'arrêtent pas pour autant car ces logiciels vivent et évoluent au gré des besoins et des nouveaux instruments.

Le logiciel de traitement des données de l'instrument Amber mérite que l'on s'y attarde un peu, ce type de logiciel ne faisait *a priori* pas partie de la mission du JMMC. En effet les logiciels de traitement de données des instruments sont fournis par les consortia. Toutefois les consortia sont dissous une fois

l'instrument accepté par les agences, ce qui laisse un vide béant quant au suivi logiciel. Suite à la volonté d'un groupe de chercheurs français de suivre l'évolution logicielle de l'instrument Amber, il a été créé un groupe du même nom. Cette action a abouti au développement de la version Amdlib3 de traitement de données de l'instrument. Cette version est fournie aux utilisateurs par le JMMC depuis 2010, alors que l'ESO fournit la version 2 qui est maintenant obsolète. Les méthodes de travail relatives aux interactions Chercheurs-Ingénieurs-Utilisateurs, que nous avons mises en place et rodées depuis 10 ans, se sont révélées extrêmement efficaces pour gérer l'évolution logicielle de l'instrument Amber. Ces méthodes ne se limitent pas à l'interférométrie et peuvent être appliquées au suivi logiciel de n'importe quel instrument.

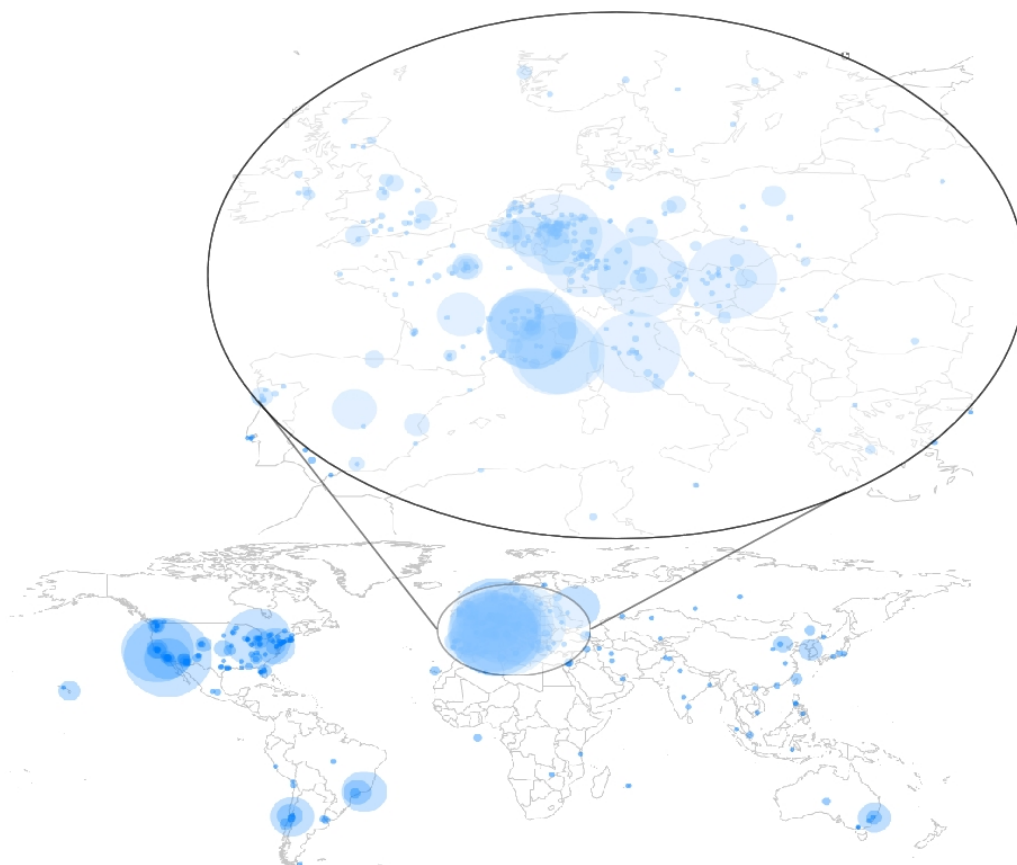


FIG. 10 – Localisation des téléchargements des produits logiciels du JMMC (<http://apps.jmmc.fr/statistics>)

Donc, quel est l'impact du JMMC et comment le mesurer ? De par les logiciels qu'il fournit, le JMMC est devenu un acteur central de l'interférométrie en Europe et même au delà. En effet, les logiciels : ASPRO2 (recommandé pour Chara par le président de la commission UAI Interférométrie), le catalogue de calibrateurs JSDC qui sert de base au catalogue de calibrateurs officiel de l'ESO (en ligne début Janvier 2011), et Amdlib3 le logiciel de traitement de données de l'instrument Amber, sont difficilement contournables. De par ses actions internationales, JRA4 d'Opticon, Collaboration ESO et Darwin (ESA), le JMMC a aussi acquis une stature internationale.

Quelques chiffres : le nombre d'articles dans des revues de rang A, ayant utilisé des logiciels du JMMC pour produire une partie de leurs résultats s'élève à 45 (septembre 2010, voir la liste complète en annexe). Les figures 10 et 11 ci-jointes montrent les localisations des téléchargements des produits du JMMC et le nombre de consultation du site par mois depuis fin 2007. Avec les produits logiciels développés cette année



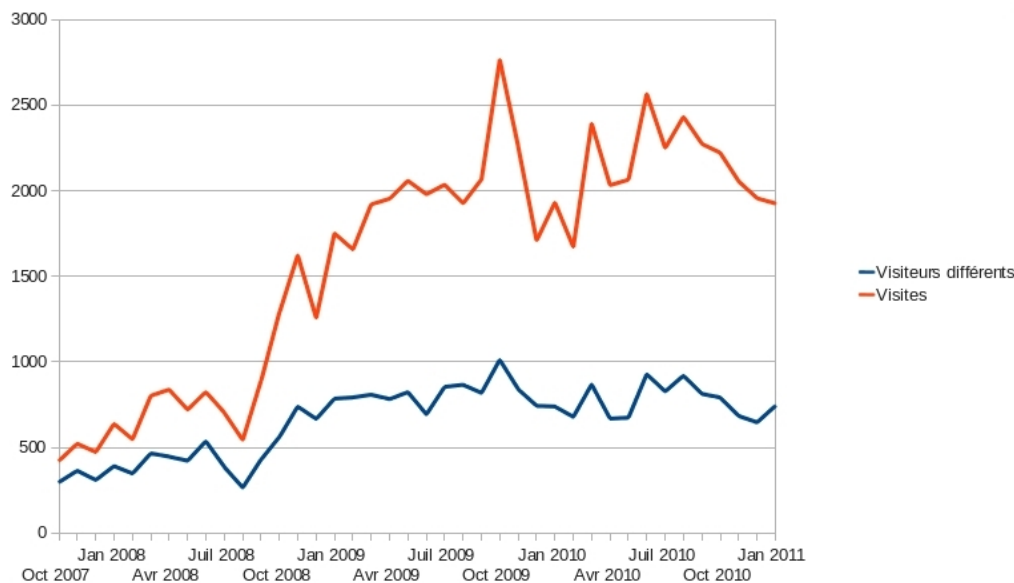


FIG. 11 – nombre de consultations du site par mois depuis fin 2007 (en rouge, le nombre d'adresses internet différentes, en bleu, le nombre total de consultations).

en particulier, nous nous attendons à ce que les taux de citations et de téléchargements augmentent très rapidement.

## 8 Besoins

Depuis sa création, le JMMC a pu disposer d'un budget annuel moyen de 70KE, 45KE provenant en majeure partie de la dotation CNRS et 25KE du projet européen JRA4. Mis à part des missions, des ateliers ou des écoles, ce budget a essentiellement servi à financer des CDD informaticiens. Depuis 2009, nous disposons uniquement de la dotation CNRS et il sera donc nécessaire de trouver des sources de financement complémentaires. En attendant, nous pouvons éventuellement nous passer de frais de fonctionnement, mais il nous est impossible de faire marcher le JMMC sans CDD. En effet, la gestion du centre de réalisation, des groupes de recherche, des utilisateurs, ainsi que le maintien, l'optimisation et l'évolution continue des logiciels existants, nécessitent 2 hommes.an, soit l'ensemble de nos ingénieurs permanents. De plus ces services sont développés avec le maximum d'efforts de qualité pour répondre à une communauté d'utilisateurs demandant une forte réactivité (configurations instrumentales mises à jour régulièrement, disponibilité des services lors des observations, préparation des demandes de temps d'observation). Ce degré d'exigence rallonge les durées de développements et validation. Le développement de nouveaux projets comme ASPRO2 (par exemple) ne peut se faire qu'à l'aide de CDD.

Donc notre priorité est de pouvoir bénéficier du financement d'un CDD par an pour le groupe technique, avec l'objectif de transformer ce CDD en poste permanent d'ici 2 à 3 ans si nos nouvelles activités le justifient, évidemment. La pérennisation de ce CDD permettrait ainsi d'économiser les phases d'appréhension du domaine scientifique et technique mais aussi la charge supplémentaire qui revient aux permanents pour garantir le bon fonctionnement et la maintenance des nouveaux logiciels. Cela permettrait enfin de renforcer la répartition des compétences techniques nécessaires au bon fonctionnement de nos services et ainsi mieux satisfaire la communauté d'utilisateurs grandissante.

D'autre part, étant donné notre mode de fonctionnement, le codage de chaque prototype logiciel échoit à un membre du groupe de R&D, le plus souvent le PI. C'est une charge très lourde qui avance au gré du temps libre ou de la bonne volonté du responsable, et qui plus est, n'est pas forcément reconnue. En conséquence le développement de certains logiciels prend beaucoup plus de temps que prévu, c'est le cas de LITpro (et ce malgré la très grande implication du PI), ou bien ce développement est carrément contrarié,

comme cela l'a été et l'est encore en partie pour WISARD. L'ensemble des PI des groupes du JMMC ont naturellement exprimé le même besoin, à savoir la nécessité d'un ingénieur de R&D capable de les aider dans leur développement du prototype, ingénieur qu'il nous est impossible de fournir.

Notre autre priorité est donc de pouvoir bénéficier dès 2012 d'un second CDD pour le développement des prototypes logiciels dans le cadre des groupes de R&D.



## **A Participants actifs du JMMC, 2000-2010**

Les tables suivantes tentent de lister les personnes ayant participé aux activités du JMMC depuis ses origines. Ces tableaux sont possiblement incomplets, nous nous en excusons d'avance. En particulier nous n'avons inclus des membres des différents conseils (CS et Bureau) que ceux qui ont contribué au JMMC en-dehors de leur activité de présence lors des conseils (ex : présentations, écriture de rapports, etc. . .).

TAB. 2 – Participants au JMMC, Années 2000 to 2006

Nom, prénom	Observatoire /Laboratoire	Période d'activité	% temps moyen	CNAP (AA ,A)	CNRS (IT , CR, DR)	Autres	Notes
Altariba Evelyne	OSUG/LAOG	sep 2006- nov 2008	80.00		CDD IR		Financement JMMC
Béchet Clémentine	CRAL/AIRI	mai 2004-sep 2005	100.00		CDD IR		12 mois ASHRA + 5mois JMMC
Benisty Myriam	OSUG/LAOG	Oct-07			CDD IR		1 mois JMMC
Berger Jean-Philippe	OSUG/LAOG	2002-2007	30.00	AA			
Berio Philippe	OCA	2000-2004	20.00				groupe préparation
Beust Hervé	OSUG/LAOG	2005→		AA			
Bonneau Daniel	OCA/FIZEAU	2003→		A			
Bourgès Laurent	OSUG/LAOG	sep 2009→	100.00		CDD IR		Aspro2, Financement JMMC
Cetre Sylvain	OSUG/LAOG	mai 2004- Juillet 2007	80.00				
Chadid-Vernin Merieme	OCA	2003-2006	10.00	AA			modèles chromatiques aspro et modelfitting
Chelli Alain	OSUG/LAOG	2000→		A			Dir
Chesneau Olivier	OCA/FIZEAU	2005→		AA			
Clausse Jean-Michel	OCA	2002-2005	50.00		IE		calibrateurs puis modèles
Colluci Brice	OSUG/LAOG	2007				stage fin détudes 3mois	
Cruzalèbes Pierre	OCA	2000→					CExI/OCA chef projet GI2T/REGAIN (2000) puis Calibrateurs
Delfosse Xavier	OSUG/LAOG	2000→		AA			
Domiciano Armando	OCA/FIZEAU	2005→		AA			
Duchène Gaspard	OSUG/LAOG	2004-2007	30.00	AA			aspro
Duvert Gilles	OSUG/LAOG	2000→		A			Dir T, Dir S, PI ASPRO
Gluck Laurence	OSUG/LAOG	2002- oct 2007	50.00		IE		AMBER
Hautbois Xavier	OPM	2006-2007	5.00				calibrateurs (remplacement Mérand, catalogue noyaux actifs)
Hoffman Nicolas	OSUG/LAOG	2009				stage fin détudes 3mois	
Kervella Pierre	LESIA	2003-2009	20.00	AA			
Lafrasse Sylvain	OSUG/LAOG	2006→		IE			
Le Bouquin Jean-Baptiste	OSUG/LAOG	2006→					
Lucas Robert	IRAM	2000-2006	-	A			CS
Malbet Fabien	OSUG/LAOG	2000→			CR		formation, AMBER, VSI, AMBER-DRS
Mattei Damien	OCA	2002			CDD		Financement OCA

Tab. 2 – suite de la page précédente

Nom, prénom	Observatoire /Laboratoire	Période d'activité	% temps moyen	CNAP (AA ,A)	CNRS (IT , CR, DR)	Autres	Notes
Meimon Serge		2006				ONERA	6 mois Financement JRA4
Mella Guillaume	OSUG/LAOG	2002 →			CDD puis IR		CDDs 2002-2007 financé JMMC, JRA4, CNES
Mérand Antoine	LESIA/OPM	2004-2006	5.00				Calibrateurs
Millour Florentin	MPI	2004 →		AA		ex Post-Doc MPI	Amber, ModelFitting
Molfese Rossano	OCA	2003	100.00			Post-Doc CNES	
Mourard Denis	OCA/FIZEAU	2000 →		A			G2T/REGAIN puis Calibrateurs
Mugnier Laurent	ONERA	2003 →	5.00			ONERA	
Nhu Nguyen Quynh	LESIA	2004-2005	80.00				CDD dont 6 Mois JMMC
Ollivier Marc	IAS	2003-2010	5.00				Darwin
Perraut Karine	OSUG/LAOG	2009 →					
Perrin Guy	LESIA	2003-2006	5.00	A			
Petrov Romain	UNSA	2000-2007	5.00		DR		groupes AMBER, CS
Prete Samuel	OSUG/LAOG	2009				stage fin détudes 3mois	
Sachettini Michel	OSUG/LAOG	2000	10.00				Chef projet CeXI
Saugé Ludovic	OSUG/LAOG	6 mois 2006	50.00		CDD IR		CDD 6 mois JMMC Model-Fitting
Schmieder F-X	UNSA	2000-2006	5.00		CR		ajustement de modèles
Stee Philippe	UNSA						
Stein Thierry	OCA	stage 2004				stage fin détudes 3mois	
Tallon Michel	CRAL/AIRI	2004 →			CR		
Tallon-Bosc Isabelle	CRAL/AIRI	2004 →			CR		
Tatulli Eric	OSUG/LAOG	2004-2007	5.00			Post-Doc	
Thiébaud Eric	OCA	2000-2008	10.00	AA			reconstruction images
Vakili Farrokh	LUAN						Darwin
Valiron Pierre	OSUG/LAOG	2000-2002	?		DR		projet environnement de développement
Vanderschuren Yannick	OCA	2005	25.00			CDD	moyens propres OCA ?
Vannier Martin	OCA	2008 →			IR	ex-Post Doc, 3 mois 2008	
Vignon Sandrine	OSUG/LAOG	2003-2004	10.00			T	secrétariat pris sur dotation JMMC
Vitoz Frédéric	OCA	stage 2004	25.00				
Wilson Pamela	OCA	2003	50.00		AI CDD		calibrateurs, moyens propres OCA ?
Zins Gérard	OSUG/LAOG	2003- oct 2007	80.00		IR		Chef Projet JMMC; plus responsable LITpro depuis mi-2006

TAB. 3 – Participants au JMMC, Année 2007

Nom prénom	Obs /Labo	temps (%)	CNAP (AA, A)	CNRS (IT, CR, DR)	Autres	Rôle
Altariba Evelyne	OSUG/LAOG	80.00		IR CDD		AMBER DRS WISARD
Benisty Myriam	OSUG/LAOG	5.00		IE CDD		amber-drs 1 mois CDD
Berger Jean-Philippe	OSUG/LAOG	5.00	AA			
Beust Hervé	OSUG/LAOG	10.00	AA			Support utilisateurs, Catalogues
Bonneau Daniel	OCA/FIZEAU	25.00	A			Calibrateurs(PI)
Cetre Sylvain	OSUG/LAOG	50.00		IR CDD		
Chelli Alain	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur, Amber DRS, SearchCal
Chesneau Olivier	OCA/FIZEAU	15.00	AA			SearchCal, Model Fitting, PI Formation
Cruzalèbes Pierre	OCA	10.00				
Delfosse Xavier	OSUG/LAOG	10.00	AA			Calibrateurs
Domiciano Armando	OCA/FIZEAU	15.00	AA			Model Fitting, Calibrateurs
Duchene Gaspard	OSUG/LAOG	20.00	AA			Support utilisateurs, Aspro
Duvert Gilles	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur Scientifique, Amber DRS, ASPRO (PI)
Gluck Laurence	OSUG/LAOG	50.00		IE		
Hautbois Xavier	LESIA					
Kervella Pierre	LESIA	10.00	AA			Support utilisateurs, Model Fitting Catalogues
Lafrasse Sylvain	OSUG/LAOG	80.00		IE		Développement
Le Bouquin Jean-Baptiste	OSUG/LAOG	5.00				
Malbet Fabien	OSUG/LAOG	10.00		CR		AMBER DRS (PI)
Mella Guillaume	OSUG/LAOG	80.00		CDD IR		Développement
Millour Florentin	MPI	10.00			Post-Doc MPI	AMBER DRS
Mourard Denis	OCA/FIZEAU	15.00	A			Model Fitting, Calibrateurs
Mugnier Laurent	ONERA	5.00			ONERA	
Ollivier Marc	IAS	5.00		CR		
Petrov Romain	UNSA	5.00		DR		
Tallon Michel	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting
Tallon-Bosc Isabelle	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting
Tatulli Eric	OSUG/LAOG	5.00				AMBER DRS
Thiébaud Eric	CRAL/AIRI	5.00	AA		Post-Doc	
Zins Gérard	OSUG/LAOG	30.00		IR		

TAB. 4 – Participants au JMMC, Année 2008

Nom prénom	Obs /Labo	temps (%)	CNAP (AA ,A)	CNRS (IT , CR, DR)	Autres	Rôle
Altariba Evelyne	OSUG/LAOG	60.00		CDD IR (→ Sept 2008)		AMBER DRS, WISARD
Beust Hervé	OSUG/LAOG	10.00	AA			Support utilisateurs, Catalogues
Bonneau Daniel	OCA/FIZEAU	25.00	A			Calibrateurs(PI)
Chelli Alain	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur, Amber DRS, SearchCal
Chesneau Olivier	OCA/FIZEAU	15.00	AA			SearchCal, Model Fitting, PI Formation
Cruzalèbes Pierre	OCA	10				
Delfosse Xavier	OSUG/LAOG	10.00	AA			Calibrateurs
Domiciano Armando	OCA/FIZEAU	15.00	AA			Model Fitting, Calibrateurs
Duvert Gilles	OSUG/LAOG	40.00	A			Directeur Scientifique, Amber DRS, ASPRO (PI)
Kervella Pierre	LESIA	10.00	AA			Support utilisateurs, Model Fitting, Catalogues
Lafrasse Sylvain	OSUG/LAOG	80.00		IE		Développement
Le Bouquin Jean-Baptiste	OSUG/LAOG	5.00			Fellow ESO	AMBER DRS, WISARD
Malbet Fabien	OSUG/LAOG	10.00		CR		AMBER DRS (PI)
Mella Guillaume	OSUG/LAOG	80.00		IR		Développement
Millour Florentin	MPI	10.00			Post-Doc MPI	Support utilisateurs, Model Fitting, Catalogues
Mourard Denis	OCA/FIZEAU	15.00	A			Model Fitting, Calibrateurs
Mugnier Laurent	ONERA					
Ollivier Marc	IAS	5.00				
Tallon Michel	CRAL/AIRI	25.00		CR		Model Fitting
Tallon-Bosc Isabelle	CRAL/AIRI	30.00		CR		Model Fitting
Thiébaud Eric	CRAL/AIRI	5.00	AA			
Vannier Martin	OCA/FIZEAU	25.00		IR CDD		3 mois JMMC sur WISARD

TAB. 5 – Participants au JMMC, Année 2009

Nom prénom	Obs /Labo	temps (%)	CNAP (AA ,A)	CNRS (IT , CR, DR)	Autres	Rôle
Beust Hervé	OSUG/LAOG	15.00	A			Support utilisateurs, Catalogues
Bonneau Daniel	OCA/FIZEAU	25.00	A			Calibrateurs(PI)
Bourgès Laurent	OSUG/LAOG	25.00		IR CDD (3 mois)		ASPRO2
Chelli Alain	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur, Amber DRS, SearchCal
Chesneau Olivier	OCA/FIZEAU	15.00	AA			SearchCal, Model Fitting, PI Formation
Cruzalèbes Pierre	OCA	10.00				
Delfosse Xavier	OSUG/LAOG	10.00	AA			Calibrateurs
Domiciano Armando	OCA/FIZEAU	15.00	AA			Model Fitting, Calibrateurs
Duvert Gilles	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur Scientifique, Amber DRS, ASPRO (PI)
Kervella Pierre	LESIA	10.00	AA			Support utilisateurs, Model Fitting, Catalogues
Lafrasse Sylvain	OSUG/LAOG	100.00		IE		Développement
Le Bouquin Jean-Baptiste	OSUG/LAOG	5.00	AA			AMBER DRS, ASPRO
Malbet Fabien	OSUG/LAOG	10.00		CR		AMBER DRS (PI)
Mella Guillaume	OSUG/LAOG	100.00		IR		Développement
Millour Florentin	OCA/FIZEAU	5.00	AA			AMBER DRS WISARD
Mourard Denis	OCA/FIZEAU	15.00	A			Model Fitting, Calibrateurs
Mugnier Laurent	ONERA	5.00			ONERA	
Ollivier Marc	IAS	5.00		CR		
Perraut Karine	OSUG/LAOG	5.00	AA			
Tallon Michel	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting
Tallon-Bosc Isabelle	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting
Vannier Martin	OCA/FIZEAU	10.00		IR		Reconstruction d'Image

TAB. 6 – Participants au JMMC, Année 2010

Nom prénom	Obs /Labo	temps (%)	CNAP (AA ,A)	CNRS (IT , CR, DR)	Autres	Rôle
Beust Hervé	OSUG/LAOG	15.00	A			Support utilisateurs, Catalogues
Bonneau Daniel	OCA/FIZEAU	25.00	A			Calibrateurs(PI)
Bourçois Laurent	OSUG/LAOG	100.00		CDD IR		ASPRO2
Chelli Alain	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur, Amber DRS, SearchCal
Chesneau Olivier	OCA/FIZEAU	15.00	AA			SearchCal, Model Fitting, PI Formation
Cruzalèbes Pierre	OCA	10.00				
Delfosse Xavier	OSUG/LAOG	10.00	AA			Calibrateurs
Domiciano Armando	OCA/FIZEAU	15.00	AA			Model Fitting, Calibrateurs
Duvert Gilles	OSUG/LAOG	30.00	A			Directeur Scientifique, Amber DRS, ASPRO (PI)
Lafrasse Sylvain	OSUG/LAOG	80.00		IE		Développement
Le Bouquin Jean-Baptiste	OSUG/LAOG	5.00	AA			AMBER DRS, ASPRO
Malbet Fabien	OSUG/LAOG	10.00		CR		AMBER DRS
Mella Guillaume	OSUG/LAOG	100.00		IR		Développement
Millour Florentin	OCA/FIZEAU	5.00	AA			AMBER DRS, Model Fitting (sept 2010)
Mourard Denis	OCA/FIZEAU	15.00	A			Model Fitting, Calibrateurs
Mugnier Laurent	ONERA	5.00			ONERA	
Perraut Karine	OSUG/LAOG	5.00	AA			
Tallon Michel	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting
Tallon-Bosc Isabelle	CRAL/AIRI	10.00		CR		Model Fitting (PI)
Vannier Martin	OCA/FIZEAU	20.00		IR		Reconstruction d'Image

## B Publications de rang A ayant utilisé des produits logiciels du JMMC

- **An investigation of the close environment of  $\beta$  Cephei with the VEGA/CHARA interferometer**  
Nardetto N., Mourard D., Tallon-Bosc I., Tallon M., Berio P., Chapellier E., Bonneau D., Chesneau O., Mathias P., Perraut K., Stee P., Blazit A., Clause J. M., Delaa O., Marcotto A., Millour F., Roussel A., Spang A., McAlister H., Ten Brummelaar T., Sturmman J., Sturmman L., Turner N., Farrington C., Goldfinger P. J.  
**2011** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 525, id.A67*
- **Observing and modeling the dynamic atmosphere of the low mass-loss C-star R Sculptoris at high angular resolution**  
Sacuto S., Aringer B., Hron J., Nowotny W., Paladini C., Verhoelst T., Höfner S.  
**2011** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 525, id.A42*
- **Milli-arcsecond images of the Herbig Ae star HD 163296**  
Renard S., Malbet F., Benisty M., Thiébaud E., Berger J.-P.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 519, id.A26*
- **The 2008 outburst in the young stellar system Z CMa. I. Evidence of an enhanced bipolar wind on the AU-scale**  
Benisty M., Malbet F., Dougados C., Natta A., Le Bouquin J. B., Massi F., Bonnefoy M., Bouvier J., Chauvin G., Chesneau O., Garcia P. J. V., Grankin K., Isella A., Ratzka T., Tatulli E., Testi L., Weigelt G., Whelan E. T.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 517, id.L3*
- **The H $\alpha$  line forming region of AB Aurigae spatially resolved at sub-AU with the VEGA/CHARA spectro-interferometer**  
Roussellet-Perraut K., Benisty M., Mourard D., Rajabi S., Bacciotti F., Bérió Ph., Bonneau D., Chesneau O., Clause J. M., Delaa O., Marcotto A., Roussel A., Spang A., Stee Ph., Tallon-Bosc I., McAlister H., Ten Brummelaar T., Sturmman J., Sturmman L., Turner N., Farrington C., Goldfinger P. J.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 516, id.L1*
- **Ellipsoidal primary of the RS CVn binary  $\zeta$  Andromedae . Investigation using high-resolution spectroscopy and optical interferometry**  
Korhonen H., Wittkowski M., Kovári Zs., Granzer Th., Hackman T., Strassmeier K. G.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 515, id.A14*
- **Angular diameter estimation of interferometric calibrators. Example of  $\lambda$  Gruis, calibrator for VLTI-AMBER**  
Cruzalèbes P., Jorissen A., Sacuto S., Bonneau D.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 515, id.A6*
- **The complex structure of the disk around HD 100546. The inner few astronomical units**  
Benisty M., Tatulli E., Ménard F., Swain M. R.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 511, id.A75*
- **Strong near-infrared emission in the sub-AU disk of the Herbig Ae star HD 163296 : evidence of refractory dust ?**  
Benisty M., Natta A., Isella A., Berger J.-P., Massi F., Le Bouquin J.-B., Mérand A., Duvert G., Kraus S., Malbet F., Olofsson J., Robbe-Dubois S., Testi L., Vannier M., Weigelt G.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 511, id.A74*
- **VLTI/AMBER spectro-interferometric imaging of VX Sagittarii**  
Chiavassa A., Lacour S., Millour F., Driebe T., Wittkowski M., Plez B., Thiébaud E., Josselin E., Freytag B., Scholz M., Haubois X.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 511, id.A51*
- **Phase closure nulling of HD 59717 with AMBER/VLTI . Detection of the close faint companion**



- Duvert G., Chelli A., Malbet F., Kern P.  
**2010** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 509, id.A66*
- **VEGA : Visible spECTroGraph and polARimeter for the CHARA array : principle and performance**  
 Mourard D., Clause J. M., Marcotto A., Perraut K., Tallon-Bosc I., Bério Ph., Blazit A., Bonneau D., Bosio S., Bresson Y., Chesneau O., Delaa O., Hénault F., Hughes Y., Lagarde S., Merlin G., Roussel A., Spang A., Stee Ph., Tallon M., Antonelli P., Foy R., Kervella P., Petrov R., Thiebaut E., Vakili F., McAlister H., ten Brummelaar T., Sturmman J., Sturmman L., Turner N., Farrington C., Goldfinger P. J.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 508, Issue 2, 2009, pp.1073-1083*
  - **A binary engine fuelling HD 87643**  
 Millour F., Chesneau O., Borges Fernandes M., Meilland A., Mars G., Benoist C., Thiebaut E., Stee P., Hofmann K.-H., Baron F., Young J., Bendjoya P., Carciofi A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Jankov S., Kervella P., Petrov R. G., Robbe-Dubois S., Vakili F., Waters L. B. F. M., Weigelt G.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 507, Issue 1, 2009, pp.317-326*
  - **Resolving the asymmetric inner wind region of the yellow hypergiant IRC +10420 with VLTI/AMBER in low and high spectral resolution mode**  
 Driebe T., Groh J. H., Hofmann K.-H., Ohnaka K., Kraus S., Millour F., Murakawa K., Schertl D., Weigelt G., Petrov R., Wittkowski M., Hummel C. A., Le Bouquin J. B., Merand A., Scholler M., Massi F., Stee P., Tatulli E.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 507, Issue 1, 2009, pp.301-316*
  - **VLTI/AMBER unveils a possible dusty pinwheel nebula in WR118**  
 Millour F., Driebe T., Chesneau O., Groh J. H., Hofmann K.-H., Murakawa K., Ohnaka K., Schertl D., Weigelt G.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 506, Issue 3, 2009, pp.L49-L52*
  - **Mass-radius relation of low and very low-mass stars revisited with the VLTI**  
 Demory B.-O., Ségransan D., Forveille T., Queloz D., Beuzit J.-L., Delfosse X., di Folco E., Kervella P., Le Bouquin J.-B., Perrier C., Benisty M., Duvert G., Hofmann K.-H., Lopez B., Petrov R.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 505, Issue 1, 2009, pp.205-215*
  - **Spatially resolving the inhomogeneous structure of the dynamical atmosphere of Betelgeuse with VLTI/AMBER**  
 Ohnaka K., Hofmann K.-H., Benisty M., Chelli A., Driebe T., Millour F., Petrov R., Schertl D., Stee Ph., Vakili F., Weigelt G.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 503, Issue 1, 2009, pp.183-195*
  - **Optimised data reduction for the AMBER/VLTI instrument**  
 Chelli A., Utrera O. H., Duvert G.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 502, Issue 2, 2009, pp.705-709*
  - **The circumbinary dusty disk around the hydrogen-deficient binary star  $\nu$  Sagittarii**  
 Netolický M., Bonneau D., Chesneau O., Harmanec P., Koubský P., Mourard D., Stee P.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 499, Issue 3, 2009, pp.827-833*
  - **The spin-orbit alignment of the Fomalhaut planetary system probed by optical long baseline interferometry**  
 Le Bouquin J.-B., Absil O., Benisty M., Massi F., Mérand A., Steff S.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 498, Issue 3, 2009, pp.L41-L44*
  - **Phase closure nulling. Application to the spectroscopy of faint companions**  
 Chelli A., Duvert G., Malbet F., Kern P.  
**2009** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 498, Issue 1, 2009, pp.321-327*
  - **Tracing the young massive high-eccentricity binary system  $\theta^1$ Orionis C through periastron passage**  
 Kraus S., Weigelt G., Balega Y. Y., Docobo J. A., Hofmann K.-H., Preibisch T., Schertl D., Tamazian V. S., Driebe T., Ohnaka K., Petrov R., Schöller M., Smith M.

- 2009 - Astronomy and Astrophysics, Volume 497, Issue 1, 2009, pp.195-207**
- **Pre-maximum spectro-imaging of the Mira star T Leporis with AMBER/VLTI**  
Le Bouquin J.-B., Lacour S., Renard S., Thiébaud E., Merand A., Verhoelst T.  
**2009 - Astronomy and Astrophysics, Volume 496, Issue 1, 2009, pp.L1-L4**
  - **Diameter and photospheric structures of Canopus from AMBER/VLTI interferometry**  
Domiciano de Souza A., Bendjoya P., Vakili F., Millour F., Petrov R. G.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 489, Issue 2, 2008, pp.L5-L8**
  - **The origin of hydrogen line emission for five Herbig Ae/Be stars spatially resolved by VLTI/AMBER spectro-interferometry**  
Kraus S., Hofmann K.-H., Benisty M., Berger J.-P., Chesneau O., Isella A., Malbet F., Meilland A., Nardetto N., Natta A., Preibisch T., Schertl D., Smith M., Stee P., Tatulli E., Testi L., Weigelt G.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 489, Issue 3, 2008, pp.1157-1173**
  - **$\delta$  Centauri : a new binary Be star detected by VLTI/AMBER spectro-interferometry**  
Meilland A., Millour F., Stee Ph., Spang A., Petrov R., Bonneau D., Perraut K., Massi F.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 488, Issue 3, 2008, pp.L67-L70**
  - **First VLTI infrared spectro-interferometry on GCIRS 7. Characterizing the prime reference source for Galactic center observations at highest angular resolution**  
Pott J.-U., Eckart A., Glindemann A., Kraus S., Schödel R., Ghez A. M., Woillez J., Weigelt G.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 487, Issue 1, 2008, pp.413-418**
  - **Resolving the ionized wind of the post-red supergiant IRC +10 420 with VLTI/AMBER**  
de Wit W. J., Oudmaijer R. D., Groenewegen M. A. T., Hoare M. G., Malbet F.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 480, Issue 1, March II 2008, pp.149-155**
  - **J, H, K spectro-interferometry of the Mira variable S Orionis**  
Wittkowski M., Boboltz D. A., Driebe T., Le Bouquin J.-B., Millour F., Ohnaka K., Scholz M.  
**2008 - Astronomy and Astrophysics, Volume 479, Issue 1, February III 2008, pp.L21-L24**
  - **The molecular and dusty composition of Betelgeuse's inner circumstellar environment**  
Perrin G., Verhoelst T., Ridgway S. T., Cami J., Nguyen Q. N., Chesneau O., Lopez B., Leinert Ch., Richichi A.  
**2007 - Astronomy and Astrophysics, Volume 474, Issue 2, November I 2007, pp.599-608**
  - **AMBER/VLTI interferometric observations of the recurrent Nova RS Ophiuchii 5.5 days after outburst**  
Chesneau O., Nardetto N., Millour F., Hummel C., Domiciano de Souza A., Bonneau D., Vannier M., Rantakyro F., Spang A., Malbet F., Mourard D., Bode M. F., O'Brien T. J., Skinner G., Petrov R. G., Stee P., Tatulli E., Vakili F.  
**2007 - Astronomy and Astrophysics, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.119-126**
  - **Direct constraint on the distance of  $\gamma 2$  Velorum from AMBER/VLTI observations**  
Millour F., Petrov R. G., Chesneau O., Bonneau D., Dessart L., Bechet C., Tallon-Bosc I., Tallon M., Thiébaud E., Vakili F., Malbet F., Mourard D., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Tatulli E., Weigelt G., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heining M., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kamm D., Kiekebusch M., Kraus S., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stee P., Stefanini P., Tasso D., Testi L., von der Lühe O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N.  
**2007 - Astronomy and Astrophysics, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.107-118**
  - **Near-infrared interferometry of  $\eta$  Carinae with spectral resolutions of 1 500 and 12 000**

### using AMBER/VLTI

Weigelt G., Kraus S., Driebe T., Petrov R. G., Hofmann K.-H., Millour F., Chesneau O., Schertl D., Malbet F., Hillier J. D., Gull T., Davidson K., Domiciano de Souza A., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Tatulli E., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Kamm D., Kiekebusch M., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stee P., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Testi L., Vakili F., von der Lühe O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N., Weis K., Wittkowski M.

2007 - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.87-106

- **AMBER/VLTI and MIDI/VLTI spectro-interferometric observations of the B[e] supergiant CPD-57.2874. Size and geometry of the circumstellar envelope in the near- and mid-IR**

Domiciano de Souza A., Driebe T., Chesneau O., Hofmann K.-H., Kraus S., Miroshnichenko A. S., Ohnaka K., Petrov R. G., Preisbisch T., Stee P., Weigelt G., Lisi F., Malbet F., Richichi A.

2007 - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.81-86

- **An asymmetry detected in the disk of  $\kappa$  Canis Majoris with AMBER/VLTI**

Meilland A., Millour F., Stee P., Domiciano de Souza A., Petrov R. G., Mourard D., Jankov S., Robbe-Dubois S., Spang A., Aristidi E., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Malbet F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Roussel A., Tatulli E., Weigelt G., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kamm D., Kiekebusch M., Kraus S., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Testi L., Vakili F., von der Lühe O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N.

2007 - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.73-79

- **First direct detection of a Keplerian rotating disk around the Be star  $\alpha$  Arae using AMBER/VLTI**

Meilland A., Stee P., Vannier M., Millour F., Domiciano de Souza A., Malbet F., Martayan C., Paresce F., Petrov R. G., Richichi A., Spang A.

2007 - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.59-71

- **Constraining the wind launching region in Herbig Ae stars : AMBER/VLTI spectroscopy of HD 104237**

Tatulli E., Isella A., Natta A., Testi L., Marconi A., Malbet F., Stee P., Petrov R. G., Millour F., Chelli A., Duvert G., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Dugué M., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Weigelt G., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kamm D., Kiekebusch M., Kraus S., Le Contel D., Le Contel

J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Vakili F., von der Lüche O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N.

**2007** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.55-58*

– **Disk and wind interaction in the young stellar object MWC 297 spatially resolved with AMBER/VLTI**

Malbet F., Benisty M., de Wit W.-J., Kraus S., Meilland A., Millour F., Tatulli E., Berger J.-P., Chesneau O., Hofmann K.-H., Isella A., Natta A., Petrov R. G., Preibisch T., Stee P., Testi L., Weigelt G., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Kamm D., Kiekebusch M., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Vakili F., von der Lüche O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N.

**2007** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.43-53*

– **Interferometric data reduction with AMBER/VLTI. Principle, estimators, and illustration**

Tatulli E., Millour F., Chelli A., Duvert G., Acke B., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kraus S., Malbet F., Mège P., Petrov R. G., Vannier M., Zins G., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Dugué M., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Weigelt G., Accardo M., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Kamm D., Kiekebusch M., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stee P., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Testi L., Vakili F., von der Lüche O., Valtier J.-C., Ventura N.

**2007** - *Astronomy and Astrophysics, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.29-42*

– **Optical configuration and analysis of the AMBER/VLTI instrument**

Robbe-Dubois S., Lagarde S., Petrov R. G., Lisi F., Beckmann U., Antonelli P., Bresson Y., Martinot-Lagarde G., Roussel A., Salinari P., Vannier M., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Le Coarer E., Malbet F., Millour F., Perraut K., Puget P., Rantakyro F., Tatulli E., Weigelt G., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clausse J.-M., Colin J., Connot C., Delage L., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kamm D., Kiekebusch M., Kraus S., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid

- W., Spang A., Stee P., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Testi L., Vakili F., von der Lüche O., Valtier J.-C., Ventura N.  
**2007** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.13-27
- **AMBER, the near-infrared spectro-interferometric three-telescope VLTI instrument**  
 Petrov R. G., Malbet F., Weigelt G., Antonelli P., Beckmann U., Bresson Y., Chelli A., Dugué M., Duvert G., Gennari S., Glück L., Kern P., Lagarde S., Le Coarer E., Lisi F., Millour F., Perraut K., Puget P., Rantakyrö F., Robbe-Dubois S., Roussel A., Salinari P., Tatulli E., Zins G., Accardo M., Acke B., Agabi K., Altariba E., Arezki B., Aristidi E., Baffa C., Behrend J., Blöcker T., Bonhomme S., Busoni S., Cassaing F., Clause J.-M., Colin J., Connot C., Delboulbé A., Domiciano de Souza A., Driebe T., Feautrier P., Ferruzzi D., Forveille T., Fossat E., Foy R., Fraix-Burnet D., Gallardo A., Giani E., Gil C., Glentzlin A., Heiden M., Heininger M., Hernandez Utrera O., Hofmann K.-H., Kamm D., Kiekebusch M., Kraus S., Le Contel D., Le Contel J.-M., Lesourd T., Lopez B., Lopez M., Magnard Y., Marconi A., Mars G., Martinot-Lagarde G., Mathias P., Mège P., Monin J.-L., Mouillet D., Mourard D., Nussbaum E., Ohnaka K., Pacheco J., Perrier C., Rabbia Y., Rebattu S., Reynaud F., Richichi A., Robini A., Sacchettini M., Schertl D., Schöller M., Solscheid W., Spang A., Stee P., Stefanini P., Tallon M., Tallon-Bosc I., Tasso D., Testi L., Vakili F., von der Lüche O., Valtier J.-C., Vannier M., Ventura N.  
**2007** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 464, Issue 1, March II 2007, pp.1-12
  - **SearchCal : a virtual observatory tool for searching calibrators in optical long baseline interferometry. I. The bright object case**  
 Bonneau D., Clause J.-M., Delfosse X., Mourard D., Cetre S., Chelli A., Cruzalèbes P., Duvert G., Zins G.  
**2006** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 456, Issue 2, September III 2006, pp.789-789
  - **A new analysis of the nucleus of NGC 1068 with MIDI observations**  
 Poncelet A., Perrin G., Sol H.  
**2006** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 450, Issue 2, May I 2006, pp.483-494
  - **Extended envelopes around Galactic Cepheids. I. L Carinae from near and mid-infrared interferometry with the VLTI**  
 Kervella P., Mérand A., Perrin G., Coudé Du Foresto V.  
**2006** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 448, Issue 2, March III 2006, pp.623-631
  - **A catalog of bright calibrator stars for 200-m baseline near-infrared stellar interferometry**  
 Mérand A., Bordé P., Coudé Du Foresto V.  
**2005** - *Astronomy and Astrophysics*, Volume 433, Issue 3, April III 2005, pp.1155-1162