

Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 1

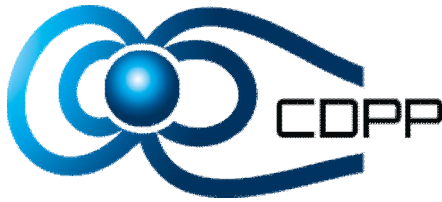


Rapport au Comité Directeur du CDPP

Bilan Avril 2013 ó Avril 2014

Perspectives et Enjeux

Rédigé par : Equipe CDPP	le : 20/05/2014	
Approuvé par : V. GENOT IRAP N. DUFOURG CNES - DCT/ME/EU	le : 20/05/2014	



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 2

DIFFUSION

		Observations
IRAP	V.GENOT	
IRAP	N. ANDRE	
IRAP	B. LAVRAUD	
IRAP	F. PITOUT	
IRAP	A. ROUILLARD	
IRAP	M. BOUCHEMIT	
IRAP	M. GANGLOFF	
IRAP	N. BOURREL	
IRAP/NOVELTIS	E. BUDNIK	
LESIA	B. CECCONI	
LESIA	C. BRIAND	
LESIA	O. ALEXANDROVA	
DSP/EU	F. CASOLI	
DSP/EU	J.L. COUNIL	
DSP/EU	J.Y. PRADO	
DCT/ME/D	O. MARSAL	
DCT/ME/EU	T. LEVOIR	
	JB. DUBOIS	
	N. DUFOURG	
	D. DELMAS	
DCT/PS/TVI	D. HEULET	
	A. BELLUCCI	
	R. MORENO	



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 3

BORDEREAU D'INDEXATION

TITRE : Rapport au Comité Directeur du CDPP

AUTEUR : équipe CDPP

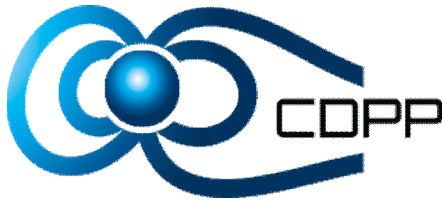
RESUME : rapport annuel des activités du CDPP en vue de la réunion du comité directeur

MOTS CLES : CDPP

SITUATION DU DOCUMENT : Ce document vit seul

NOMBRE DE PAGES : 73

SYSTEME HOTE : WINDOWS XP/WORD 2003



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 4

MODIFICATIONS

ETAT DOCUMENT			PAGES REVISEES
ED.	REV.	DATE	NUMEROS ET ETAT (*) DES PAGES MODIFIEES
01	00	05/05/2014	Création du document
	01	20/05/2014	Modification majeure

* : I = Inséré

S = Supprimé

M = Modifié

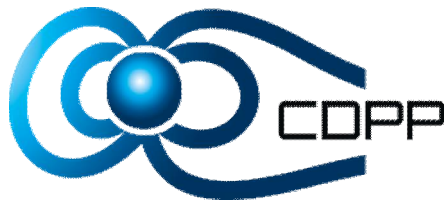
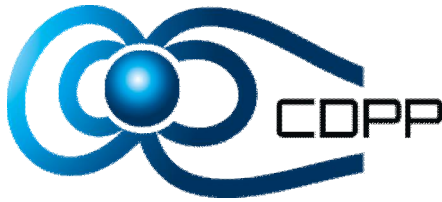
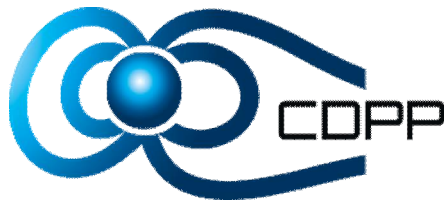


TABLE DES MATIERES.

1	INTRODUCTION	7
2	RAPPORT D'ACTIVITÉS (AVRIL 2013 ó AVRIL 2014).....	9
2.1	DONNEES	9
2.1.1	Activités d'archivage.....	10
2.1.2	La base de données d'AMDA.....	12
2.1.3	La base planétaire.....	12
2.1.4	La base de données miroir THEMIS (collaboration IRAP/CDPP).....	13
2.1.5	Accès à des bases de données distantes.....	14
2.2	SERVICES : DEVELOPPEMENTS TECHNIQUES	14
2.2.1	Serveur d'accès aux données de la base d'archive du CDPP.....	14
2.2.2	Un service d'analyse scientifique des données : AMDA.....	15
2.2.3	un service de visualisation de données contextuel : 3DView.....	16
2.2.4	relier perturbations solaires observées et mesures in-situ : Propagation tool	20
2.2.5	un outil de prevision en météorologie spatiale :le Space Weather tool.....	22
2.2.6	un outil de transformation de reperes en physique spatiale : TREPS	23
2.3	PARTICIPATION AUX PROJETS D'OBSERVATOIRES VIRTUELS	24
2.3.1	Héliophysique : participation au projet FP7 HELCATS.....	25
2.3.2	Planétologie : participation au projet EuroPLANET (FP7).....	25
2.3.3	Planétologie : participation au projet IMPEX (FP7).....	26
2.4	THESES, ANIMATION ET PRODUCTION SCIENTIFIQUES	30
2.5	STATISTIQUES D'UTILISATION DU CDPP.....	30
2.6	COMMUNICATION VISUELLE	34
2.6.1	Refonte graphique.....	34
3	PERSPECTIVES ET ENJEUX.....	36
3.1	STRATEGIE PROPOSEE AU COMITE DIRECTEUR	36
3.1.1	Contexte et caractéristiques de la situation actuelle.....	36
3.1.2	Principes et axes de la stratégie du CDPP.....	39
3.2	PROJETS AUTOUR DES DONNEES.....	40
3.2.1	Activités de traitement, d'archivage et de mise à disposition des données: un effort en direction de la planétologie.....	40
3.2.1.1	Archivages à court terme	40
3.2.1.2	Amélioration de l'accès aux données du CDPP.....	42
3.2.1.1	Développements autour de l'archive	43
3.2.2	La base Jupiter	44
3.2.3	Format CDPP.....	45
3.2.4	Projet autour des "données radio" (SILFE).....	45
3.2.5	Développement d'une base de données de "forme d'onde".....	46
3.2.6	Outil « ionosphère ».....	46
3.3	PROJETS EUROPEENS : SSA ET H2020.....	47
3.3.1	SSA.....	47
3.3.2	Europlanet2020	48
3.3.3	ADDmag.....	49
3.3.4	SafeSpace	50
3.3.5	Autres.....	51
3.4	IMPLICATIONS DANS LES PROJETS SPATIAUX.....	52
3.4.1	projets sélectionnés.....	52



3.4.2	<i>autres projets</i>	56
3.5	DEVELOPPEMENT DES SERVICES	56
3.5.1	<i>Développement et Industrialisation de AMDA</i>	56
3.5.2	<i>Utilisation de SAMP</i>	56
3.5.3	<i>Outil de propagation</i>	56
3.5.4	<i>Mise à disposition de web-services</i>	57
3.6	INVESTISSEMENT DANS LES PROJETS D'OBSERVATOIRES VIRTUELS ET D'INTEROPERABILITE.	57
3.6.1	<i>suite de HELIO</i>	57
3.6.2	<i>suite de EuroPLANET RI</i>	57
3.6.3	<i>suite de CASSIS</i>	58
3.6.4	<i>IMPEX</i>	58
3.6.5	<i>Implication dans l'IPDA</i>	58
3.6.6	<i>Implication dans l'VOA</i>	58
3.6.7	<i>OV-GSO, Observatoire Virtuel Grand Sud-Ouest</i>	59
3.6.8	<i>STORMS, un nouveau Service d'Observation</i>	60
4	STATUTS ET POSITIONNEMENT DU CDPP	62
4.1	RENOUVELLEMENT DE LA CONVENTION	62
5	ORGANISATION ET RESSOURCES	62
5.1	RESSOURCES HUMAINES.....	62
5.1.1	<i>Équipe CNES</i>	62
5.1.2	<i>Equipe CNRS</i>	63
5.1.3	<i>Impact des projets européens</i>	65
5.1.4	<i>Priorités de recrutement au CNAP</i>	66
5.2	SUPPORT INDUSTRIEL.....	67
5.2.1	<i>CNES</i>	67
5.2.2	<i>IRAP</i>	68
5.3	BUDGET	68
5.3.1	<i>CNES</i>	68
5.3.2	<i>IRAP</i>	68
6	CONCLUSIONS	70
7	REFERENCES	71
7.1	PUBLICATIONS DE REFERENCE SUR LES OUTILS DU CDPP	71
7.2	PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES RECENTES	71



1 INTRODUCTION

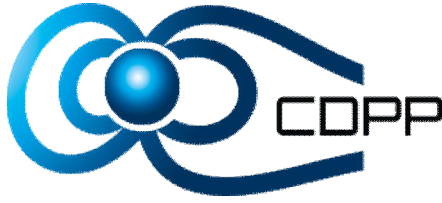
Lors de sa réunion du 2 Juin 2005, le CSE (Comité Scientifique Exécutif) du CDPP a redéfini les orientations du CDPP selon trois axes principaux :

- **Données** : poursuivre l'activité d'archivage pérenne des données obtenues par des expériences à participation françaises mais aussi (i) mettre à disposition des données récentes sur lesquelles se mobilise la communauté et (ii) les rendre facilement utilisables (extraction dans des formats standards)
- **Services** : développer des Services à Valeur Ajoutée attractifs offrant économie de temps et d'énergie aux utilisateurs et favorisant un accroissement du retour scientifique de l'exploitation des données
- **Interopérabilité et Observatoires Virtuels (OV)** : poursuite de l'investissement du CDPP dans le développement des standards et dans les projets d'OV à venir.

Le CDPP poursuit ces objectifs depuis 9 ans. Les faits marquants de son action peuvent être résumés ainsi:

- expansion thématique à l'héliophysique¹, la planétologie et la météorologie de l'espace;
- mise à disposition d'un service d'exploitation des données en ligne AMDA, qui fait référence et qui n'a pas (encore) d'équivalent; extension de l'outil d'orbithographie 3DView ; développement d'un outil de propagation de perturbations solaires ;
- développement de l'interopérabilité, en particulier autour d'AMDA ;
- participation à plusieurs projets européens (FP7 ou ESA) visant à définir et construire les e-infrastructures européennes (EUROPLANET RI, HELIO, CASSIS, VISPLANET, IMPEX);
- participation au développement des standards de description des données (SPASE, IPDA, IVOA) et intégration de ces éléments dans les outils et services du CDPP ;
- une utilisation significativement accrue du CDPP par la communauté scientifique.

¹ Héliophysique: étude du système soleil-héliosphère-magnétosphères-ionosphères et des couplages qui s'y exercent



Résumé des discussions de la réunion du Comité Directeur du 23 mai 2013

o Traçabilité des accès et reconnaissance du CDPP par les utilisateurs, surtout si étrangers

o Accord pour accepter la candidature de Claire Foullon comme membre du CU

o la météo de l'espace n'est pas le cœur d'activité du CDPP. Une présentation du CDPP au SSA est souhaitable de manière à évaluer l'intérêt du CDPP pour le volet SWE du SSA

o Il est légitime que le groupe SHM prenne ce scénario en compte dans sa réflexion sur la prospective scientifique 2014

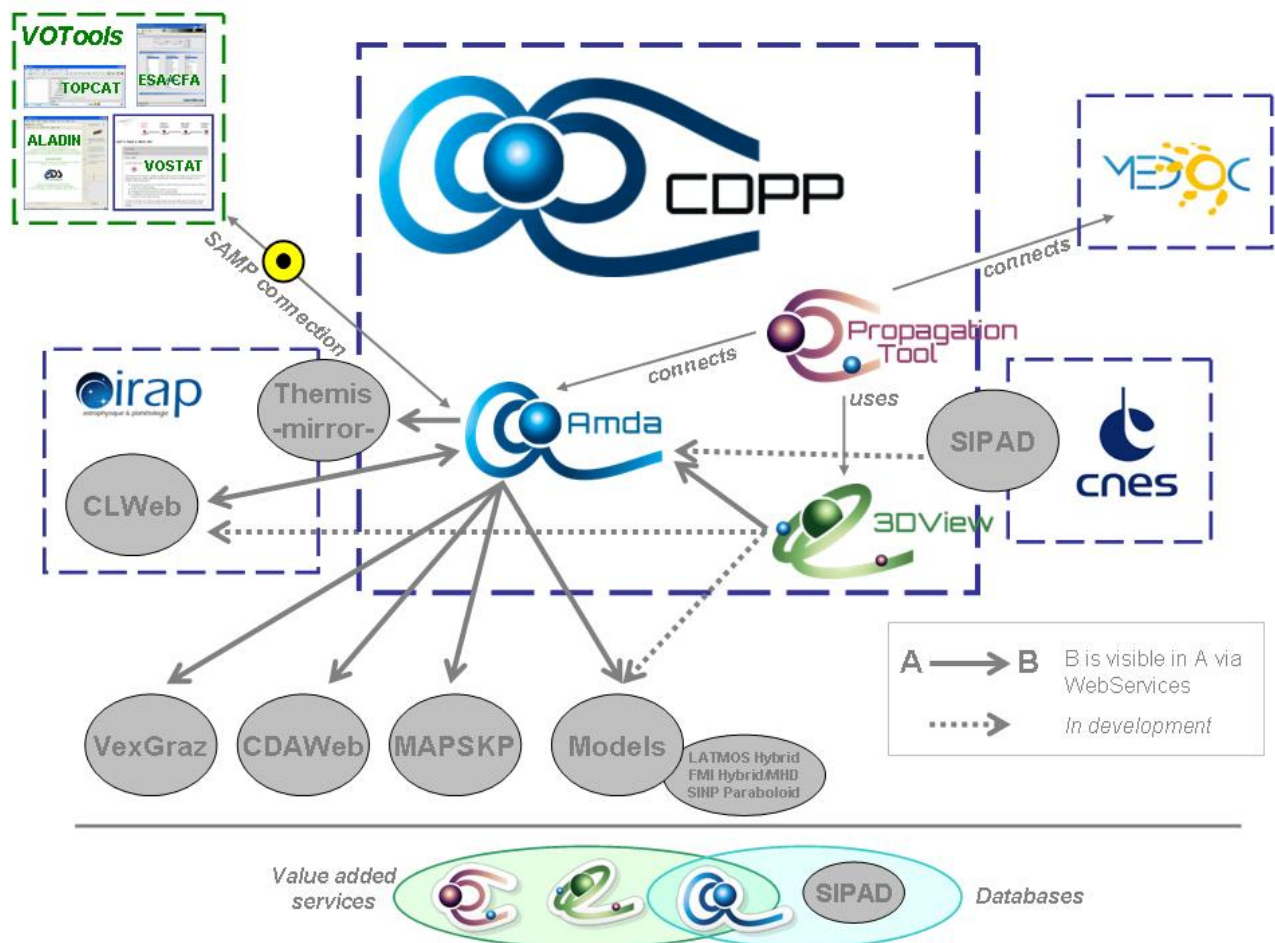
o Nom de domaine .fr ou .eu ? Décision : .eu

Le rapport qui suit fournit un bilan de l'exercice avril 2013 ó avril 2014 et décrit les perspectives envisagées par l'équipe du CDPP.

2 RAPPORT D'ACTIVITÉS (AVRIL 2013 È AVRIL 2014)

2.1 DONNEES

Le CDPP met à disposition plusieurs bases de données : la base d'archive du SIPAD au CNES, la base de données du service AMDA, et la base miroir THEMIS. Le CDPP a par ailleurs développé des liens interopérables permettant d'extraire des données depuis des bases externes. La figure ci-dessous donne une représentation schématique de l'accès aux données tel qu'il est offert par le CDPP ainsi que de la connexion de ses différents services entre eux et vers l'extérieur.



Bases de données et services accessibles à travers le CDPP.

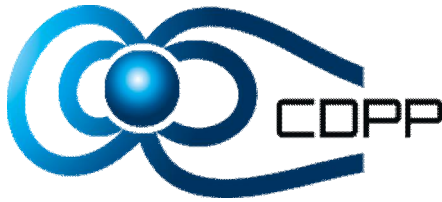


2.1.1 ACTIVITES D'ARCHIVAGE

L'archivage des données des expériences relevant du cadre défini par la convention CNES-CNRS (et la nouvelle CNES-CNRS-ObsParis-UPS) reste une tâche de fond essentielle. Elle comporte plusieurs types d'activités, à savoir : récupération des données depuis leur site de production, stockage de ces données par le service STAF du CNES, création des métadonnées permettant de décrire les missions, les observatoires, les expériences, les instruments et les jeux de données, constitution et tri de la documentation, et, lorsque cela est possible, ajout de représentations graphiques systématiques qui sont une valeur ajoutée importante pour l'archive. Ces activités se terminent toujours par un référencement des données ou documents produits dans le catalogue de diffusion. Pour les données anciennes, toutes ces activités sont prises en charge par le CDPP. Pour les missions en cours, un partage des tâches est défini avec l'équipe laboratoire.

Le tableau suivant présente une synthèse des activités récurrentes d'archivage menées sur la période Avril 2013 à Avril 2014. Pour chaque mission ou expérience, il présente la date de début de l'activité d'archivage, la périodicité d'acquisition des données et la couverture temporelle de l'ensemble des données archivées. Ne sont pas détaillées les activités de traitement par rapport aux activités de retraitement.

Mission/Expérience	Date de début d'archivage	Périodicité	Période couverte
Mission CASSINI			
Données RPWS	Novembre 2010	Quotidienne (Rattrapage)	Octobre 1997 à décembre 2013
Mission CLUSTER			
Paramètres CSDS	Mi-2001	Mensuelle	Variable selon les expériences
WHISPER	Fin 2004	Hebdomadaire	Janvier 2001 à février 2014
STAFF	Mi -2007	Toujours en attente de nouvelles données	Janvier 2001 à décembre 2012
CIS	Mi-2008	Toujours en attente de nouvelles données	Janvier 2001 à décembre 2012
Mission STEREO			
Données SWAVES	Juillet 2007	Hebdomadaire	Octobre 2006 à avril 2014
Mission WIND			
3DP	Fin 2000	Trimestrielle	Novembre 1994 à septembre 2013
WAVES	Début 2002	Mensuelle	Novembre 1994 à février 2014



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 11

Programme EISCAT			
Radars EISCAT	Début 1999	Toujours en attente de nouvelles données	Janvier 1997 à décembre 2008
Mission GIOTTO			
Données RPA	Novembre 2010	Jeu par jeu	Mars 1986 et Juillet 1992

Excepté pour les missions ULYSSES, DOUBLE-STAR et DEMETER qui sont maintenant terminées, les activités récurrentes d'archivage sur les autres missions vont se poursuivre sur plusieurs années.

La décision d'extension de mission Cluster a eu pour conséquence la redéfinition des différentes chaînes de traitement des expériences et en conséquence la modification des chaînes d'acquisition et d'archivage du CDPP. A noter en particulier l'arrêt de la production des données WHISPER HR par le CDPP, cette production étant reprise par le LPC2E.

De nouveaux jeux de données Cluster ont également été ingérés dans le SIPAD.

De nouvelles données EISCAT issues de Grenoble sont en cours d'archivage. Les 1ères livraisons n'ayant pas été correctes, nous sommes en attente de correction des chaînes de traitement à l'IRAP.

A ces activités d'archivage, s'ajoute la récupération hebdomadaire des données de niveau 2 de l'expérience SWAVES de la mission STEREO dont le CDPP est le centre distributeur (le CDPP récupère et distribue les données N2 préliminaires et archive et distribue les données N2 définitives).

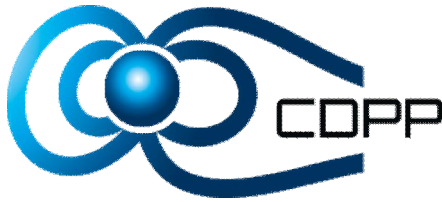
En 2012 a démarré une activité de mise à disposition des éphémérides pour l'ensemble des observatoires de l'archive dans un format ASCII plus simple à utiliser que le format existant précédemment et qui nécessitait des routines spécifiques de lecture. Les données d'éphéméride sont disponibles pour les missions Cluster, Demeter, Double Star, Interball, Stereo et Wind. Cette action va se terminer courant 2014.

En 2013 a démarré la prise en compte de nouveaux jeux de données : Cassini N3, Forme d'onde Stereo.

Les données Giotto ont été fournies pour validation scientifique et pour intégration dans la base AMDA. Elles seront mises à disposition via le SIPAD après validation.

Volumétrie :

Fin Mars 2014, la base d'archive du CDPP représente :



- ✓ 683 jeux de données (+ 14),
- ✓ 2.705.060 fichiers de données (+ 309.389),
- ✓ 90 jeux d'images (+ 0),
- ✓ 576.041 images (en 2 résolutions) (+ 5.050),
- ✓ 13 To d'objets de stockage (+ 1 To) (correspondant à 48 To de données).

Les missions CLUSTER, DEMETER et INTERBALL représentent les volumes les plus importants.

2.1.2 LA BASE DE DONNEES D'AMDA.

Le service AMDA (décrit en section 2.2.2) possède sa propre base de données. Il s'agit d'une base d'usage regroupant les données les plus utilisées et couvrant de façon quasi-continue une trentaine d'années d'exploration de la magnétosphère. Cette vaste collection de données inclut des mesures obtenues par les missions THEMIS, CLUSTER, DoubleSTAR, GEOTAIL, INTERBALL, POLAR, ACE, WIND, IMP-8, ISEE et sol (indices géomagnétique), etc. Des données planétaires y sont intégrées (CASSINI/RPWS, VEX/ASPERA-4, MEX/ASPERA-3, etc.).

En 2013-2014 les données suivantes ont été ajoutées :

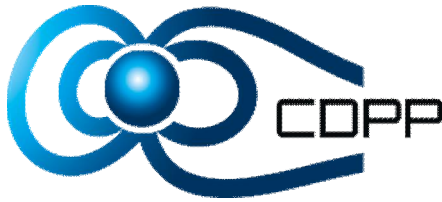
- VEX-MAG de PSA (1s et 4s)
- ACE « real time » de NOAA (MAG et plasma)
- CLUSTER : FGM_5VPS, POT_5VPS
- Paramètres du vent solaire propagé par le code MHD 1D de C. Tao (post-doc à l'IRAP) pour Mars, Jupiter, Saturne

A venir très prochainement : Giotto et Rosetta.

Le volume actuel de cette base est de l'ordre de 650 Go. Depuis 2013 une sauvegarde régulière de toutes ces données (et du code logiciel) sur le site de Tarbes est réalisée grâce à un service mis en place par ODC (OMP Data Centre <http://www2.obs-mip.fr/odc>).

2.1.3 LA BASE PLANETAIRE

A partir de l'année 2011 le CDPP s'est beaucoup investi dans l'archivage et la mise à disposition de nouvelles données servant la planétologie. Cet effort a été investi tant dans le cadre des projets EUROPLANET et IMPEX que dans la perspective de la préparation des projets spatiaux futurs (support à la mission JUICE, voir ci-dessous).



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 13

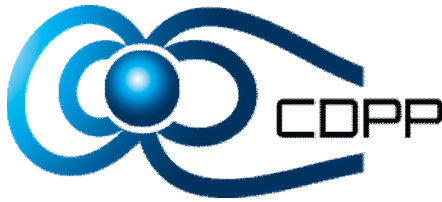
Grâce au recrutement en CDD de Benjamin Renard (il quittera le CDPP fin juin 2013), la base AMDA a ainsi été enrichie de très nombreuses ressources planétaires (données éphémérides, champ magnétique, plasma, particules énergétiques, ondes, etc) provenant de différentes bases de données (NASA/PDS, ONERA) ou à travers des liens interopérables (Venus Express MAG à IWF/Graz, Cassini MAPSKP à l'IRAP). Les choix de priorité ont été guidés par la disponibilité et l'intérêt des données pour les utilisateurs, notamment pour celles obtenues sur les missions en cours d'exploitation (Mars Express, Venus Express, Cassini), les missions NASA (MESSENGER) sans participation hardware européenne, ou encore celles permettant de préparer les missions futures (MESSENGER pour BepiColombo, Galileo pour Juno et JUICE). L'acquisition de certaines d'entre elles a été réalisée en collaboration avec des chercheurs de la communauté spécialistes de ces données (A. Fedorov pour les données ASPERA de Mars et Venus Express, P. Schippers pour les données Cassini CAPS).

Base de Données Jupiter : Dans la perspective de la mission JUICE de l'ESA pour laquelle les laboratoires français ont étudié la fourniture de détecteurs de particules chargées et de senseurs électromagnétiques, un effort tout particulier a été apporté à la constitution d'une base de données obtenues dans l'environnement de Jupiter et de ses lunes des plus complètes. Cette base de données, qui a bénéficié d'un support spécifique du CNES, a été mise en service en 2012. Cette action devrait permettre au CDPP de se placer en bonne position pour être un artisan clef pour l'archivage et la dissémination des données de cette mission (ce sera déjà officiellement le cas pour l'instrument RPWI), ainsi que pour les données de la mission NASA Juno qui arrivera à Jupiter en 2016. Des discussions avec l'équipe projet Juno ont débuté au printemps 2013 (présentation des activités CDPP au Juno team meeting, avril 2013).

2.1.4 LA BASE DE DONNEES MIROIR THEMIS (COLLABORATION IRAP/CDPP)

L'IRAP est co-I de la mission THEMIS et a la responsabilité d'établir, de maintenir et de mettre à disposition une base des données THEMIS miroir de celle de la mission résidente au SSL à Berkeley. Cette base miroir a été rapidement mise en place au CDPP avec la collaboration d'un *ingénieur associé* de l'IRAP, E. Penou. Le CDPP met ainsi à disposition les mesures de THEMIS (données spatiales uniquement, les données sol étant trop volumineuses et les outils du CDPP ne permettant pas leur analyse) dans un délai de moins de 48 heures après leur acquisition. Le service AMDA accède à la base THEMIS via une connexion NFS.

Le volume actuel de la base THEMIS est de ~12 To, dont 5 pour la partie « ground based » (images des caméras plein ciel, et vecteurs champ magnétique des stations sol).



2.1.5 ACCES A DES BASES DE DONNEES DISTANTES.

Au cours de son travail d'analyse, le chercheur a souvent besoin d'accéder à des données complémentaires qui ne sont pas nécessairement mises en base au CDPP. Le CDPP a donc développé des liens interopérables permettant d'accéder au contenu de plusieurs bases distantes à partir du service AMDA. L'utilisateur d'AMDA peut ainsi extraire et exploiter directement les données provenant des bases :

- CDAWeb, (NASA/SPDF, Etats-Unis)
- CASSINI/MAPSKP, (IRAP)
- VEX-MAG (IWF, Autriche)
- THEMIS (IRAP, connexion NFS)

Il faut ajouter à cette liste les bases de modèles mises en accès grâce au projet IMPEX : les bases du LATMOS (LatHyS) et du FMI (HWA), ainsi les services de calcul de modèles « à la volée » (au SINP et au LESIA). Des démonstrateurs d'accès aux simulations du CCMC et de UCLA ont aussi été réalisés. Enfin la base de données observationnelles CLWeb sera aussi bientôt accessible depuis AMDA.

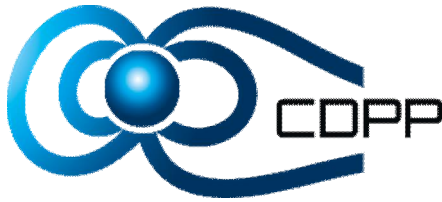
2.2 SERVICES : DEVELOPPEMENTS TECHNIQUES

2.2.1 SERVEUR D'ACCES AUX DONNEES DE LA BASE D'ARCHIVE DU CDPP

Le serveur CNES d'accès à l'archive du CDPP est accessible via le serveur du CDPP ou bien directement à l'adresse <http://cdpp2.cnes.fr/cdpp>. Ce serveur est basé sur le système SIPAD-NG (Système d'Information, de Préservation et d'Accès aux Données ó Nouvelle Génération), utilisé par plusieurs Centres de Données CNES.

Ce serveur a été mis à jour courant 2012 avec la dernière version du SIPAD-NG (version 4.7) qui, en plus de quelques améliorations de l'IHM, ajoute des fonctions d'accès par services Web qui permettent aux applications de type AMDA ou 3DView d'accéder à l'archive du CDPP. Ces webservices ont été complétés en 2013.

Le serveur SIPAD-NG va migrer courant 2014 sur la nouvelle architecture Web-NG à base de plateforme Linux et de machines virtuelles. Le CDPP disposera à cette occasion de la dernière version du produit SIPAD-NG et en particulier d'une interface utilisateur plus moderne et plus efficace.



2.2.2 UN SERVICE D'ANALYSE SCIENTIFIQUE DES DONNEES : AMDA

AMDA (Automated Multi-Dataset Analysis) est un outil d'analyse scientifique en ligne. Son développement a commencé mi-2006. Son système repose sur trois fondements :

- l'accès automatisé aux données permettant à l'utilisateur de travailler de façon transparente avec les paramètres physiques sans plus se soucier des fichiers qui contiennent leurs mesures
- la génération et la gestion de tables d'événements permettant des manipulations de données automatisées
- l'interface utilisateur permettant de formuler, sauvegarder et gérer les requêtes ainsi que leurs résultats.

AMDA offre des fonctionnalités "classiques" de visualisation ou d'extraction des données mais aussi d'autres plus novatrices : calcul de paramètres à partir du contenu des données, recherche visuelle ou automatisée sur le contenu des données, génération et gestion de tables d'événements ou de catalogues.

L'année 2010 a vu démarrer les activités d'industrialisation d'AMDA au travers de la mise en place d'un contrat industriel (AKKA) portant sur l'IHM et pour une durée d'une année à cheval sur 2010 et 2011. Ce contrat a permis de définir les choix technologiques et les concepts de cette nouvelle IHM (bureau dans un navigateur). A la fin du contrat le développement a continué en interne. Une première version a été testée positivement par le Comité des Utilisateurs mais elle n'était pas assez aboutie pour une ouverture publique. En 2013, une campagne complète de tests a permis d'identifier les derniers problèmes (retour du CU d'avril 2013) qui concernaient, outre quelques bugs, l'aide et la mise à jour de la base. L'ouverture officielle de la version opérationnelle a finalement eu lieu le 28 novembre 2013.

Parallèlement une refonte du noyau d'AMDA (programmation objet, nouvelles fonctionnalités scientifiques, indépendance vis-à-vis d'IDL, í) a débuté en 2012. La 1^{ère} prestation industrielle a concerné le développement de la fonction paramètre du noyau, fonction centrale du noyau AMDA (société AKKA). Ce développement, réalisé selon la méthode Agile SCRUM et avec le support de l'équipe technique AMDA a été réalisé fin 2012-début 2013.

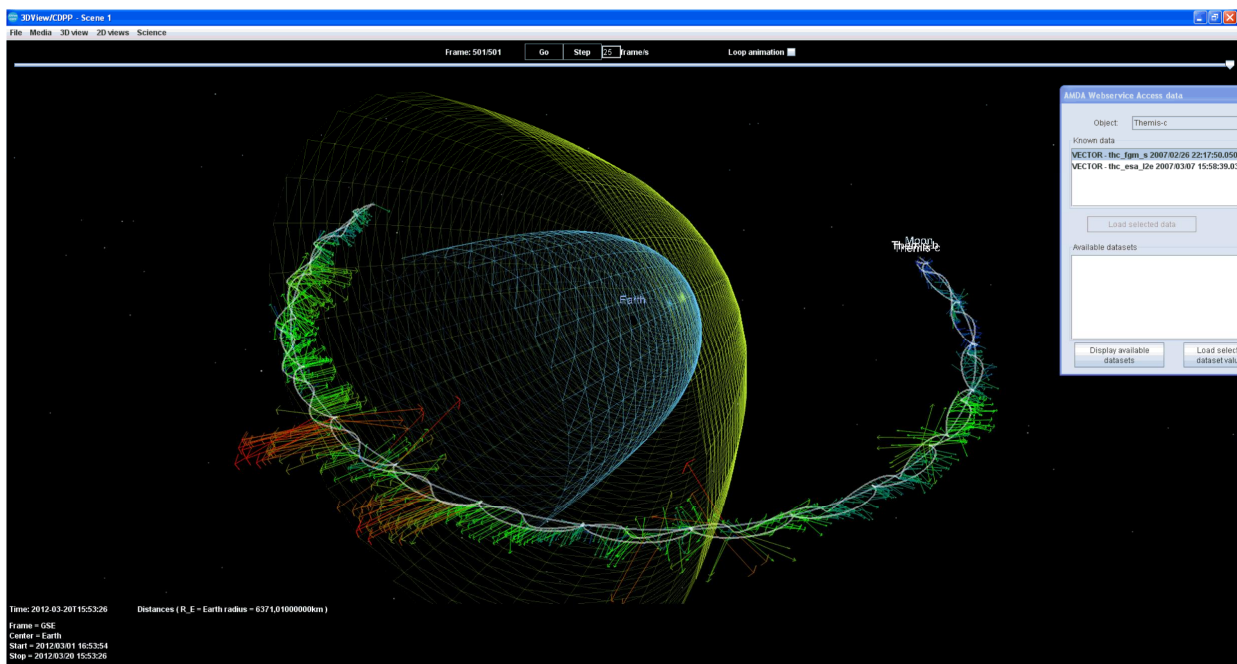
Elle s'est poursuivie en 2013 par le développement des autres fonctions du noyau (société CS). Cette dernière prestation n'a pas permis de réaliser toutes les fonctions attendues et une autre prestation aura lieu d'ici la fin 2014.

2.2.3 UN SERVICE DE VISUALISATION DE DONNEES CONTEXTUEL : 3DVIEW

L'outil 3DView est un outil de localisation et de visualisation en 3 dimensions des sondes et des objets dans le système solaire. L'outil a été développé par la société GFI sous la maîtrise du CNES. Le CDPP a participé à la définition de certaines de ses spécifications et à ses tests utilisateurs.

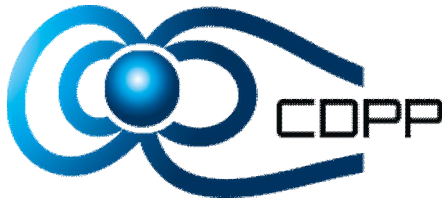
L'outil 3DView est très performant et ses capacités déjà existantes et potentielles sont d'une grande utilité pour l'exploitation scientifique des données. Il peut être enrichi pour servir plusieurs disciplines au sein la planétologie, mais aussi dans le cadre de l'étude de l'héliosphère, des relations Soleil-Terre-planètes ou de la magnétosphère terrestre.

Les développements du logiciel 3DView à court terme concernent principalement ceux dans le cadre du projet IMPEx (cf § 3.4.5) et dans un cadre plus prospectif ceux dans le cadre de la mission martienne MAVEN (NASA) ; ces derniers développements recoupent d'ailleurs pour partie ceux du projet IMPEx.



Un exemple de représentation de 3DView faisant figurer les données (vecteur champ magnétique) mesurées le long des trajectoires des deux sondes Artemis en orbite autour de la Lune, dans le vent solaire, la magnétogaine et la queue magnétosphérique (les deux surfaces colorées représentent le choc et la magnétopause).

Les objectifs du projet IMPEx imposent une forte interopérabilité entre les outils et bases de données impliquées. Pour cela 3DView, qui est un des outils centraux de ce projet, devra acquérir une couche de communication qui n'existe actuellement que sous forme prototype



(connexion avec certaines données de AMDA). Cela implique l'implémentation des protocoles et des interfaces définis par le projet dans la phase d'architecture (printemps 2012). Un aspect essentiel concerne les nouvelles fonctionnalités de visualisation (1) des données observationnelles le long des trajectoires des satellites présents dans la scène, (2) des données de simulation et de modèles interpolées le long des trajectoires de satellites et en 3D (coupes selon différents plans choisis par l'utilisateur, iso-surfaces, lignes de champ, frontières, etc.).

Le développement de 3DView est réalisé par la société GFI (suivi CNRS, suite à une cession de licence par le CNES). L'appel d'offre, lancé en juillet 2012 a été suivi d'une phase de négociation assez longue pour cause de budget contraint par le financement européen. La réunion de démarrage a finalement eu lieu en janvier 2013. Le développement des nouvelles fonctionnalités de l'outil s'étalera jusqu'à la fin du projet IMPEX, en mai 2015.

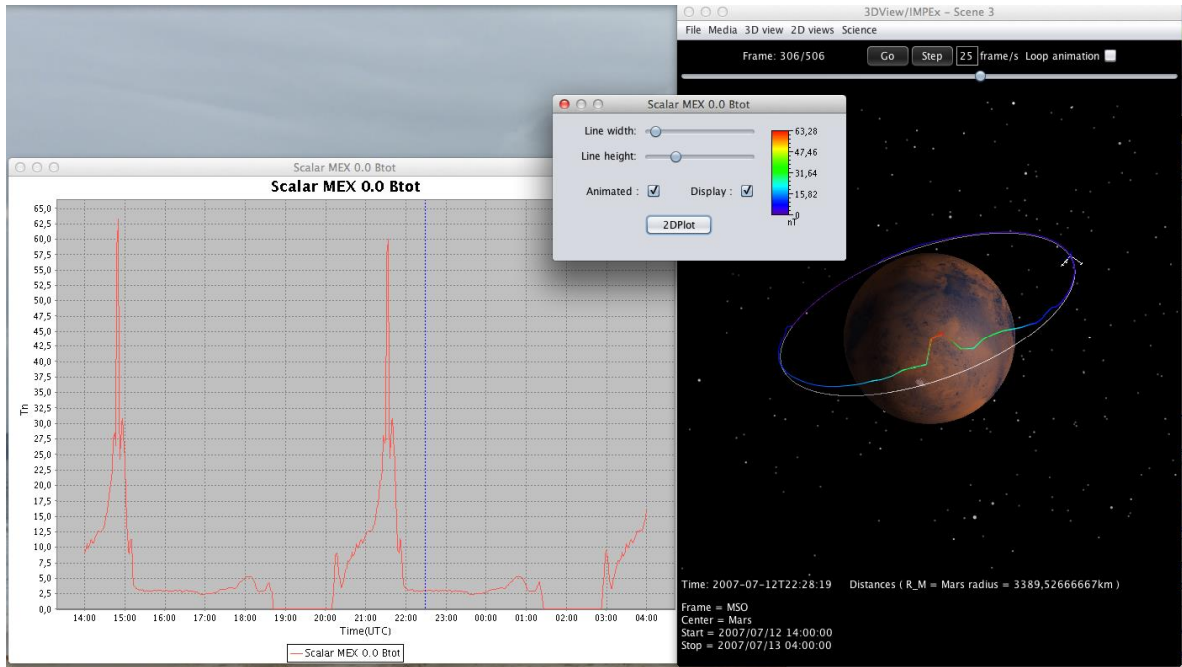
Le travail a suivi la chronologie suivante :

- Livraison logicielle Avril 2013
- Livraison documentation 21/06/2013
- Recette usine 1 01/07/2013
- Recette usine 2 15/05/2014

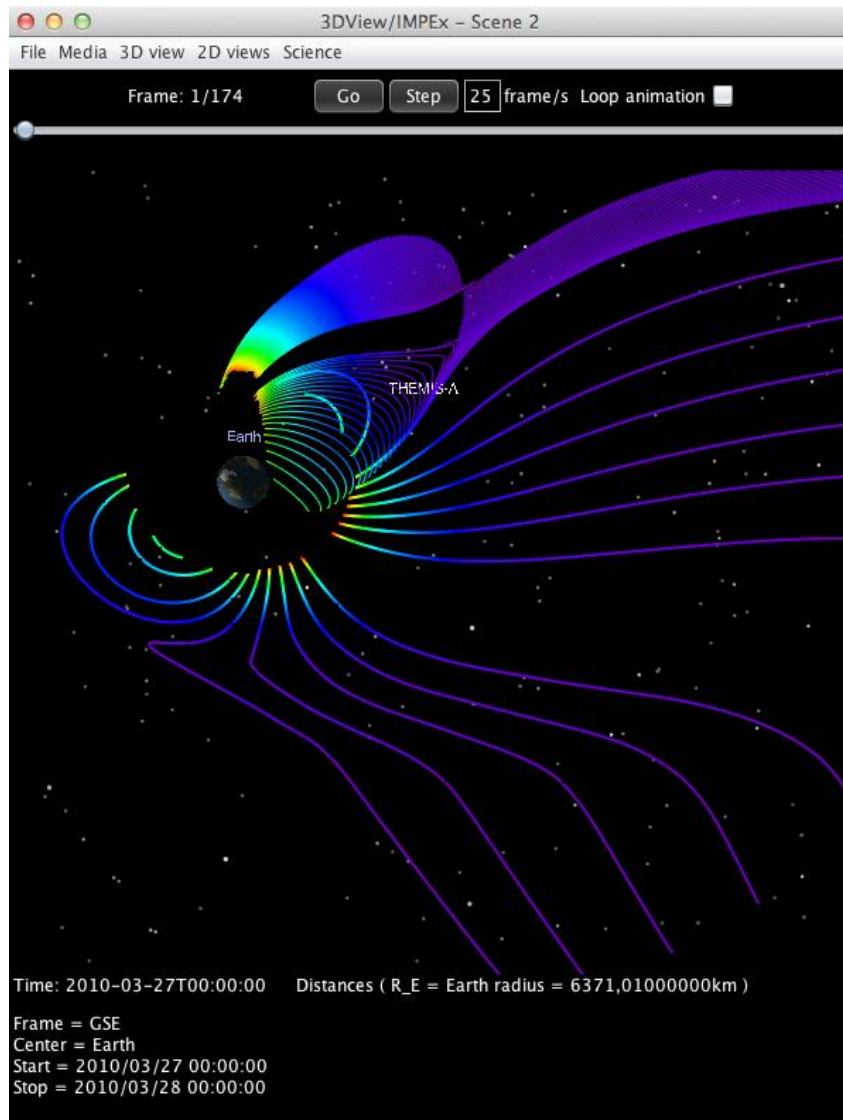
Les fonctionnalités suivantes, définies dans le cahier des charges, sont dorénavant et déjà implémentées et validées :

- Accès aux données d'observation fournies par AMDA
- Accès aux données de simulation provenant du LATMOS, du FMI, du SINP
- Accès aux données de simulation provenant du CCMC et UCLA
- Tracé de scalaires et vecteurs (simulations ou observations) le long des trajectoires de satellites
- Affichage de coupes 2D
- Gestion et génération de Tables d'Événements
- Téléchargement de Tables d'Événements à partir de AMDA et CLWeb par web-service
- Echange de données entre AMDA et 3DView à l'aide du protocole SAMP de l'IVOA
- Implémentation d'un mécanisme de synchronisation 2D/3D

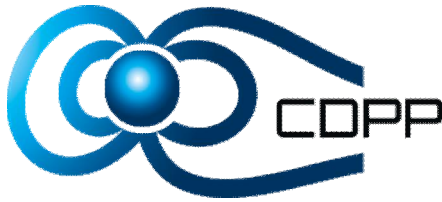
- Tracé de lignes de champs



Mécanisme de synchronisation 2D/3D dans 3DView : la barre verticale bleue dans le tracé 2D à gauche suit la progression de la scène 3D



Visualisation de lignes de champ magnétique autour de la Terre simulé par le modèle GUMICS du FMI



2.2.4 RELIER PERTURBATIONS SOLAIRES OBSERVEES ET MESURES IN-SITU : PROPAGATION TOOL

L'étude des processus opérant dans les plasmas du système solaire, et en particulier ceux découlant des perturbations solaires, requiert d'analyser conjointement des observations obtenues par des observatoires dispersés. Pour mettre en relation ces observations, il faut pouvoir inférer la propagation de ces processus. Disposer d'un outil de propagation est donc un enjeu capital. C'est un élément central du projet HELIO comme de la météorologie de l'espace.

Le CDPP a défini les spécifications d'un outil basé sur des modèles analytiques dans le cadre d'HELIO. L'outil a été implémenté par l'équipe de Trinity College of Dublin et opérationnel dans HELIO.

Sur cette base, en 2012, A. Rouillard, chercheur CNRS de l'IRAP associé au CDPP, a pris en charge l'écriture des spécifications d'un service de propagation comportant 2 modules principaux:

- Un module balistique similaire à celui développé dans HELIO;
- Un module "imagerie" qui s'appuie non pas sur des modèles mais sur les observations d'imagerie héliosphérique fournies par STEREO.

Un appel d'offre émis par le CNES a été lancé en Juin 2012, remporté par la société GFI à la rentrée 2012. La version 1 a été finalisée en avril 2013 (prise en compte des modes de propagation radial, SEP et co-rotation) puis la version 2 (comprenant le module "imagerie" J-maps) en novembre 2013.

L'outil a été ensuite ouvert aux membres du CU pour test début 2014. Les remarques du CU seront prises en compte dans une nouvelle version courant 2014.

Son architecture client-serveur est basée sur le langage Java. La partie cliente (IHM) repose sur la bibliothèque Java3D.

A plus long terme, un troisième module pourrait voir le jour. Il s'agira alors d'exploiter les données de simulation disponibles au CCMC (NASA) mais peut-être aussi celles qui pourraient être produites par des équipes françaises (Amari et al.).



Outil de propagation



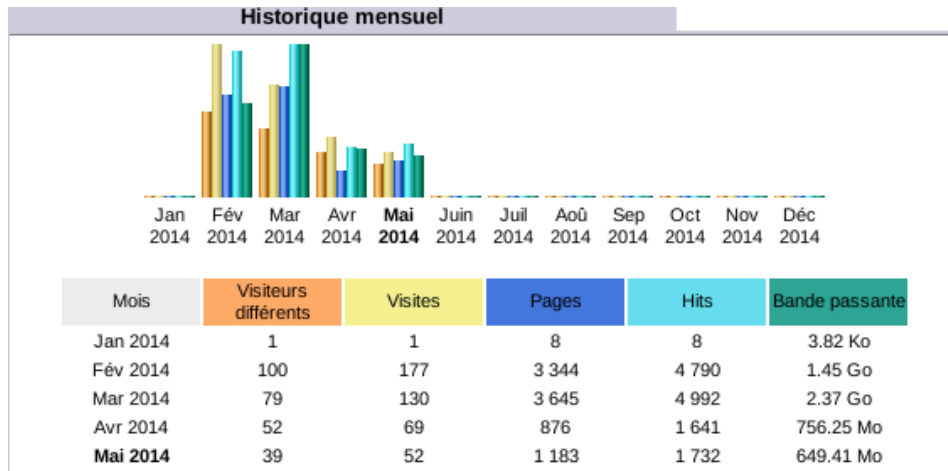
- Développement : GFI
- Contrat : CNES
- Conception, suivi (CDPP) :
 - A. Rouillard, B. Lavraud
- Première version pour Helio

Données in-situ sur AMDA

Données solaires à MEDOC

Comme le montre la figure ci-dessus, l'outil de propagation est connecté par web services aux données in-situ de l'AMDA (pour la visualisation des conséquences d'une perturbation solaire dans le milieu interplanétaire ou sur un environnement planétaire) et à la base de données de l'agerie MEDOC (pour la visualisation de l'origine d'une perturbation solaire). L'outil de propagation est clairement le chaînon qui manquait à la communauté pour exploiter de manière conjointe les bases de données in-situ et d'agerie solaire.

L'outil de propagation a été livré par GFI informatique en Septembre 2013. Depuis lors, le comité d'utilisateurs a effectué une série de tests qui ont permis de déterminer la liste de corrections qui doivent être effectués par GFI informatique pendant le mois de Juin. Une liste de développements futurs a aussi pu être définie. L'ouverture officielle de l'outil sera effectuée fin Juin 2014. Ci-dessous sont présentées les statistiques préliminaires d'utilisation de l'outil.



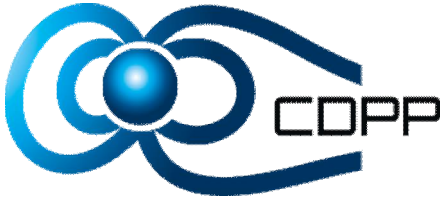
Pays (Top 10) - Liste complète

Pays	Pages	Hits	Bande passante
France (fr)	4 273	6 157	1.87 Go
Great Britain (gb)	1 394	1 838	1.34 Go
Inconnu (unknown)	738	894	189.00 Mo
Czech Republic (cz)	604	674	105.15 Mo
Austria (at)	578	878	499.86 Mo
Morocco (ma)	391	623	52.55 Mo
Belgium (be)	388	449	117.67 Mo
United States (us)	275	484	146.28 Mo
Switzerland (ch)	163	264	221.48 Mo
Japan (jp)	94	184	73.88 Mo
Autres	158	718	612.75 Mo

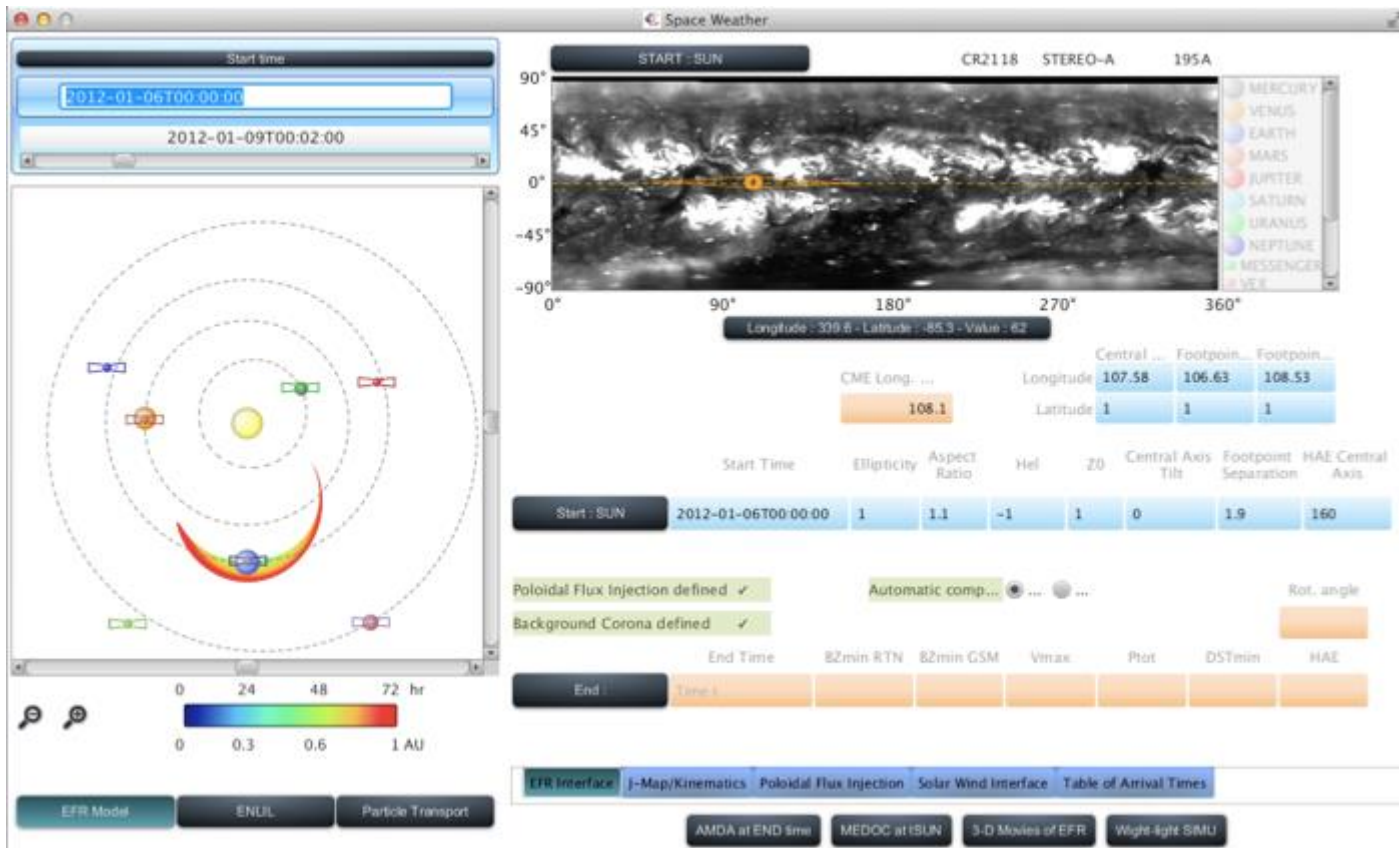
2.2.5 UN OUTIL DE PREVISION EN METEOROLOGIE SPATIALE :LE SPACE WEATHER TOOL

Le Space Weather Tool est un nouvel outil simulant l'évolution d'une CME constituée d'un tube de flux magnétique de la basse couronne vers les planètes et sondes de l'héliosphère interne. L'outil permet d'altérer l'orientation du tube de flux en 3-D, de changer l'hélicité du champ magnétique ou de changer la quantité d'énergie magnétique injectée dans la CME près du Soleil. Une fois propagée jusqu'au point impact, l'outil permet d'extraire la variation du vecteur champ magnétique au point d'impact ainsi que la vitesse, la densité et la température du tube de flux. A partir de ces quantités calculées au point d'impact, l'outil détermine l'intensité de l'orage géomagnétique associé.

La Figure ci-dessous présente l'interface du premier prototype du Space Weather Tool montrant l'intersection de la CME dans le plan de l'écliptique. A droite une carte Carrington (haut) et l'interface de saisie du Space Weather Tool (bas).



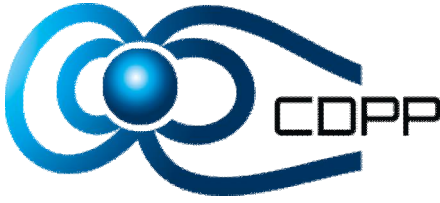
L'outil sera livré par GFI informatique fin Mai 2014 et sera testé jusqu'en Octobre 2014. Pendant cette période de cinq mois, l'espace de paramètres à saisir sera étudié et défini. L'ouverture de l'outil à la communauté est prévue pour fin 2014 /début 2015.



2.2.6 UN OUTIL DE TRANSFORMATION DE REPERES EN PHYSIQUE SPATIALE : TREPS

L'idée de disposer d'un outil spécifique permettant de réaliser des transformations de coordonnées était présente au CDPP depuis plusieurs années. Elle s'est concrétisée grâce au développement de l'outil TREPS (Transformation de REpères en Physique Spatiale) suite à un contrat CNES avec la société AKKA entre septembre 2013 et mars 2014.

TREPS est en fait une interface web (en Ext-JS, la même technologie que pour AMDA) qui permet d'activer les web-services de transformation internes à 3DView (cette architecture



« services » de 3DView ayant été par ailleurs développé dans le cadre du projet IMPEX). L'utilisateur charge un fichier dans l'interface, choisit des repères source et cible, et récupère le résultat de la transformation. Le chargement peut se faire soit à partir du disque utilisateur, d'une URL, par SAMP ou bien directement dans l'interface. De même le résultat peut être envoyé par SAMP à un autre outil tel qu'AMDA ou 3DView. Il est aussi possible de réaliser simplement des transformations du format du temps.

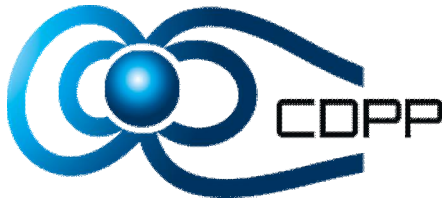
L'outil a été présenté au CU le 17 avril 2014 et une phase de test sera prévue en cours d'année 2014 avant un lancement officiel.

Field_0	Field_1	Field_2	Field_3
2012-12-15...	-9.413	35.261	38.351
2012-12-15...	-10.252	37.607	34.893
2012-12-15...	-10.89	40.886	34.507
2012-12-15...	-15.648	7.783	46.027
2012-12-15...	-11.421	13.163	47.2
2012-12-15...	-7.446	13.232	49.402
2012-12-15...	-3.866	10.037	51.281
2012-12-15...	-0.784	16.665	45.779
2012-12-15...	-4.279	17.256	47.04
2012-12-15...	-7.15	21.91	46.835
2012-12-15...	-7.182	23.166	44.167
2012-12-15...	-8.758	29.136	39.277
2012-12-15...	-11.596	31.87	43.125
2012-12-15...	-9.972	34.738	41.659
2012-12-15...	-10.738	33.328	41.499
2012-12-15...	-12.017	31.649	36.148
2012-12-15...	-12.872	40.33	31.485
2012-12-15...	-18.433	36.574	36.58
2012-12-15...	-18.877	34.873	36.509
2012-12-15...	-19.658	35.683	37.948

Interface de l'outil TREPS disponible à <http://treps.cdpp.eu/>

2.3 PARTICIPATION AUX PROJETS D'OBSERVATOIRES VIRTUELS

Conformément aux recommandations des Comités Directeurs précédents, le CDPP a poursuivi son investissement dans les projets d'Observatoires Virtuels.



2.3.1 HELIOPHYSIQUE : PARTICIPATION AU PROJET FP7 HELCATS

Le projet HELCATS a débuté le 1^{ier} Mai 2014, c'est un projet FP7 (SPACE CALL) qui a pour but de créer des catalogues de structures observées dans les imageurs héliosphériques de la mission STEREO.

Le projet est focalisé sur la création de catalogues d'éjections de masse coronale (CME) et de régions d'interaction en co-rotation (CIRs) observées en lumière blanche et mesurées in situ près de 1AU. Le projet inclue une participation du CDPP et de ses outils.

A. Rouillard (20%) et B. Lavraud (10%), tous deux membres scientifiques du CDPP, sont impliqués au premier plan. V. Génot (5%) et M. Bouchemit (5%) sont également impliqués. Le financement du projet s'élève à 550000 Euros pour 3 ans.

Le projet comprend 8 work packages (WP), A. Rouillard étant leader des WP 5 et 6 portant sur : « La classification des CIRs observées en lumière blanche et mesurées in situ » et « la simulation des CIRs », le CDPP et STORMS contribuent aux WP8 en intégrant les catalogues de CIRs et de CMEs produits par les WP 1 à 7, au « Propagation Tool » « AMDA » et les résultats de simulation de formation et d'expansion de CIRs au « Space Weather Tool ». Le but du WP8 est que le CDPP et STORMS soient des vitrines du projet HELCATS.

Les objectifs de ce WP sont:

- Meilleure compréhension de la formation des CIRs.
- La mise à disposition de catalogues de CMEs et CIRs.

Pour ce faire, les outils du CDPP tels que « AMDA », le Propagation Tool et le Space Weather Tool développés par le CDPP auront des rôles importants dans les études proposées.

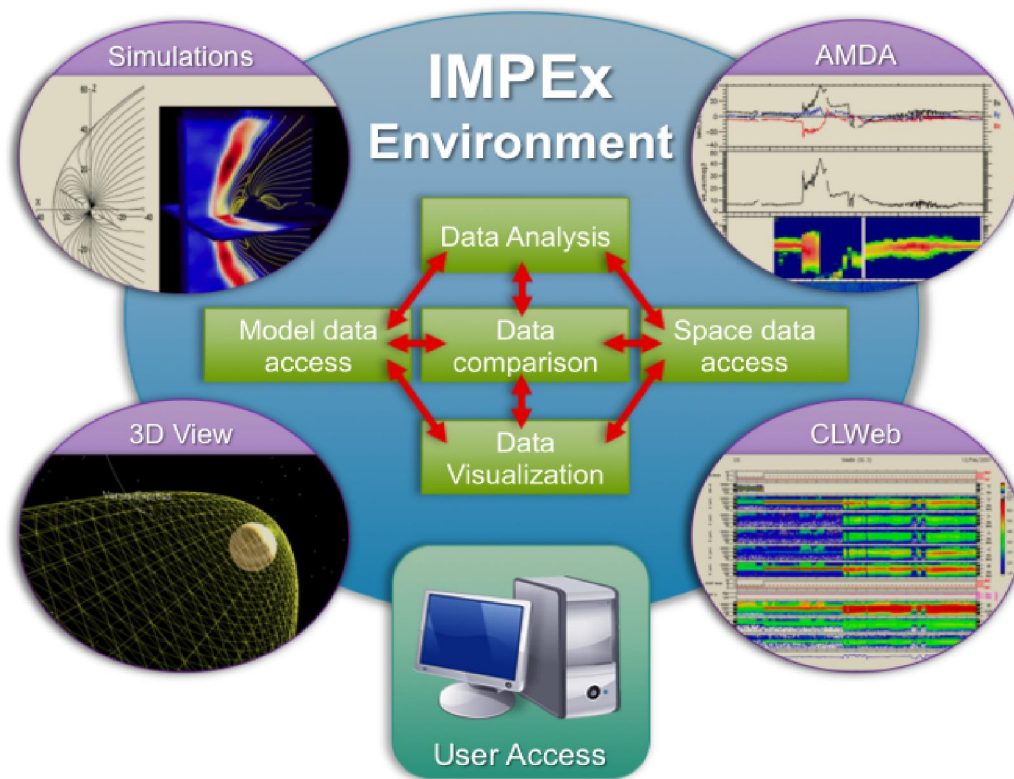
2.3.2 PLANETOLOGIE : PARTICIPATION AU PROJET EUROPLANET (FP7)

Le projet EUROPLANET RI a débuté en Janvier 2009 pour une durée de 4 ans. Son objectif est de favoriser les échanges et les collaborations au sein de la communauté de planétologie européenne. Son élément central est IDIS (Integrated Distributed Information System) auquel le CDPP participe. A travers IDIS, l'objectif est d'établir les bases qui permettront de construire un observatoire virtuel de planétologie. IDIS est développé en deux actions parallèles: (i) l'activité de recherche (JRA-IDIS) visant à étudier et développer les outils prototypes de l'OV de planétologie et (ii) l'activité de service (SA-IDIS) dont l'objet est de mettre en accès les outils développés dans le JRA ainsi que des services permettant d'accéder aux ressources servant la planétologie.

Pour la suite de EuroPlanet dans le programme H2020, voir la section 3.3.

2.3.3 PLANETOLOGIE : PARTICIPATION AU PROJET IMPEX (FP7)

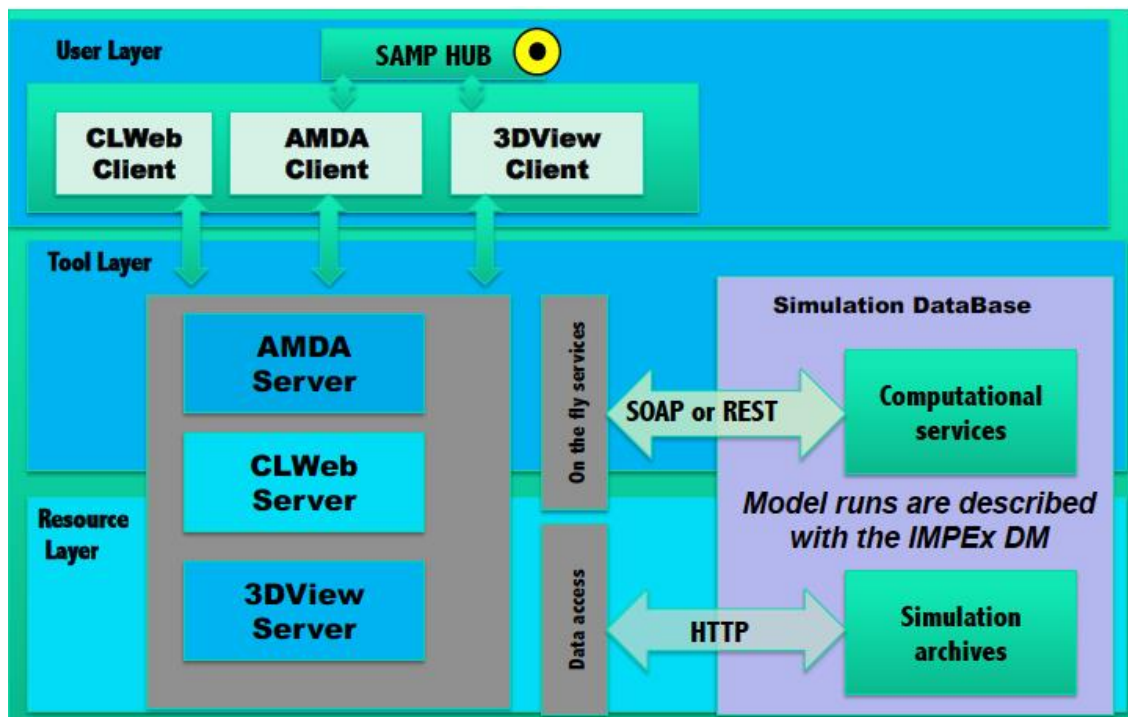
Le projet IMPEX (Integrated Medium for Planetary Exploration) est un projet sélectionné par l'Union Européenne (FP7, appel « Space - Exploitation of space science and exploration data») qui a débuté le 1^{er} juin 2011. L'objectif est de développer une e-infrastructure permettant d'accéder et d'analyser conjointement des observations de missions planétaires et des résultats de modèles analytiques et de simulations hybrides et MHD, en s'appuyant sur des services de visualisation 3D sophistiqués. Ce projet a vocation de servir les communautés de planétologie et de l'étude de la magnétosphère terrestre. Il constitue le premier pas de convergence du CDPP en direction des activités de simulations numériques.



Vue générale des possibilités fournies par IMPEX

Le projet a une durée de 4 ans et le CDPP y joue un rôle clef en particulier en tant que responsable des phases de définition des besoins et de l'architecture générale du système. L'infrastructure repose sur 3 pôles: (1) les bases et services de simulation et de modèles (collaborations avec les laboratoires du FMI, LATMOS, et SINP), (2) AMDA et CLWeb, pour l'accès aux données observationnelles et services associés, et (3) les services de visualisation 3D, assurés par 3DView dans une version étendue. Enfin, V. Génot, porteur du projet pour le CDPP, est « Project Scientist » d'IMPEX.

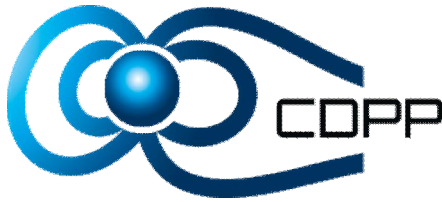
La première phase de définition des besoins et de l'architecture s'est terminée dans le milieu de l'année 2012. Plusieurs réunions de travail ont été nécessaires pour effectuer les premiers choix techniques de conception (concernant les interfaces et protocoles de communication), et les consolider. L'expertise de l'équipe technique CDPP a permis un très bon déroulement de ces réunions. L'architecture suivante a ainsi été définie :



Architecture générale de l'infrastructure IMPEX

Parallèlement à cette phase de conception du système, l'écriture du cahier des charges pour les développements de 3DView nécessaires au projet (visualisation et communication) a débuté au printemps 2012. L'appel d'offre européen (géré par le CNRS et basé sur ce cahier des charges) a été lancé pendant l'été 2012 pour un début des travaux en janvier 2013. La réunion de démarrage du projet 3DView s'est tenue en Janvier 2013. Les développements se sont poursuivis durant toute l'année 2013 et le début 2014. Des revues de projet régulières ont permis de s'assurer de l'avancement conformément au cahier des charges. Le support et le suivi technique du CNES a été et continue d'être une aide précieuse pour cette opération.

Le projet est régulièrement présenté lors de conférences des communautés planétologie / physique spatiale : EPSC, AGU, EGU, í V. Génot a d'autre part rencontré les responsables du CCMC (centre américain de simulations à la demande) lors de sa réunion biennale; le but était d'initier une collaboration sur l'accès aux résultats de simulations du CCMC par les



outils du CDPP participant à IMPEX. Un des objectifs du projet est en effet de s'ouvrir et de nouer des partenariats avec les autres infrastructures européennes ou internationales du domaine. Grâce à la définition d'une infrastructure extensible, un prototype pour l'accès au CCMC a pu être réalisé et certaines données de simulation obtenues du CCMC sont maintenant accessibles dans 3DView et AMDA.

IMPEX est fondé sur un consortium compact (quatre participants) ce qui induit une charge de travail conséquente notamment pour le CDPP qui joue un rôle central dans le projet, en termes de définition des tâches et d'apport de compétences scientifiques et techniques.

Le recrutement d'un ingénieur (N. Bourrel, 0.9 ETP) a été nécessaire pour effectuer les développements envisagés (implémentation des interfaces sur AMDA, web-services, accrédition de données) ainsi qu'aider au suivi du contrat d'évolution de 3DView. Au-delà des ressources du projet IMPEX, une implication propre du CDPP est aussi nécessaire (0.2 ETP).

Ce projet stimule une très forte motivation au sein de l'équipe CDPP, aussi bien du côté CNRS que CNES. Comme HELIO ou EUROPLANET RI, il correspond à un investissement stratégique en préparant les infrastructures européennes de l'avenir. IMPEX présente aussi un intérêt scientifique particulièrement stimulant et offre une excellente cible pour développer AMDA et 3DView.

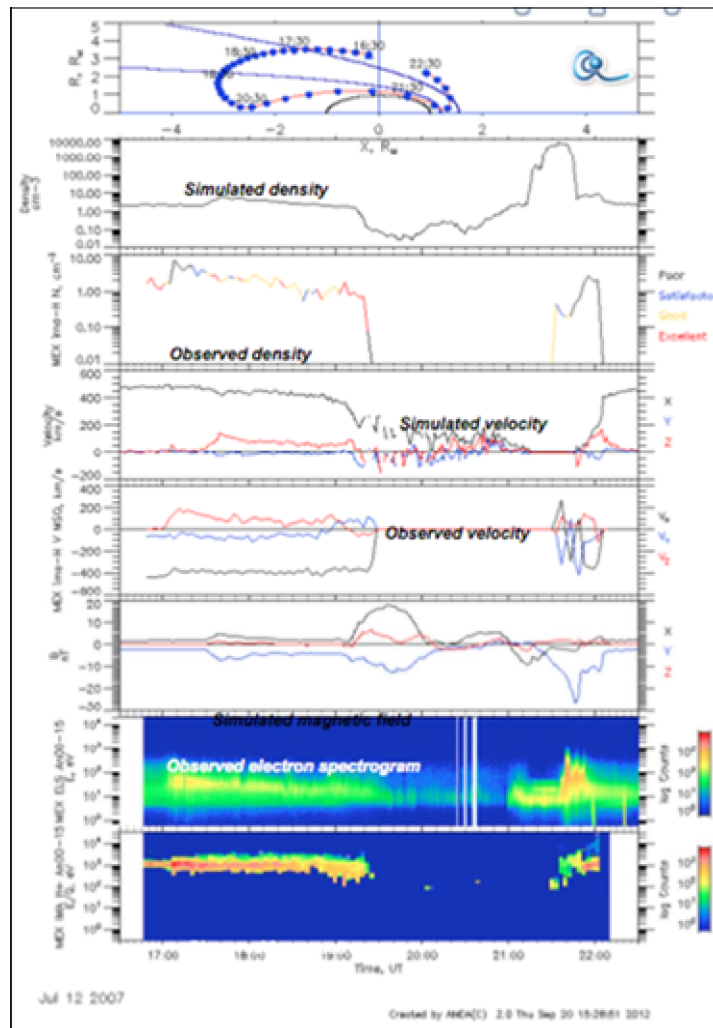
IMPEX poursuit actuellement sa phase de développement et d'implémentation. A ce jour de nouvelles réalisations importantes sont visibles par la communauté :

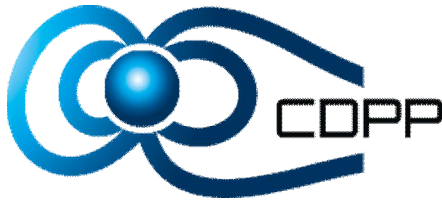
- le modèle de données IMPEX : basé sur le modèle SPASE (<http://www.spase-group.org/>), il permet de fournir les meta-données décrivant les runs de simulations de manière 1/ uniforme au sein du projet, et 2/ similaire à celle des observations avec lesquelles ces simulations peuvent se comparer. Le modèle est conçu de manière à faciliter l'utilisation du modèle et du dictionnaire SPASE. Les évolutions sont menées en concertation avec le consortium SPASE. C'est la brique de base permettant l'interopérabilité entre les différents fournisseurs des données et les outils logiciels devant les consommer. Le modèle est utilisé par chaque base pour fournir une description détaillée de ses données, utilisée par les outils pour construire l'interface de présentation et de recherche des données.
- le développement de 3DView par la société GFI (voir section dédiée).
- Le protocole IMPEX qui définit de manière uniforme les services fournis par les bases de simulation du LATMOS, du FMI et du SINP, par exemple l'interpolation le long de la trajectoire d'un satellite. Il définit une syntaxe commune pour tous les appels par web-service qui doit faciliter leur utilisation dans un cadre plus large que le projet IMPEX.
- Les interfaces de recherche de données de simulation dans les outils AMDA, 3DView et CLWeb.

- L'utilisation des données de simulation dans les outils au même titre que les données d'observation (tracé 2D ou 3D principalement)
- Des tutoriels sont mis à disposition sur le site web de IMPEX

La définition, la conception et le développement d'un portail d'accès aux ressources de IMPEX sont en cours. Ce point d'entrée supplémentaire a pour but de faciliter l'accès à l'infrastructure pour les utilisateurs ne connaissant pas 3DView ou AMDA, et doit donner une vue synthétique de toutes les données accessibles au travers de IMPEX. Il utilise le modèle de métadonnées IMPEX pour décrire les données de simulation, SPASE pour les données d'observation, ainsi que le protocole IMPEX implémenté par les différents instituts.

IMPEX est régulièrement présenté dans les diverses conférences de planétologie et de physique spatiale. Un tutoriel concernant IMPEX a en particulier été présenté lors de la session SPM1.13 « Solar System Virtual Observatory Hands-on Session », Convener : B. Cecconi qui s'est tenue lors de l'Assemblée Générale de l'EGU le 30 avril 2014.





*Cas d'utilisation : comparaison d'observations et de simulations dans AMDA
(Données Mars Express/Aspera3 et Modèle Hybride du LATMOS dans l'environnement de Mars)*

2.4 THESES, ANIMATION ET PRODUCTION SCIENTIFIQUES

- Les outils du CDPP ont été largement utilisés par des stagiaires de M1 et M2 à l'IRAP.
- 2 post-docs utilisent les outils du CDPP en 2013-2014 pour leurs travaux à l'IRAP.
- En 2013-2014, 5 articles de rang A ont été publiés en faisant référence à AMDA ou au CDPP (cf. site web et la dernière section de ce document).
- Plusieurs études utilisant les moyens mis à disposition par le CDPP ont été présentées dans des colloques internationaux (cf. site web).
- L'utilisation du protocole IVOA SAMP dans les outils de physique spatiale (ceux du CDPP, mais aussi TOPCAT, Aladin, les bases LatHyS et APIS) a été décrite dans un papier soumis en avril 2014 (Génot et al., 2014) au journal *Astronomy & Computing*, dans un numéro spécial « Virtual Observatory ».

2.5 STATISTIQUES D'UTILISATION DU CDPP

Utilisation de la base d'archive au CNES.

Pour la période du 28 Mars 2013 au 14 Avril 2014, on constate une forte augmentation du nombre de commandes de données :

55 demandes d'inscription,

1364 commandes de données soit en moyenne 109 commandes par mois (80/mois l'année précédente) pour un volume total d'environ 462 Go.

Nombreuses missions et nombreux jeux distincts commandés :

1 commande Cluster,

1 commande ISEE3,

3 commandes GEOS,

3 commandes Interball,

4 commandes Arcad3,

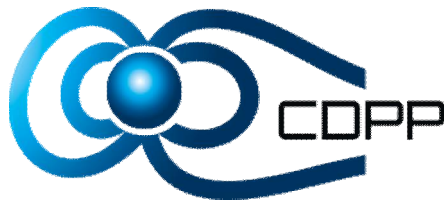
10 commandes Wind,

64 commandes Ulysses,

110 commandes Stereo,

Et 1168 commandes Demeter !

La mission la plus commandée est Demeter. De nombreuses nouvelles inscriptions



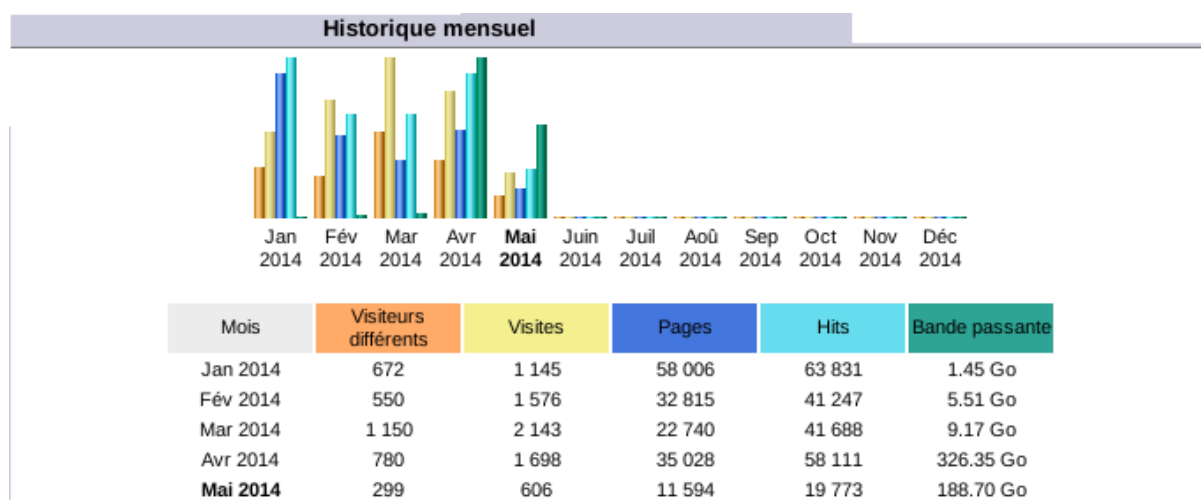
sont faites pour accéder ces données.

Utilisation du serveur IRAP.

Pour l'année 2014 (au 19 mai)

- le serveur a reçu 7363 visites ;
- 230198 "hits" ont été effectués sur les pages du serveur ;
- 532 Go ont été téléchargés depuis le serveur.

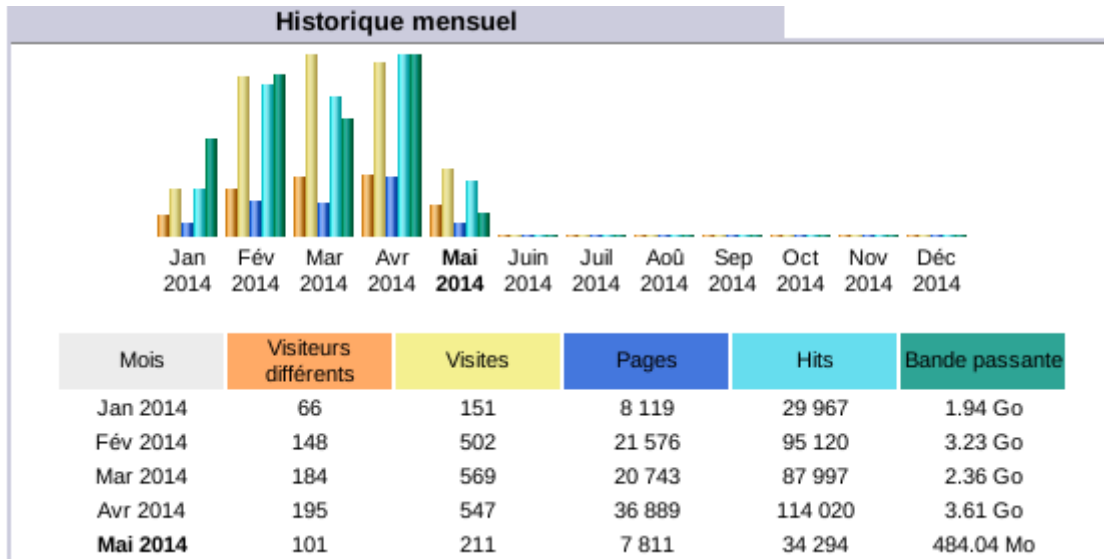
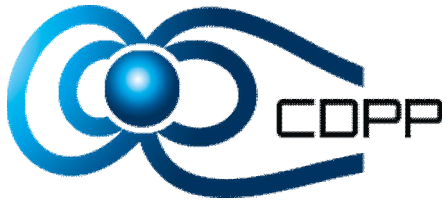
Ces chiffres ne comptabilisent pas les accès 2013 car le serveur a été changé entre temps ; de plus, de façon erronée, les statistiques de fin 2013 comptabilisaient les accès par les robots, les rendant non pertinentes. La charge est essentiellement due à l'attrait des données THEMIS (le téléchargement d'un laboratoire tchèque compte pour l'essentiel du trafic).



Données mensuelles d'utilisation du serveur CDPP/IRAP pour début 2014.

Utilisation d'AMDA:

Le nombre d'utilisateurs mensuel d'AMDA continue de croître en avoisinant les 200. Il est intéressant de noter que plus d'un cinquième des visites durent plus de 5 minutes, ce qui indique que les utilisateurs exploitent réellement l'outil.

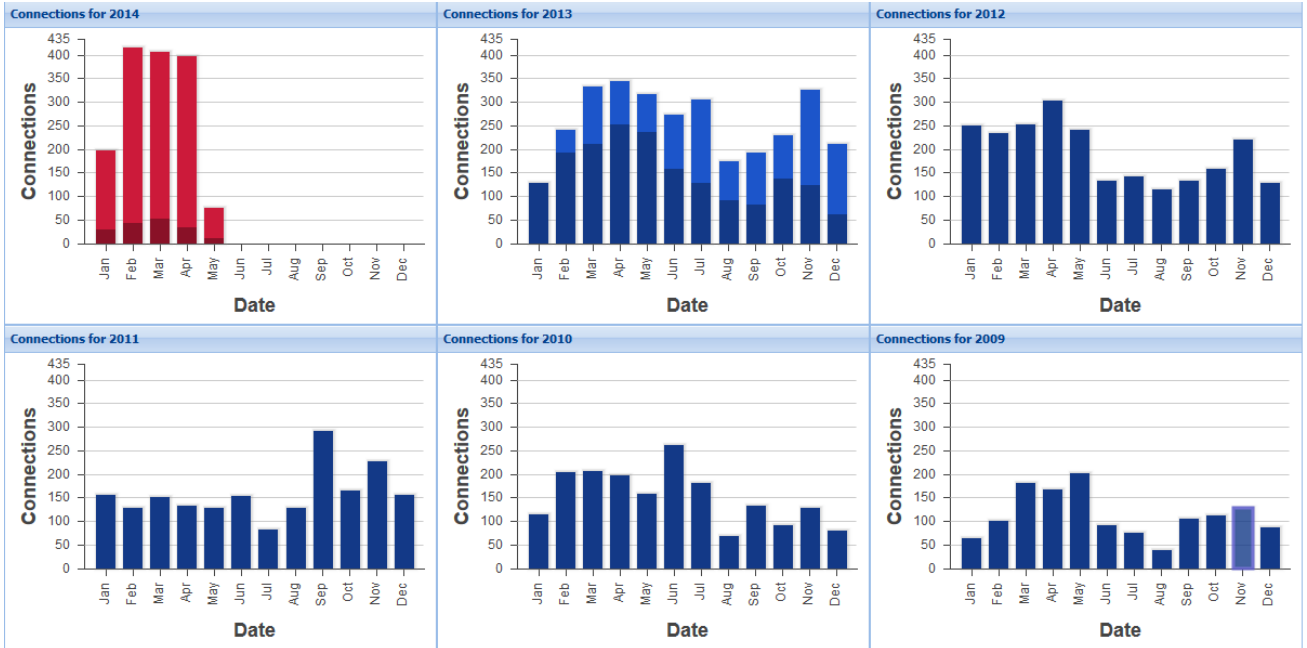
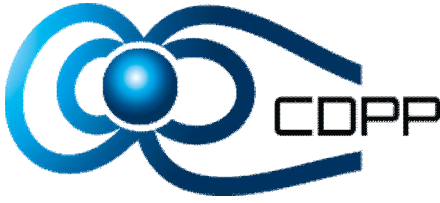


Données mensuelles d'utilisation d'AMDA pour début 2014.

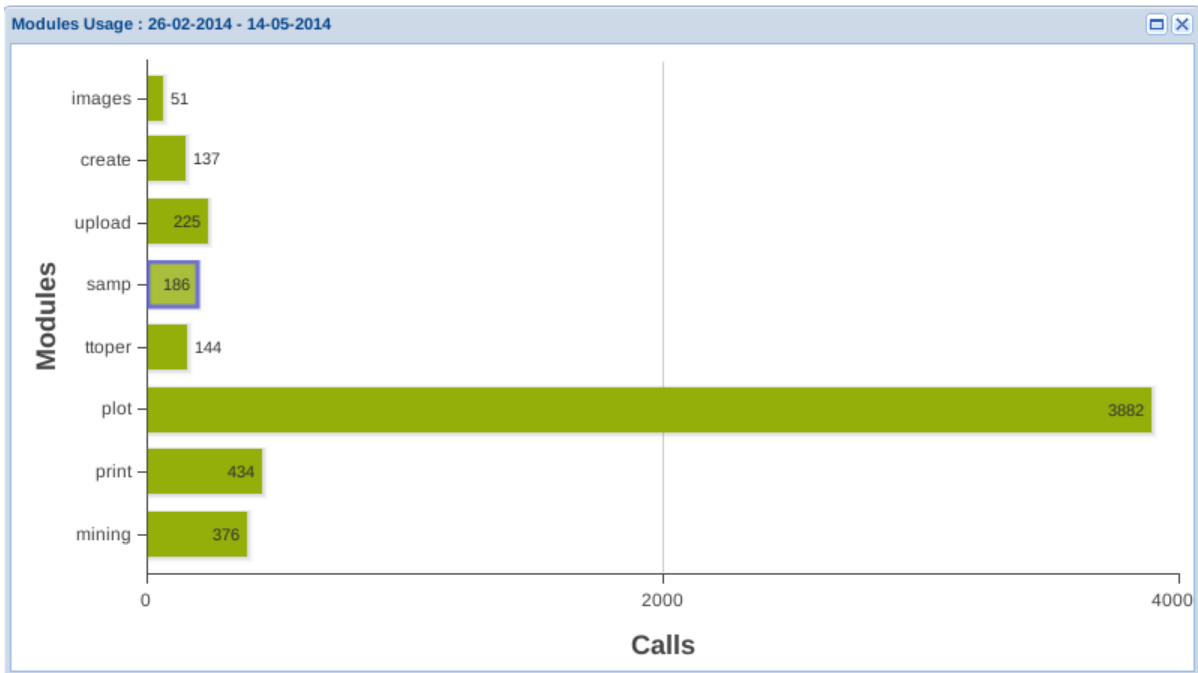
Evolution de l'utilisation d'AMDA sur les 6 dernières années

Cette vue est sensiblement différente de celle donnée par awstatd (ci-dessus) car elle comptabilise tous les accès à AMDA (login) mais aussi ceux aux tables d'événements partagées, à la page « software », et aux « rules of the road ». Le net gain d'activité fin 2012 et en 2013 est dû à l'ouverture de la base planétaire, mais aussi à un nombre de présentations et de démonstrations élevé sur cette période. Les connexions sur l'ancien AMDA (en bleu et rouge foncé) diminuent depuis l'ouverture en novembre 2013 et sont faibles par rapport au nombre de connexions sur le nouvel AMDA. Cela indique qu'il va être possible de fermer l'ancien AMDA avec une gêne minimale pour les utilisateurs.

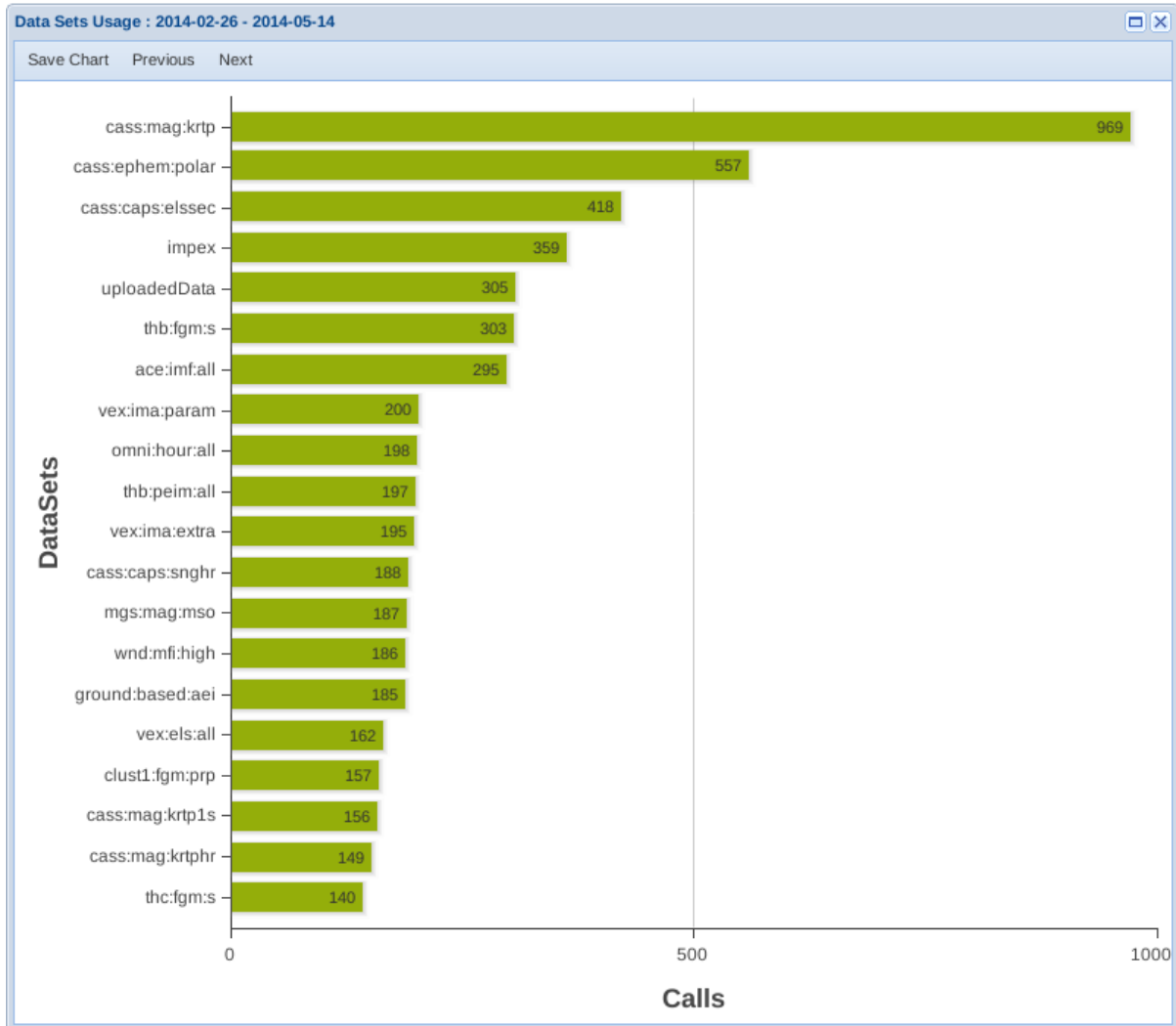
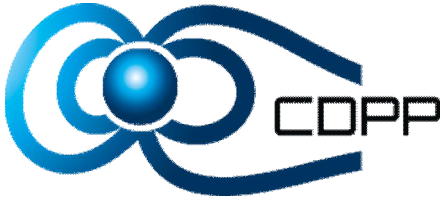
La figure suivante indique que le « plot » est la fonctionnalité d'AMDA la plus utilisée ce qui n'est pas une surprise. La recherche conditionnelle, une spécificité d'AMDA, est aussi très utilisée. Sur le dernier graphe on observe l'utilisation des jeux de données : Cassini est en très bonne position (essentiellement grâce à un stage de M2 depuis le début de l'année. Les données associées au projet IMPEX sont aussi en bonne place ainsi que les celles chargées dans AMDA par les utilisateurs eux-mêmes (uploadedData).



Connexion à AMDA de 2009 à 2014



Statistiques d'utilisation des modules d'AMDA pour début 2014.



Statistiques d'utilisation des datasets d'AMDA pour début 2014.

2.6 COMMUNICATION VISUELLE

2.6.1 REFONTE GRAPHIQUE

Suite à l'action d'unification de l'image du CDPP et de ses outils entreprise en 2013, une prestation plus globale est en cours dont le but est :

- De réaliser un nouveau template pour le serveur CDPP avec un accès plus rapide aux outils,



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 35

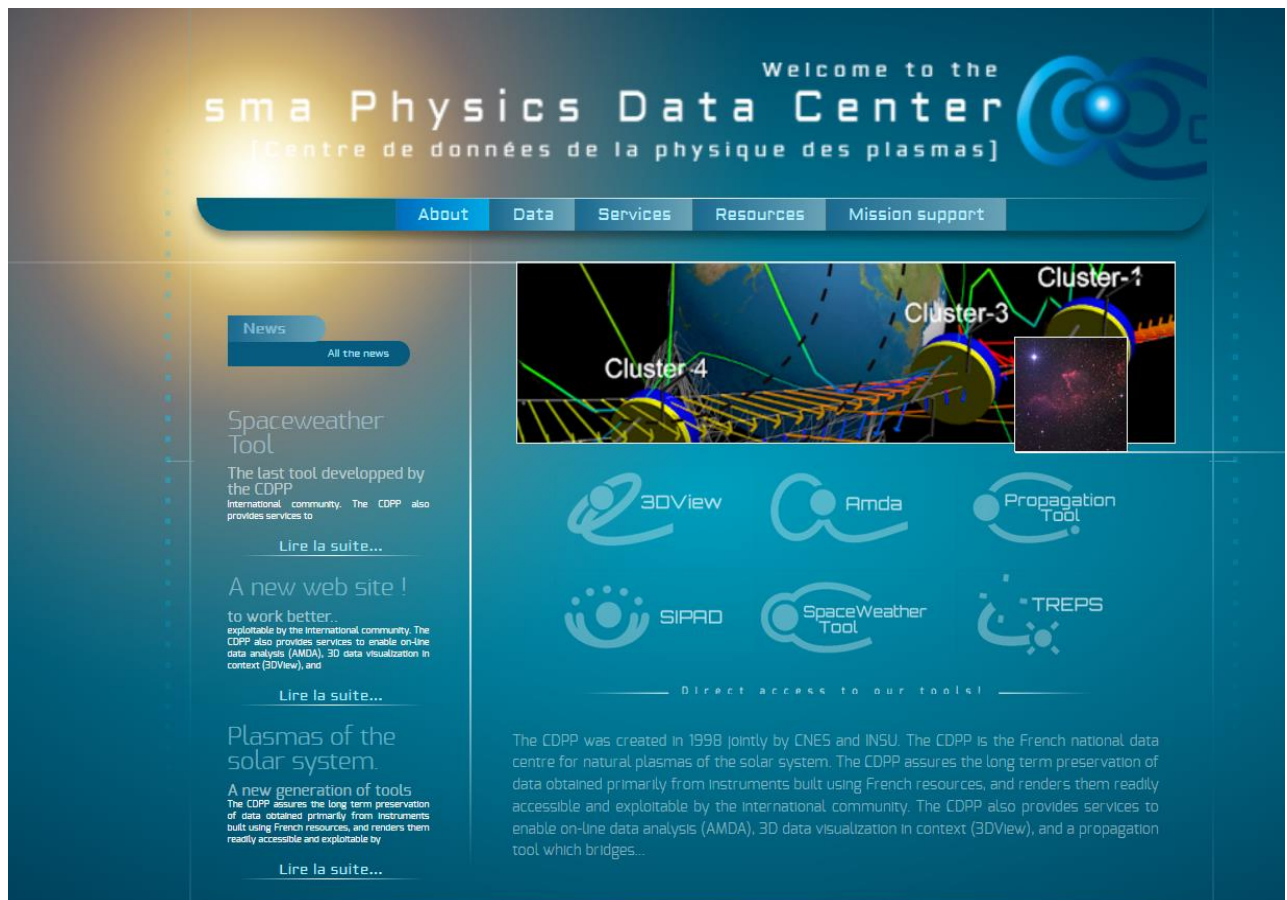
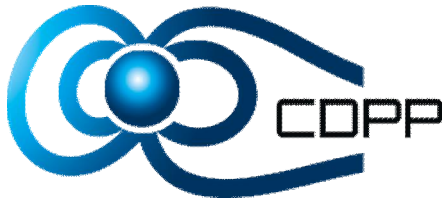
-
- De réaliser un template pour les pages d'accueil et de présentation de l'ensemble des outils (AMDA-NG, 3DView, Propagation tool, Space Weather tool, outil de changement de repère) en cohérence avec la charte graphique définie pour le serveur CDPP,
 - De réaliser les logos des nouveaux outils TREPS et Space Weather tool.

Logo TREPS (projet)



Logo Space Weather tool (projet)





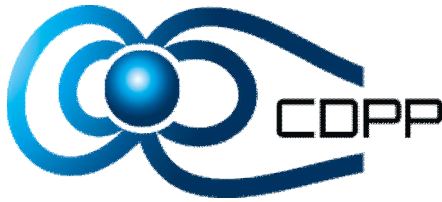
Projet de page d'accueil du template pour le serveur CDPP

3 PERSPECTIVES ET ENJEUX

3.1 STRATEGIE PROPOSEE AU COMITE DIRECTEUR

3.1.1 CONTEXTE ET CARACTERISTIQUES DE LA SITUATION ACTUELLE

➤ Développement technique et perspectives scientifiques:

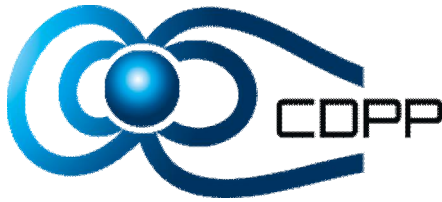


- **La phase de finalisation de l'interface et le lancement du nouvel AMDA vers la communauté ont été un succès**, comme le montrent le nombre croissant d'utilisateurs et le peu de bugs reportés.
- **Les retours positifs sur les tests de l'outil de propagation** ont montré que l'outil correspond bien à un besoin essentiel pour la communauté « relations Soleil-planètes ».
- Le **développement de 3DView** pour la visualisation de données (simulations, modèles, observations) dans leur contexte est un axe fort du CDPP. Cela en fera un outil unique et multi-disciplinaire, un support de premier ordre pour l'analyse scientifique. Il est déjà très apprécié dans le cadre académique (TP AMDA/3DView en Master).
- La mise à disposition de **données de simulation** et le développement des services permettant de les confronter avec des données observationnelles constitue aussi un axe essentiel. Cette action correspond à un besoin croissant de la communauté. Le CDPP s'est engagé sur ce front notamment à travers IMPEX.
- La **base planétaire** constituée autour d'AMDA, offrant une collection de données très étendue de données directement utilisables est unique au monde. Elle constitue une ressource très utile tant pour l'exploitation scientifique des données que pour la préparation des missions à venir. Le retour de visibilité de cette action pour le CDPP est très important et a diffusé dans les communautés regroupées autour des missions comme Bepi-Colombo ou Maven, ou plus récemment Rosetta (cf section). Par ailleurs, cet effort a été très apprécié par le noyau "plasma" du PDS avec qui nous collaborons maintenant.
- Le développement de la **couche d'interopérabilité** investi dans le cadre des projets européens ouvrent des perspectives applicables dans différents contextes, et tout particulièrement dans le cadre de collaborations nationales (MEDOC, BASS2000, SIIG, APIS, ...). Il doit être noté que le niveau de maturité de la définition des standards et protocoles (constituant le concept d'interopérabilité) permet actuellement de masquer à l'utilisateur la complexité sous-jacente pour lui faciliter la manipulation croisée de services et de données (cas de l'utilisation de SAMP notamment).
- **Le développement rapide de TREPS**, à partir des briques logicielles de 3DView, permet de combler un manque dans la communauté.

➤ **Les projets spatiaux et les projets opérationnels à venir:**

- Le CDPP a acquis une visibilité et une expertise qui le met en bonne position pour participer à l'archivage et la diffusion des données des missions à venir (ex : Solar Orbiter/SWA, JUICE/RPWI, Rosetta/RPC). Le CDPP peut apporter une forte plus-value à ces activités grâce à ses services interopérables.
- A partir de son expertise et sa visibilité dans le domaine de l'interopérabilité et des infrastructures distribuées, le CDPP a été en mesure d'apporter une contribution dans le cadre du SSA de l'ESA, bien que la France ne soit pas partenaire de ce programme optionnel. Il doit être remarqué cependant que la vocation première du CDPP n'est pas la mise à disposition de données temps réels, très utilisées dans ce domaine.

➤ **L'avis du Comité des Utilisateurs:**



Le Comité des Utilisateurs apprécie la qualité du travail effectué par l'équipe du CDPP, sa réactivité concernant le développement de nouveaux outils d'analyse scientifique (AMDA, 3D-view) et les nouvelles fonctionnalités en cours de développement (Propagation Tool, TREPS, í).

Le Comité des Utilisateurs a souligné, lors de sa réunion annuelle du 17 avril 2014, l'effort effectué sur la diffusion d'AMDA auprès de la communauté, la richesse des outils et des jeux de données et de simulations disponibles, leurs diversités et complémentarités. Le Comité des Utilisateurs est satisfait de voir une vraie articulation des outils autour des différentes thématiques (solaire, vent solaire, magnétosphère terrestre et planétaires). Le CU a également défini des priorités de développements sur l'outil de Propagation Héliosphérique, qui favorisera le lien entre le CDPP et MEDOC.

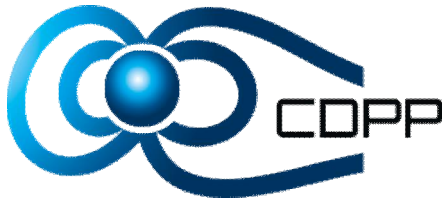
Le Comité des Utilisateurs conseille au CDPP de poursuivre son activité sur l'archivage des données planétaires, et d'anticiper dès à présent sur le plan de charge de la préparation à Solar Orbiter, en collaboration avec MEDOC.

➤ **Evolution du contexte national et local:**

A l'échelle locale, suite à la campagne de labellisation 2012, le centre d'expertise régional OV-GSO a été reconnu et labellisé en janvier 2013. Le CDPP, qui était un des membres initiaux de ce qui n'était alors qu'un regroupement d'équipes intéressées par la thématique « observatoire virtuel », fait donc maintenant partie de ce centre d'expertise (voir <http://ov-gso.irap.omp.eu/>).

Par ailleurs le CDPP a participé à la demande de labellisation d'un service « météorologie de l'espace » (STORMS, portée par A. Rouillard). Les outils de propagation et Space Weather, les services d'AMDA, ainsi que certaines données (vent solaire, indices, í) peuvent en effet être mis à disposition dans un tel cadre. Cette demande a été bien reçue, et le service labellisé en 2014. L'articulation entre le service STORMS et le CDPP est présenté sur le schéma suivant. La spécificité de STORMS est que ce service intègre à la fois une composante « plasma » mais aussi une composante « imagerie » qui dépasse les compétences du CDPP. Pour STORMS, le CDPP assure le financement des outils et met à disposition une partie de son personnel (administration des serveurs en particulier). Il est à noter que le développement des outils définis par STORMS permet la concrétisation de la collaboration avec MEDOC, qui trouvera tout son sens dans le cadre de l'exploitation des données Solar Orbiter.

A l'échelle nationale, le CDPP s'est constitué en pôle thématique de physique des plasmas. Cela a été formalisé par l'établissement d'une convention inter-organismes CNES/INSU/ObsParis/UPS qui a été signée début 2014.



3.1.2 PRINCIPES ET AXES DE LA STRATEGIE DU CDPP

➤ **Développements des services:**

Les priorités (2014-2015) sont de:

- Réussir le lancement des nouveaux outils : Propagation et SpaceWeather Tools, TREPS ;
- Finaliser l'évolution d'AMDA (noyau) ;
- Finaliser le projet IMPEX (développement 3DView, interfaces AMDA) ;
- Mettre les données Rosetta/RPC à disposition à travers une version « customisée » d'AMDA.

A plus long terme (2014-2016):

- Etendre les connexions avec les données de simulation (nouvelles bases partenaires) ;
- Préparer le cadre nécessaire à l'insertion ou à l'accès distants pour les données des missions à venir : BepiColombo, Solar Orbiter, Maven, MMS, Juno ;
- Développer l'outil radio (SILFE);

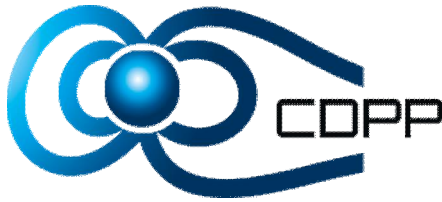
➤ **Collaborations, ANR et projets européens ou internationaux:**

La stratégie s'appuiera sur trois principes:

- 1) Privilégier les collaborations nationales : MEDOC/CDPP (cadre STORMS), OV-GSO, demandes ANR
- 2) Participer aux projets européens / ESA aux conditions suivantes : 1/ confiance dans le coordinateur, 2/ un budget dûment dimensionné (proportionnel au rapport effort/visibilité), 3/ assurance d'un support d'administration et de gestion local (IRAP, DR-CNRS, UPS)
- 3) Participer aux projets spatiaux en tant que support pour la distribution des données et des services, avec le support du CNES.

Dans la pratique:

- Réussir IMPEX. Ce projet constitue une pierre angulaire pour le CDPP car il permet 1/ aux outils AMDA et 3DView d'être visibles et développés, 2/ d'utiliser et d'accroître les connaissances OV du CDPP (modèles de données, web services, protocoles), et 3/ d'accéder à une compétence sur un nouveau type de données : les simulations numériques.
- Développer une infrastructure distribuée en France, d'abord entre MEDOC et le CDPP, puis étendue à BASS2000, le SIIG et d'autres ressources nationales. En s'appuyant sur ce projet, développer la collaboration en France en vue de l'exploitation des données de Solar Orbiter.
- Préparer le programme H2020. Le CDPP pourrait proposer et (éventuellement mener) un projet basé sur les outils disponibles dans la discipline visant à leur utilisation combinée. Ce type de projet viendrait à point nommé pour servir la communauté pour l'exploitation de Solar Orbiter, MMS, Rosetta, ...



3.2 PROJETS AUTOUR DES DONNEES

3.2.1 ACTIVITES DE TRAITEMENT, D'ARCHIVAGE ET DE MISE A DISPOSITION DES DONNEES: UN EFFORT EN DIRECTION DE LA PLANETOLOGIE

Au cours des années 2007-2010, le CDPP s'est beaucoup investi dans l'archivage et la mise à disposition de nouvelles données servant l'héliophysique et l'étude de la magnétosphère terrestre (THEMIS, STEREO, DEMETER, ...). En 2011-2013, les efforts d'archivage se sont plus particulièrement orientés en direction de la planétologie.

Les sondes planétaires offrent en général une situation peu favorable à la mesure des particules. Ces plateformes sont stabilisées, manœuvrées en fonction des imageurs embarqués. Les instruments particules ne peuvent bénéficier d'une rotation régulière du satellite rendant leur calibration difficile. De plus, leurs mesures sont entachées de diverses "pollutions" provenant de la réflexion des particules sur les panneaux solaires, ou au contraire de l'effet de masque de ces derniers, de l'insolation, du potentiel du satellite, etc. Il en résulte que les données plasmas obtenus par les sondes planétaires sont sujettes à un long et difficile travail d'interprétation et de post-calibration. C'est une des raisons principales pour laquelle les données (produites à un moment donné selon une planification prédéfinie) archivées au PDS ou au PSA sont difficiles à exploiter sans un lourd travail supplémentaire de calibration. Face au besoin de l'utilisateur d'avoir accès à des données calibrées et fiables, le CDPP a entrepris de traiter, d'archiver et mettre à disposition des données de plasmas planétaires. Les choix de priorité ont été guidés d'une part en raison de participations expérimentales françaises et d'autre part par les projets EUROPLANET RI, HELIO et IMPEX. Un autre élément de priorité, plus stratégique, est de placer le CDPP en bonne position pour participer à l'archivage et la dissémination des données des missions à venir (JUICE, BepiColombo, Rosetta, ..).

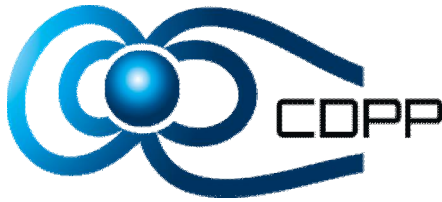
3.2.1.1 ARCHIVAGES A COURT TERME

Fin 2010, ont démarré les activités d'archivage des données de niveaux 2 et 3 de l'expérience RPWS de la mission CASSINI ainsi que des données de la mission GIOTTO. Cette activité est ensuite montée en puissance.

Mission CASSINI :

Il est prévu d'archiver dans le STAF, à titre de sauvegarde, les données de niveau N1 ainsi que les programmes de génération des données de niveau N2, sans les mettre à disposition sur le serveur du CDPP.

Les données RPWS, de niveau N2 ont été transformées au format CDPP, archivées dans le STAF et mises à disposition sur le serveur du CDPP.



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 41

Des produits graphiques (summary plots journaliers) et de la documentation (description de la mission, de l'expérience, références aux publications) sont, eux aussi, accessibles via le serveur.

Les données de niveau N3 Flux density and Circular Polarization degree (Dynamic Spectra) ont également été archivées et mises à disposition

De nombreux retraitements ont été nécessaires, en particulier pour corriger des erreurs de datation.

La chaîne de traitement Cassini est en cours d'évolution pour la prise en compte de nouvelles données de niveau N3HFR QTN.

Données forme d'onde :

De nouvelles données forme d'onde Stereo vont être ingérées dans l'archive. La chaîne de traitement est en cours de définition.

Mission GIOTTO :

En collaboration avec le *chercheur associé* Christian Mazelle (IRAP), le CNES a entrepris en 2008 une action de réhabilitation des données RPA de la mission GIOTTO. Cette action s'est poursuivie en 2009/2010 et a abouti à la production des 1ères données (moments) au format CDPP qui seront mises à disposition de la communauté sur le serveur du CDPP après validation scientifique.

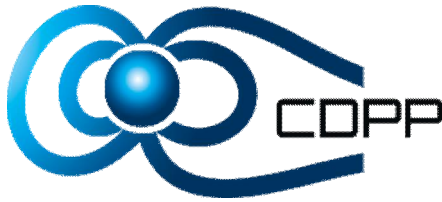
Après une interruption de plusieurs mois sur 2012/2013, l'effort s'est poursuivi en 2013-2014. Des données débarrassées d'une partie du bruit et des occurrences multiples pour une date unique a été fournie pour validation. Ces données seront ensuite intégrées aux bases AMDA et SIPAD.

Les tests concernant les autres types de données ne se sont pas avérés concluants.

Notons que ces données ont failli être perdues et qu'elles ne seront disponibles nulle part ailleurs. Elles constituent une *perle rare* susceptible d'attirer une attention grandissante de la part de la communauté dans la perspective de ROSETTA.

Données VEX/ASPORA et MEX/ASPORA.

Les données fournies par les instruments ASPORA embarqués à bord des sondes Venus-Express et Mars-Express sont particulièrement difficiles à traiter. En collaboration avec l'IRAP et notamment Andrei Fedorov qui est le meilleur spécialiste de ces instruments, le CDPP a entrepris de retraiter les données ASPORA en mettant en œuvre une chaîne de traitement automatisée utilisant les algorithmes de calibration développés par A. Fedorov.



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 42

Cette action a bénéficié d'un support industriel fourni par les sociétés Co-Libri et AKKA. L'action a été menée avec succès sur une partie des données VEX et MEX.

Une action complémentaire est apparue cependant nécessaire afin d'améliorer les chaînes et de valider les résultats. Elle est menée dans un partenariat CDPP/IRAP (N. Bourrel / A. Fedorov) : dans un premier temps le retard a été rattrapé, et depuis début 2013 toutes les données sont acquises, traitées et mises à disposition avec un décalage temporel de seulement un mois.

La base de données EISCAT :

Frédéric Pitout a rejoint l'IRAP et le CDPP en 2011. Etant en charge de la base de données EISCAT résidente à l'IRAP, il a été décidé en accord avec l'Observatoire de Grenoble que cette base allait être migrée au CDPP. Les données seront mises aux formats NetCDF/VOTable et intégrées dans les bases SIPAD et AMDA. Des projets de valorisation de ces données sont en cours et sont pilotés par F. Pitout.

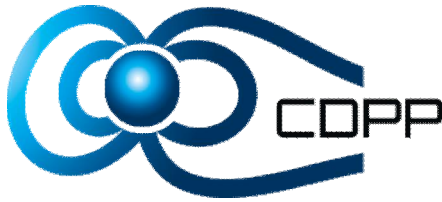
Cette action a démarré en 2011. Des données de test ont permis de valider le processus en 2012. Les premières livraisons ont mis en évidence quelques problèmes de la chaîne de production à l'IRAP. Ces problèmes restent à traiter.

3.2.1.2 AMELIORATION DE L'ACCES AUX DONNEES DU CDPP

Constat : Aujourd'hui, l'utilisateur CDPP qui désire accéder aux données peut s'adresser soit au SIPAD, soit à AMDA. Ces deux bases possèdent des données communes (sous des formes différentes) et des données spécifiques. Aujourd'hui, l'utilisateur n'a pas de vision cohérente de l'ensemble des données mises à disposition par le CDPP.

Une action a démarré en 2013 afin d'évaluer la faisabilité d'offrir une interface unique aux utilisateurs désirant accéder aux données disponibles au CDPP. Compte tenu des possibilités techniques des outils du CDPP, le principe envisagé est de référencer l'ensemble des données du CDPP au-travers du SIPAD, les données AMDA étant alors considérées comme des jeux de données spécifiques rendus "visibles" par le SIPAD. L'utilisateur pourra alors commander ces données via l'interface SIPAD, lequel fera appel si nécessaire aux webservices AMDA pour récupérer les données demandées.

Une 1^{ère} étape a consisté en une étude de faisabilité technique. Faute de disponibilité CNES, sa mise en œuvre technique a été repoussée en 2014. Elle sera confiée à un industriel au travers d'un contrat.



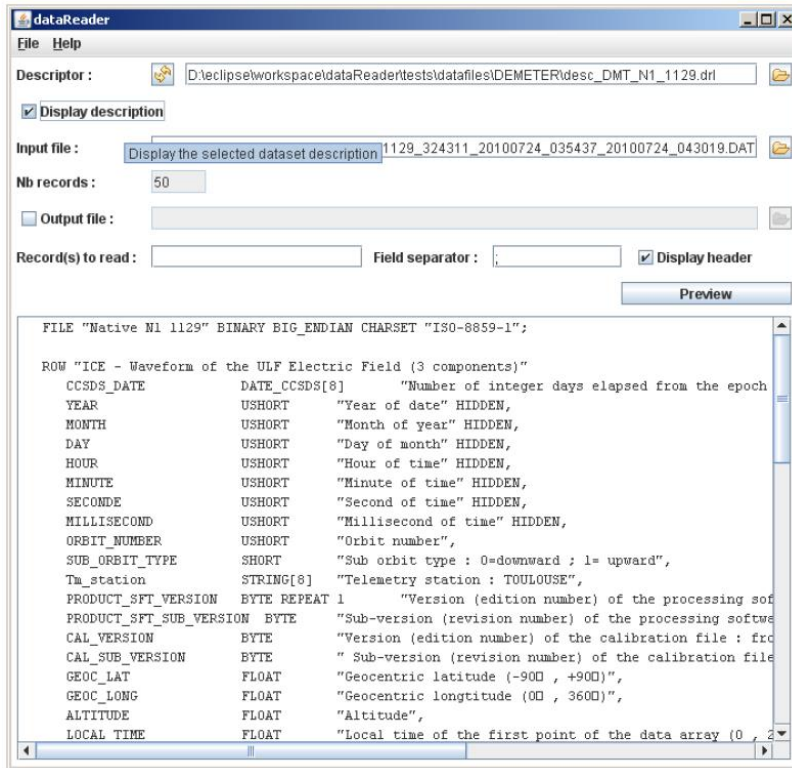
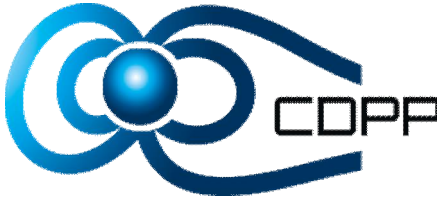
3.2.1.1 DEVELOPPEMENTS AUTOUR DE L'ARCHIVE

Des convertisseurs de format de données ont été réalisés :

- Un convertisseur CEF vers CDF; ce convertisseur va être intégré au SIPAD. L'utilisateur aura alors le choix lorsqu'il commande des données Cluster entre le format natif CEF et le format standard CDF,
- Un convertisseur CEF vers netCDF; ce convertisseur servira à ingérer les données Cluster dans la base AMDA,
- Un convertisseur CDF vers netCDF; il s'agit d'une évolution du convertisseur existant pour prendre en compte le nouveau format TT2000 du CDF pour le temps; ce convertisseur servira à l'ingestion AMDA.

Un lecteur permettant de lire et d'afficher et d'écrire dans un fichier ASCII les données de l'archive a été développé.

Ce lecteur java a été étendu à un lecteur générique permettant à l'utilisateur de définir la structure de ses données. Il est limité aux enregistrements de taille fixe.

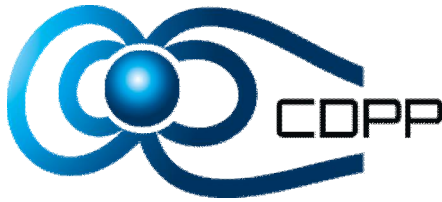


The screenshot shows the 'dataReader' application window displaying a table of 2590 records. The table has the following columns: CCSDS_DATE, YEAR, MONTH, DAY, HOUR, MINUTE, SECONDE, MILLISECO., ORBIT_NU., SUB_ORBIT., and TM_S. The data shows records for the year 2010, month 7, day 24, hour 3, minute 10, ranging from second 32 to 131.

	CCSDS_DATE	YEAR	MONTH	DAY	HOUR	MINUTE	SECONDE	MILLISECO..	ORBIT_NU..	SUB_ORBIT..	TM_S
1	2010-07-24T03:10:32.398	2010	7	24	3	10	32	398	32431	0	TOUL
2	2010-07-24T03:10:32.601	2010	7	24	3	10	32	601	32431	0	TOUL
3	2010-07-24T03:10:32.808	2010	7	24	3	10	32	808	32431	0	TOUL
4	2010-07-24T03:10:34.239	2010	7	24	3	10	34	239	32431	0	TOUL
5	2010-07-24T03:10:36.287	2010	7	24	3	10	36	287	32431	0	TOUL
6	2010-07-24T03:10:38.492	2010	7	24	3	10	36	492	32431	0	TOUL
7	2010-07-24T03:10:38.697	2010	7	24	3	10	36	697	32431	0	TOUL
8	2010-07-24T03:10:38.902	2010	7	24	3	10	36	902	32431	0	TOUL
9	2010-07-24T03:10:37.107	2010	7	24	3	10	37	107	32431	0	TOUL
10	2010-07-24T03:10:37.311	2010	7	24	3	10	37	311	32431	0	TOUL
11	2010-07-24T03:10:37.518	2010	7	24	3	10	37	518	32431	0	TOUL
12	2010-07-24T03:10:37.721	2010	7	24	3	10	37	721	32431	0	TOUL
13	2010-07-24T03:10:37.926	2010	7	24	3	10	37	926	32431	0	TOUL
14	2010-07-24T03:10:38.131	2010	7	24	3	10	38	131	32431	0	TOUL

3.2.2 LA BASE JUPITER

Dans le cadre de la préparation à la mission JUICE et dans le contexte de Juno, le CDPP a entrepris, avec un support spécifique du CNES, de mettre en place une base de données obtenues dans l'environnement de Jupiter et de ses lunes. L'opération consiste (i) à récupérer ó principalement depuis le PDS - les données des missions GALILEO, CASSINI, ULYSSES, PIONEER 10/11, VOYAGER 1/2, New Horizon, (ii) à effectuer les traitements nécessaires à leur calibration, (iii) à les homogénéiser et à les standardiser et (iv) à les organiser dans une base de données exploitable par AMDA.



Cette opération permet maintenant à la communauté d'avoir un accès facilité et exploitable à l'ensemble des "données Jupiter" existantes. Cette base a aidé à la définition de la mission JUICE et des spécifications de ses instruments (en particulier CEPAGE porté par N. André à l'IRAP). Cette action devrait aussi permettre au CDPP de se placer en bonne position pour être un artisan clef pour l'archivage et la dissémination des données de cette mission (ce sera déjà le cas pour l'instrument RPWI voir section 3.3.1). Les travaux sur cette base se sont arrêtés mi-2013 et reprendront à l'été 2014 (départ de B. Renard, recrutement d'un CDD en juin 2014).

3.2.3 FORMAT CDPP

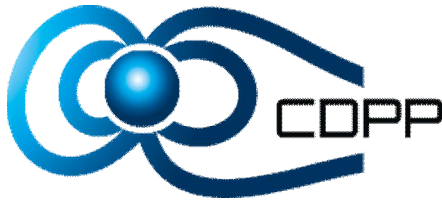
L'émergence de formats de données largement utilisés par la communauté de par leur diffusion ainsi que la mise à disposition d'outils associés à ces formats (essentiellement le format CDF en physique spatiale et en planétologie) nous a amené à abandonner le format CDPP. L'effort associé à la diffusion d'un format spécifique est principalement lié à la nécessité "d'outiller" ce format pour le faire adopter par la communauté et apparaît trop important en regard de l'apport.

3.2.4 PROJET AUTOUR DES "DONNEES RADIO" (SILFE)

L'archive du CDPP contient une riche collection de jeux de données radio provenant de nombreuses missions : ISEE-3, VIKING, ULYSSES, WIND, INTERBALL, CLUSTER, STEREO et CASSINI. La valorisation de ce patrimoine exceptionnel (couvrant près de trois cycles solaires) est une perspective prioritaire du CDPP et porte des intérêts scientifiques multiples. Le lien avec les données radio sol (Nançay, Japon, etc) et les missions planétaires (Galileo, Voyager, JUNO, Bepi-Colombo, JUICE...) est aussi prévu. Par le biais de B. Cecconi, l'équipe du CDPP possède un haut niveau d'expertise et de technicité sur ce type de données.

Les étapes de ce projet incluent (i) la standardisation des données, (ii) la création de produits de données de niveau supérieur (Gonio-Polarimétrie, localisation 3D des sources, bruit thermique) et (iii) le développement d'outils d'analyse adaptés. Cette opération est menée dans la perspective de l'interopérabilité et de l'intégration dans les observatoires virtuels.

Le début de l'opération SILFE (Spectral Information for Low Frequency Emissions) est prévu pour 2015 et se fera en collaboration avec le LESIA et l'équipe VOParis.



3.2.5 DEVELOPPEMENT D'UNE BASE DE DONNEES DE "FORME D'ONDE".

Les données en forme d'onde sont des données en général sous-utilisées. Pourtant, ce sont des données extrêmement intéressantes qui permettent d'analyser les mécanismes plasmas de manière fine et détaillée. En outre, ces données peuvent susciter un intérêt au sein de la communauté des plasmas de laboratoire. Le développement d'un service centré sur les données en forme d'onde constituerait une brique sur laquelle plusieurs communautés pourraient développer échanges et collaborations. A notre connaissance, il n'existe nulle part de base de données en forme d'onde ni de service associé.

L'archive du CDPP possède déjà un patrimoine étoffé de données en forme d'onde (ARCAD, WIND, CLUSTER, DEMETER). Depuis l'arrivée de Carine Briand, le CDPP compte une spécialiste de ce type de données. Elle a pris en charge le projet qui s'articule autour de trois étapes principales : (i) calibrer et standardiser les données, en associant une documentation détaillée des méthodes et procédure utilisées ; (ii) constituer et mettre à disposition une base de données standardisées et (iii) adapter les outils du CDPP (AMDA) et/ou développer des outils spécialisés pour l'analyse de données en forme d'onde.

Bien que très absorbée par d'autres charges (Directrice-Adjointe du LESIA), C. Briand a entrepris de réhabiliter les codes de calibration des données WIND et prépare la mise en base des données STEREO.

La prise en compte par le SIPAD de ce type de données a été validée à l'aide de données de test. Il a été décidé la double présentation de ces données dans l'arborescence Mission actuelle et dans une nouvelle subdivision "Thematics" permettant l'accès via un critère thématique.

Un problème de datation sur les données WIND nécessitant le retraitement de l'ensemble des données, il a été décidé de basculer sur la prise en compte des données formes d'onde STEREO.

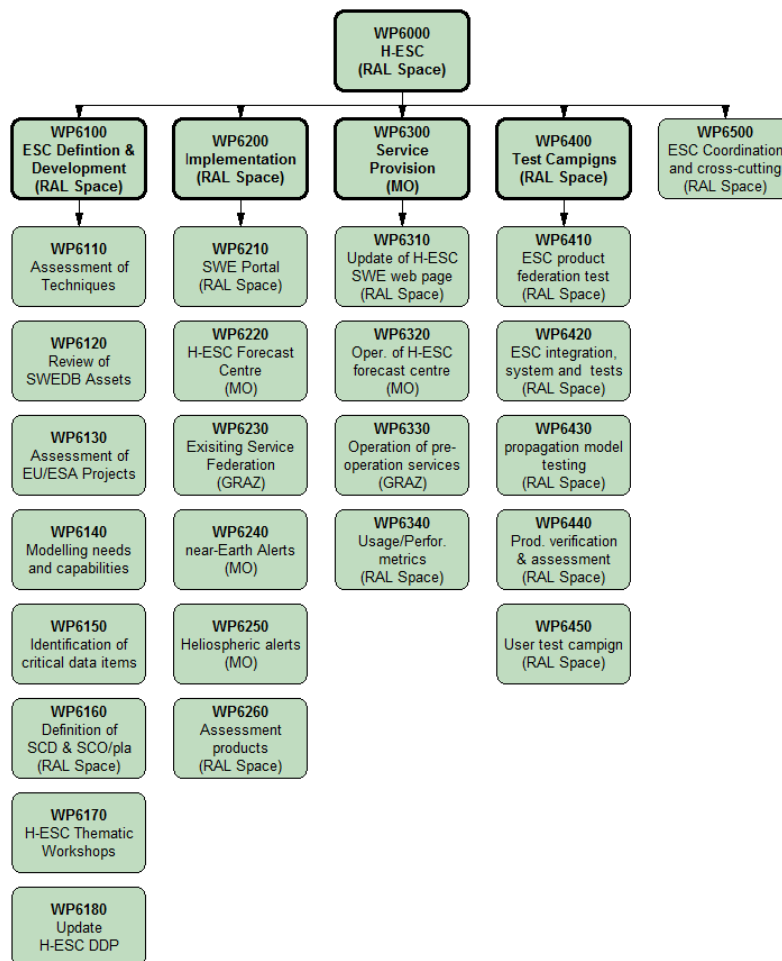
Cette action a été mise en sommeil en 2012 pour des raisons de disponibilité des différents intervenants. Elle a redémarré en 2013 (cf. § 3.2.1.1).

3.2.6 OUTIL « IONOSPHERE »

Les données relatives à l'étude de l'ionosphère sont dans des formats parfois différents des séries temporelles utilisées par AMDA : dépendance en fonction de l'altitude, projection des champs de vue des radars ou des pieds des lignes de champ sur des cartes géographiques, etc. Avant de se lancer dans la conception d'un outil « ionosphère » spécifique, l'approche par prototype a été choisie. Dans ce cadre deux stagiaires ont travaillé dans l'équipe CDPP en 2013 sur 1/ une interface pour accéder au code de simulation ionosphérique TRANSCAR ainsi que sur 2/ un prototype de visualisation de données ionosphériques. Les suites de ces actions sont actuellement en stand-by.

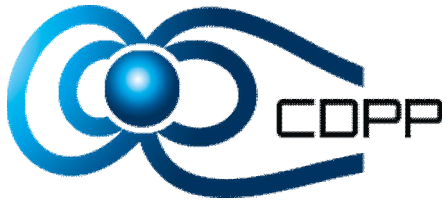
3.3 PROJETS EUROPEENS : SSA ET H2020

3.3.1 SSA



Structure de la réponse au Heliospheric Expert Service Centre dans lequel le CDPP participe avec plusieurs de ces outils.

Le segment « Space weather » du programme SSA de l'ESA est divisé en 5 « expert service centres » représentant le « ionospheric weather », le « solar weather », « heliospheric weather », (voir [http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/Space_Weather - SWE_Segment](http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/Space_Weather_-_SWE_Segment)). En décembre 2013 un appel d'offre (ITT) pour désigner les responsables de chacun de ces « expert centres » fut émis. La réponse a été menée par Astrium. Des



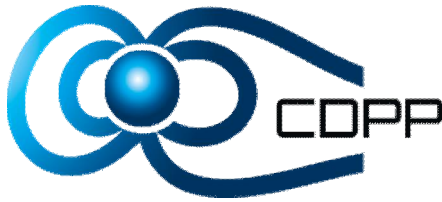
contacts entre CDPP et MEDOC d'une part, et le RAL (UK) d'autre part ont été pris fin 2013/début 2014 afin de déterminer une participation possible des centres français au « heliospheric expert service centre » (H-ESC). MEDOC a finalement été dirigé vers les coordinateurs du « Solar ESC » mais le nombre d'« assets » déjà identifiés a été jugé suffisant, et MEDOC n'a pas été sollicité plus avant. Dans le cas du CDPP, le RAL a proposé que les services AMDA, Propagation Tool et SpaceWeather Tool figurent dans la réponse. La France ne souscrivant pas à ce programme, ses instituts/laboratoires ne sont pas autorisés à répondre comme partenaire mais ils peuvent en revanche être désignés comme « consultants » (avec un financement limité). C'est le cas ici du CDPP qui intervient dans plusieurs WorkPackages de la réponse menée par le RAL (voir le WBS ci-dessus pour la structure globale de cette réponse ; les services du CDPP se retrouvent dans les WP6100, 6200, 6300). Les outils seront mis à disposition à travers un portail SSA ; le travail concernera donc essentiellement une homogénéisation des accès sans développement de nouvelles fonctionnalités. La mise à disposition récente des données ACE « temps réel » dans AMDA a été réalisée dans le cadre de cette réponse. La réponse de l'ESA à cette proposition est attendue courant 2014.

3.3.2 EUROPLANET2020

Le projet FP7 Europlanet-RI est officiellement terminé fin 2012 (à noter que le CDPP attend toujours le dernier remboursement de l'UE). La manière de continuer ce programme est discutée depuis quelques années déjà. En particulier un MOU a été signé par les différents partenaires souhaitant continuer l'aventure sous une forme ou une autre. Fin 2013 l'appel d'offre du programme H2020 a été émis et une réponse dans le cadre du call INFRAIA-1-2015 est menée par N. Mason (OpenU, UK) et A. Coustenis (LESIA). Les discussions (compliquées) ont commencé depuis plusieurs mois déjà mais les mois d'avril/mai/juin 2014 voient leur aboutissement. Le CDPP devrait participer à 2 WorkPackages :

- VESPA (Virtual European Solar and Planetary Access), qui est une suite des activités « Observatoire Virtuel » de EuroPlanet-IDIS (FP7); le CDPP y interviendra essentiellement avec son service AMDA (accrétion de données, implémentation d'un serveur EPN-TAP, le protocole de découverte de données mis en place par IDIS) et peut-être certains développements de 3DView.
- PSWD (Planetary Space Weather and Diary, lead = M. Grande + N. André). Ce WP s'occupera de valider plusieurs modèles de propagation de paramètres de vent solaire aux différentes planètes, et de faire le lien entre des communautés d'amateurs et de professionnels en planétologie (incluant les agences et l'industrie spatiales).

Le CDPP devrait recevoir un budget de quelques centaines de keuros pour ces 2 WP.



3.3.3 ADDMAG

Le projet ADDMag a été soumis en Mars 2014 dans le cadre de l'appel à proposition européen H2020-PROTEC-2014, concernant la météorologie de l'espace.

Le projet est focalisé sur le développement de nouveaux codes de simulation solaire et héliosphérique afin de mieux modéliser la propagation des éjections de masse coronales (CME) dans le milieu interplanétaire, et donc de prédire les conditions du vent solaire au niveau de la Terre. Le projet inclue une participation du CDPP et de ses outils.

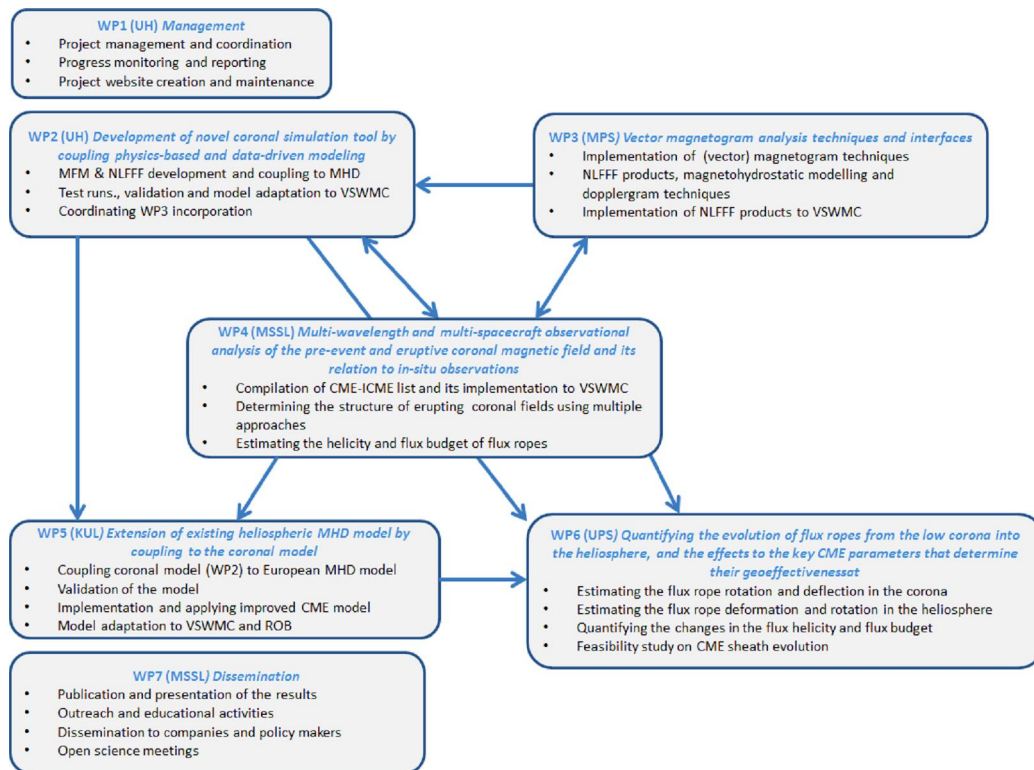
Benoit Lavraud (15%) et Alexis Rouillard (10%), tous deux membres scientifiques du CDPP, sont impliqués au premier plan. Vincent Génot (5%) est également impliqué. La contribution totale du CDPP s'élève à 330000 €.

Le projet comprend 7 work packages (WP), Benoit Lavraud étant leader du WP 6 portant sur : « Quantifying the evolution of flux ropes from the low corona into the heliosphere, and the effects to the key CME parameters that determine their geoeffectiveness ».

Les objectifs de ce WP sont:

- Le développement de méthodes permettant de quantifier la rotation et la déflexion des éjections de masse coronales (CME) ;
- La détermination de l'importance de la déformation et de l'érosion magnétique des CMEs au cours de leur propagation ;
- L'estimation de l'évolution du flux et de l'hélicité magnétique des CMEs dans l'héliosphère ;
- La détermination de l'impact de ces processus sur les propriétés du vent solaire près de la Terre pour prédire l'activité géomagnétique.

Pour ce faire, les outils du CDPP tels que AMDA, le Propagation Tool et le Space Weather Tool développés par le CDPP auront des rôles importants dans les études proposées.



WBS de ADDMAG

3.3.4 SAFESPACE

Le projet SafeSpace a été soumis en Mars 2014 dans le cadre de l'appel à proposition européen H2020-PROTEC-2014, concernant la météorologie de l'espace.

Ce projet est centré sur la modélisation des processus de la magnétosphère interne (ceintures de radiation), à des fins de prédiction des flux de particules dans cette région. Le projet inclue une participation du CDPP et de ses outils afin de faire la connexion entre les processus magnétosphériques et leur origine au Soleil (i.e., propagation des structures dans le milieu interplanétaire).

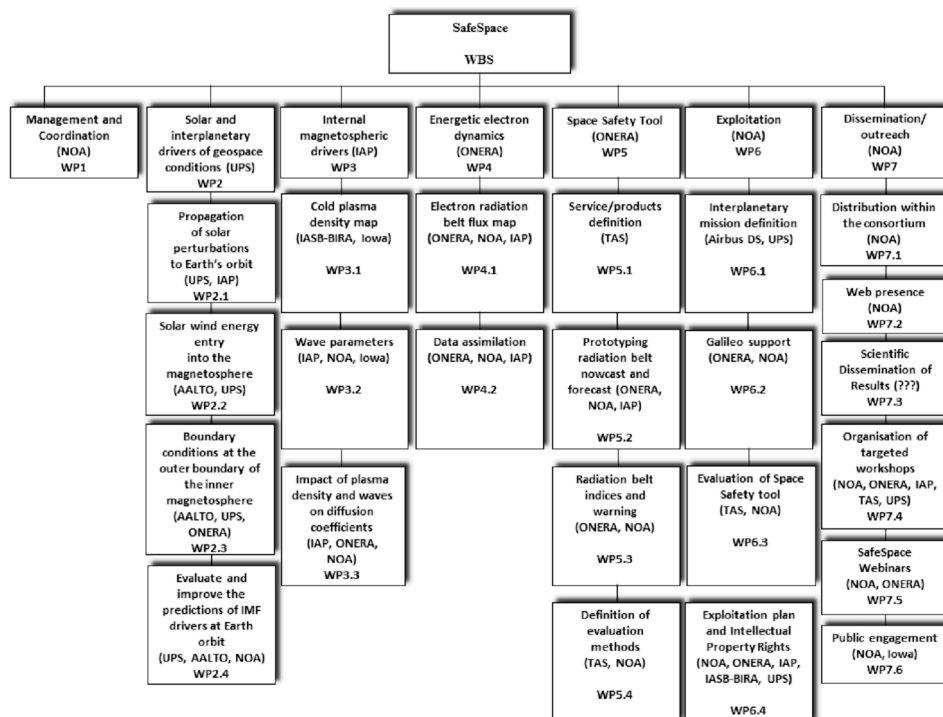
Benoit Lavraud (15%) et Alexis Rouillard (10%), tous deux membres scientifiques du CDPP, sont impliqués au premier plan. Myriam Bouchemit (10%) est également impliquée pour les aspects techniques liés au développement de couches d'interopérabilité entre le Space Weather Tool du CDPP et les autres outils du projet. La contribution totale du CDPP s'élève à 352000 €.

Le projet comprend 7 work packages (WP), Benoit Lavraud étant leader du WP 2 portant sur : « Solar and interplanetary drivers of geospace conditions ».

Les objectifs de ce WP sont:

- La détermination des caractéristiques de propagation des perturbations solaires dans le milieu interplanétaire, et la quantification de la prédictibilité des paramètres du vent solaire près de la Terre à l'aide de l'outil Space Weather Tool.
- La quantification du transfert d'énergie du vent solaire vers la magnétosphère à l'aide de données et simulations globales MHD de la magnétosphère.

L'outil Space Weather Tool développé par le CDPP aura un rôle central pour le premier objectif, et nécessitera la réalisation de couches d'interopérabilité. Les outils AMDA et Propagation Tool seront aussi utilisés.

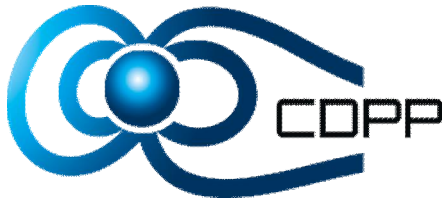


WBS de SafeSpace

3.3.5 AUTRES

L'année 2014 a été riche en réflexion et (longues) discussions concernant la participation du CDPP aux différents appels H2020.

Il a notamment été discuté d'une participation à l'appel « Science exploitation of Mars data » ; différentes options ont été mesurées mais aucune finalement retenue. L'équilibre entre visibilité / retours scientifique et techniques / budget / complexité administrative est en effet toujours délicat à trouver, ceci d'autant que le « jeu » s'est complexifié ces dernières années avec la participation généralisée à tous les acteurs.



Une autre participation possible, toujours en discussion, concerne le Call « Cometary science ». Le CDPP participerait grâce à sa base Rosetta/RPC ó Giotto mais aussi en développant le Propagation Tool pour des fonctionnalités en dehors du plan de l'écliptique afin d'intégrer les orbites cométaires.

Enfin, des discussions très préliminaires ont eu lieu au sein de l'IRAP (avec l'équipe ionosphère) sur une possible réponse groupée au call « Ionosphere » en 2015.

Pour terminer une proposition ERC portée par B. Lavraud sera soumise courant mai 2014 ; les outils AMDA et Propagation Tool y figure en bonne place.

3.4 IMPLICATIONS DANS LES PROJETS SPATIAUX

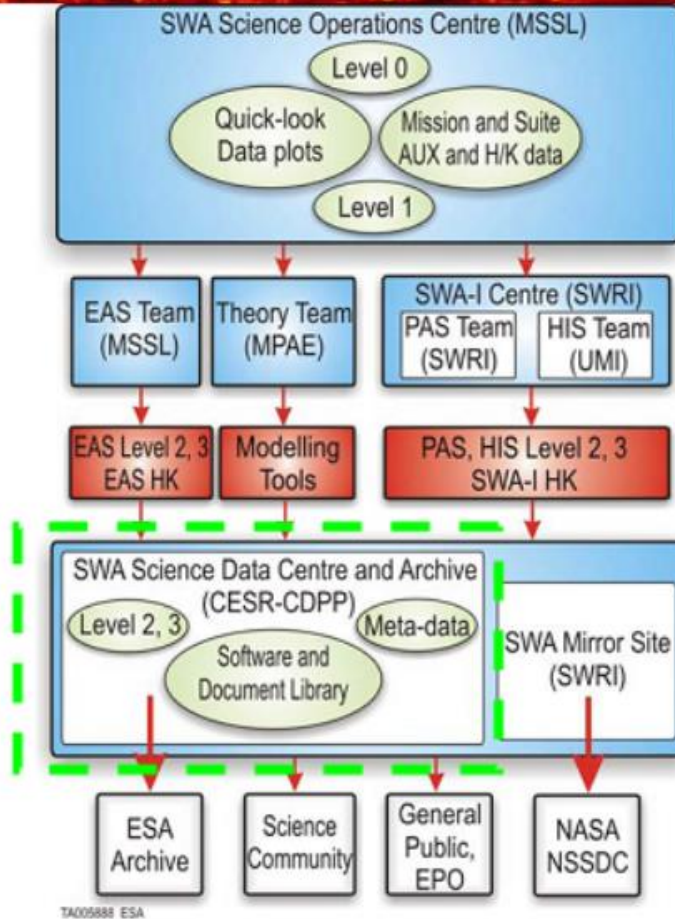
3.4.1 PROJETS SELECTIONNES

Solar-Orbiter

SWA (Solar Wind Analyser) est une suite d'instruments dédiés à la mesure du vent solaire par la mission ESA/NASA Solar-Orbiter. SWA fournira la mesure des électrons, des protons, des alphas ainsi que des ions lourds. Les données SWA seront archivées au SDCA (Science Data Centre and Archive) qui constituera la "base mère".

Dans le montage de la proposition faite en réponse à l'appel d'offre de l'ESA, c'est le CDPP qui aura la responsabilité du SDCA (voir le schéma ci-dessous et le poster au Solar Orbiter à Brugge : <http://www.spaceweather.eu/en/repository/show?id=330>)

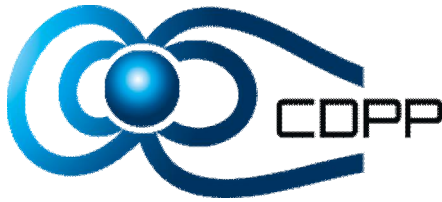
SOLAR ORBITER SWA Science Data Centre and Archive (SDCA)

Rôle du CDPP dans la distribution des données SWA (extrait de la proposition SO/SWA).

Par ailleurs, des discussions sont en cours avec l'équipe RPW (PI M. Maksimovic) pour déterminer le rôle du CDPP dans la distribution des données de cet instrument et l'interface avec l'ESA.

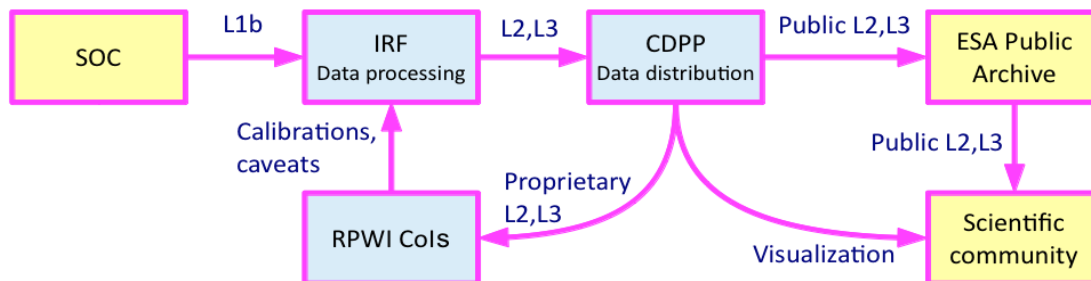
D'autre part, le CDPP compte un représentant (B. Lavraud) dans le Solar Orbiter Data Analysis Working Group (SODAWG, chair : P. Gallagher) qui devrait animer la réflexion de la communauté sur les formats et la distribution des données, ainsi que sur les outils et services. L'interface avec les données BepiColombo sera aussi abordée. Le CDPP a déjà formulé des recommandations sur l'utilisation du format CDF plutôt que PDS qui avait été évoqué dans de précédentes réunions Solar Orbiter. Pratiquement ce groupe est encore en sommeil ; un site web existe cependant : <https://sites.google.com/site/solarorbiterdawg/home>



Cette mission permet de concrétiser des points de convergence avec l'équipe MEDOC, en dehors de la collaboration autour de l'outil de propagation, et pour le CDPP, permet de dépasser le cadre strict du consortium SWA. Une première réunion de présentation mutuelle (équipes instrumentales / CDPP /MEDOC) a eu lieu le 29 novembre 2013 ; une seconde sur la définition des besoins scientifiques dans les outils (notamment les synergies remote ó in-situ) aura lieu le 22 mai 2014. Elle devrait aussi permettre de planifier un atelier PNST ouvert à la communauté sur ces aspects.

JUICE

La mission JUICE sera la prochaine mission européenne qui étudiera l'environnement de Jupiter et ces lunes. A son bord l'instrument RPWI (PI J.-E. Wahlund, IRFU, co-PI B. Cecconi, LESIA, 5 co-I à l'IRAP), grâce à plusieurs sous-systèmes, réalisera les mesures du champ électromagnétique (champ électrique continu, ondes radio et plasma), du plasma thermique, du potentiel du satellite et du flux EUV solaire intégré. Comme le montre la figure suivante, le CDPP jouera un rôle central dans la distribution des données de niveaux L2 et L3 vers les co-I et l'archive ESA, en mettant de plus à disposition ses outils d'analyse et de visualisation.



Organisation du traitement et de la distribution des données pour l'instrument RPWI (extrait de la proposition JUICE/RPWI)

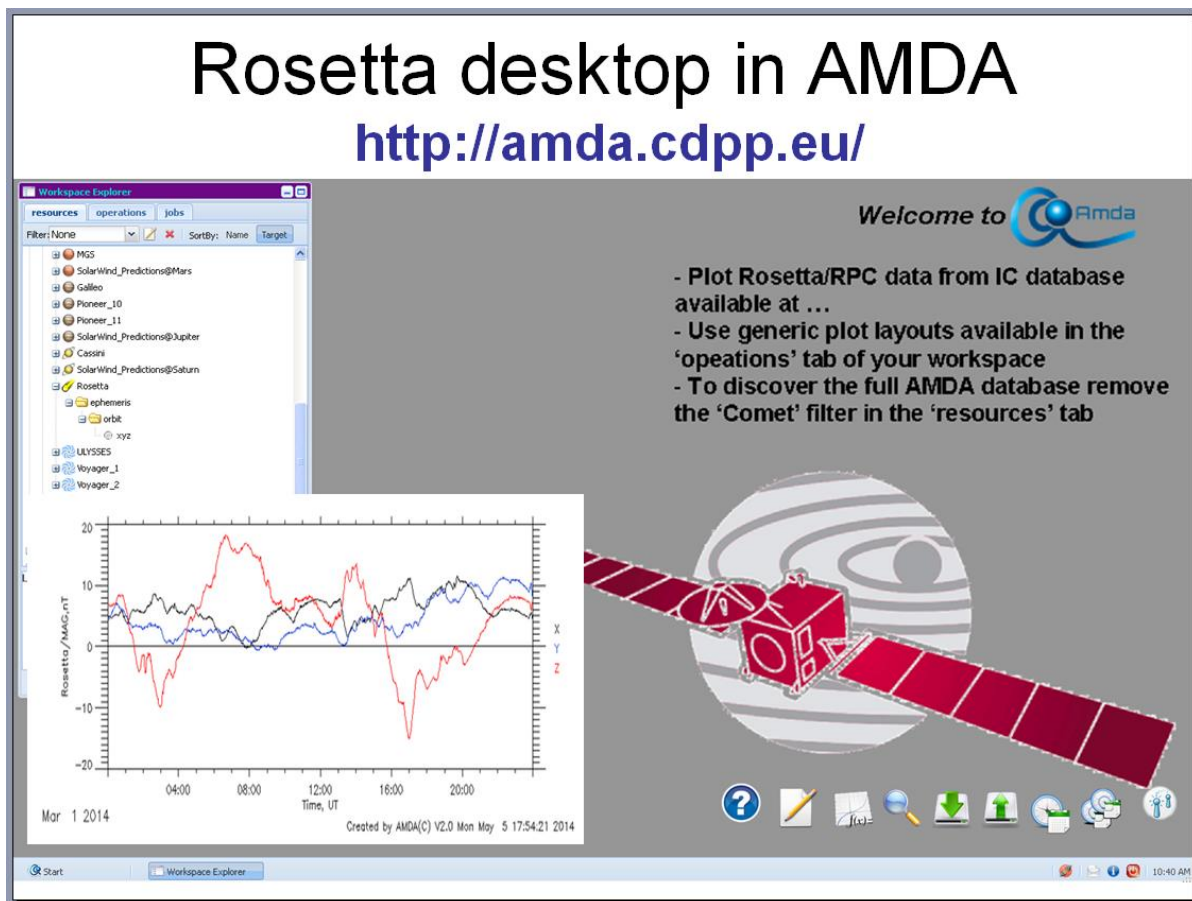
Selon l'avancement des discussions actuellement en cours entre les consortia PEP (particules) et J-MAG (champ magnétique) et RPWI, le CDPP pourrait éventuellement jouer un rôle dans la distribution des données de ces instruments.

Mission Rosetta (consortium RPC)

Le CDPP a été invité à donner une présentation à une réunion (7 avril 2014) du consortium RPC (données plasma) de la mission Rosetta. Les équipes instrumentales ont été séduites par l'offre de service du CDPP et il a été rapidement décidé que :

- Le CDPP récupèrera les données RPC sur un serveur central situé à Imperial College (UK)
- Le CDPP proposera un environnement Rosetta dans AMDA (voir figure ci-dessous) permettant aux équipes instrumentales de tracer leurs données (quick-looks)

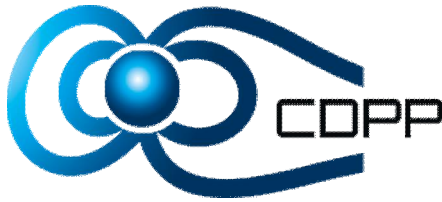
Une lettre (ou MOU) précisant les rôles respectifs des équipes PI, du CDPP et d'IC va être très prochainement discutée. Vu les délais de réalisation très courts, le CDPP ne s'engagera que sur un périmètre limité, et étudiera en cours d'année la possibilité d'étendre son service (par exemple si des ressources dédiées peuvent être obtenues pour cette action).



Prototype d'environnement de travail AMDA spécifique aux utilisateurs du consortium Rosetta/RPC

Missions MMS, BepiColombo, Juno

Le CDPP a entrepris diverses actions (GIOTTO, CASSINI, Jupiter, cf. §3.1.1 et §3.1.2) dont il espère retirer une bonne visibilité au sein de la communauté des plasmas planétaires. Le



CDPP exprime une forte motivation pour s'investir dans l'archivage, la dissémination et la valorisation des données qui seront produites par ces missions.

3.4.2 AUTRES PROJETS

Propositions de missions M4 de l'ESA

Comme dans le cadre des propositions M3, le CDPP se rapprochera des équipes proposant pour M4 afin de proposer sa participation à l'archivage et la dissémination des données (appel d'offre courant 2014). Cela concernera les missions M⁴ (ex TOR) et possiblement Alfvén.

3.5 DEVELOPPEMENT DES SERVICES

3.5.1 DEVELOPPEMENT ET INDUSTRIALISATION DE AMDA

La finalisation de la nouvelle interface d'AMDA a permis son ouverture officielle en 2013.

En parallèle, l'industrialisation du noyau va se poursuivre en prenant en compte :

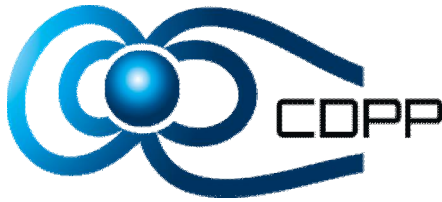
- Les besoins actuels couverts par l'ancien noyau,
- Les nécessités et perspectives d'évolution : nouveaux types de tracés, nouveaux types de données, nouveaux traitements

3.5.2 UTILISATION DE SAMP

Le prototype technologique de connexion AMDA/Aladin autour des images d'aurores (utilisation du protocole SAMP de l'IVOA) a abouti et il est maintenant implémenté sur la nouvelle version d'AMDA. De façon plus générale d'autres outils et services peuvent être connectés à AMDA grâce à ce protocole : la base APIS (images d'aurores, L. Lamy, LESIA), les outils TOPCAT et VOSTat, la future base CFA (données Cluster) de l'ESAC, etc. Il est à noter qu'AMDA est le premier outil à pouvoir échanger des fichiers au format CDF grâce à SAMP. La base CFA offrira aussi bientôt cette fonctionnalité.

3.5.3 OUTIL DE PROPAGATION

L'outil de propagation sera mis à la disposition de la communauté courant 2014. Des évolutions seront ensuite réalisées en fonction des retours utilisateurs et des nouveaux besoins exprimés. L'intégration avec l'outil AMDA du CDPP sera améliorée.



Côté MEDOC, il a été décidé de développer une interface s'appuyant sur l'outil JHelioviewer qui offre l'avantage pour le MEDOC de ne pas avoir à générer l'ensemble des films pour l'ensemble des instruments et pour le CDPP d'être beaucoup plus flexible et de proposer plus de fonctionnalités qu'une visualisation simple de films pré-générés.

3.5.4 MISE A DISPOSITION DE WEB-SERVICES

Le développement des Observatoires Virtuels implique la mise à disposition des données et des services offerts par les Centres de Données via des services web utilisables par des applications de haut niveau. Il s'agit donc que ces données et ces services soient utilisables au travers d'interfaces utilisateurs mais aussi directement par des programmes.

Un chantier important pour le CDPP est donc le développement de services web pour l'accès à l'archive SIPAD-NG, à la base miroir THEMIS et à AMDA.

Côté SIPAD-NG, une première implémentation de Webservices a été réalisée en 2011, de même sur AMDA. Ces services sont en cours d'harmonisation.

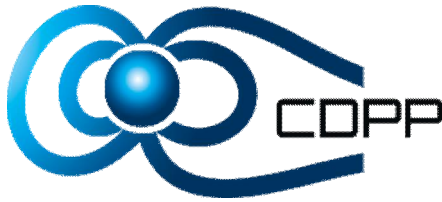
3.6 INVESTISSEMENT DANS LES PROJETS D'OBSERVATOIRES VIRTUELS ET D'INTEROPERABILITE.

3.6.1 SUITE DE HELIO

Le CDPP poursuit son action de promotion des suites au projet HELIO : étude de l'implémentation d'une version d'HELIO en France (distribuée entre le LESIA, l'IAS et l'IRAP), participation à la demande de labellisation HELIO-F. Des actions ponctuelles de maintenance des services mis en place durant le projet ont lieu ; une mise à jour plus conséquente devra avoir lieu quand le nouveau noyau d'AMDA aura été intégré.

3.6.2 SUITE DE EUROPLANET RI

L'investissement important du CDPP vers les aspects planétologie ces dernières années, notamment au sein de l'action IDIS du projet Europlanet-RI, a entre autre permis une collaboration étroite entre les centres CDPP et le noyau plasma PPI du NASA/PDS (la référence en terme d'archive planétaire) : intégration de données du PDS au CDPP, transfert de connaissance sur le nouveau format « planétaire » (PDS4) adopté par l'ESA pour son archive PSA, discussions connexes autour d'IMPEX et de SPASE.



3.6.3 SUITE DE CASSIS

Le projet CASSIS (Coordination Action for the integration of Solar System Infrastructures and Science, <http://www.cassis-vo.eu/>) était un projet visant à coordonner les développements d'infrastructure et de technologie poursuivis dans les projets HELIO, EUROPLANET RI et SOTERIA. Les objectifs de CASSIS étaient (i) de favoriser le développement de l'interopérabilité entre les e-infrastructures des sciences du Système Solaire, (ii) d'en coordonner les évolutions des standards en relation avec l'IVOA et l'IPDA et (iii) coordonner les activités de dissémination des ressources. Le CDPP participait à CASSIS comme leader du WorkPackage 2 " Interoperability of data and services".

Le projet a constamment souffert d'une défaillance de management. Les résultats concrets sont maigres : un site web dont le but est de centraliser ou donner accès à des ressources utiles pour développer l'interopérabilité et les observatoires virtuels. Le projet s'est finalement terminé le 30 novembre 2013 sans atteindre tous ses objectifs. L'implication du CDPP permettra le financement d'environ 6 mois de CDD en 2014.

3.6.4 IMPEX

Le projet suit son cours normalement. Il va continuer à constituer un investissement important pour le CDPP jusqu'à la mi 2015.

3.6.5 IMPLICATION DANS L'IPDA

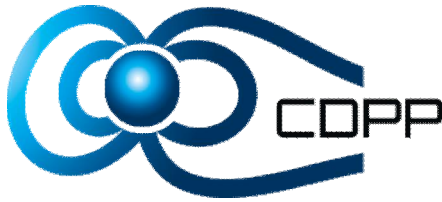
Le CDPP participe au groupe technique de l'IPDA depuis Juillet 2010, notamment au travers du modèle de données EUROPLANET/IDIS (EPN-TAP) et des extensions au protocole PDAP. L'équipe EPN n'a pas souhaité développer son protocole sur la base de PDAP, car il est restreint par construction aux bases de données de missions spatiales. Le CDPP a cependant mis en place un service PDAP où l'on peut trouver les données présentes dans AMDA. Un service EPN-TAP est aussi en construction.

Le CDPP suit par ailleurs les développements du nouveau standard PDS4.

B. Cecconi est co-représentant du CNES au Steering Committee de l'IPDA.

3.6.6 IMPLICATION DANS L'IVOA

Le CDPP participe régulièrement aux réunions « interop » de l'IVOA pour présenter ses outils, l'implémentation/adaptation des standards proposés par l'IVOA, ainsi que pour prendre part aux groupes de travail thématiques (sémantique, modèles de données...). Un groupe de



liaison "science planétaire" est en cours de mise en place, dans lequel le CDPP sera fortement présent.

Par sa participation à ces réunions, le CDPP est attentif aux évolutions des différents formats (ex : VOTable) et protocoles (ex/ SAMP) qui sont devenus cruciaux dans le développement de l'OV ainsi que celui des services du CDPP.

3.6.7 OV-GSO, OBSERVATOIRE VIRTUEL GRAND SUD-OUEST

Depuis quelques années, un groupe d'échange s'était formé autour des équipes impliquées dans l'interopérabilité ou les bases de données dans la région du grand sud-ouest :

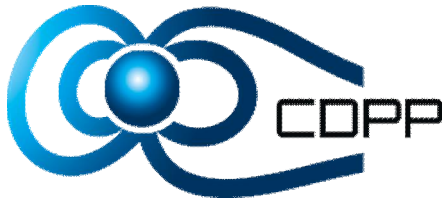
- **BASS2000**IRAP/OMP : <http://bass2000.bagn.obs-mip.fr/>
- **CDPP**IRAP/OMP : <http://cdpp.cesr.fr>
- **CASSIS** IRAP/OMP : <http://cassis.cesr.fr>
- **POLLUX** GRAAL : <http://pollux.graal.univ-montp2.fr>
- **KIDA** LAB/OASU Bordeaux : <http://www.obs.u-bordeaux1.fr/amor/VWakelam/kida/>
- **STORMS**IRAP/OMP

L'OSR (Observatoire Spatial Régional, <http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/osr.html>) basé au CESBIO bien que non-impliqué dans l'astronomie (mais très impliqué dans l'interopérabilité) participait aussi à nos réunions.

Le but de ce groupe a d'abord été de communiquer ses expériences, faire connaître les expertises et compétences présentes dans la région et d'échanger sur des questions techniques.

OV-GSO est maintenant devenu un centre d'expertise régional (labellisé en janvier 2013) centré sur la réflexion et les propositions pour l'observatoire virtuel. Il devrait permettre d'optimiser les investissements mais aussi de favoriser les échanges et la diffusion de compétences et d'expertises (séminaires mensuels), d'atteindre un potentiel de réalisation d'un très haut niveau et de constituer des équipes solides en vue des projets futurs, européens ou internationaux. L'OV-GSO était représenté par plusieurs de ses composantes à la dernière réunion de l'ASOV (janvier 2014) et le sera aussi à celle de l'IVOA (mai 2014). Une des questions qui intéressent beaucoup OV-GSO ces derniers temps concerne des problèmes inhérents aux standards de l'IVOA dans le domaine de la spectroscopie ; l'aspect le plus transverse reste néanmoins l'utilisation du protocole SAMP (séminaire OV-GSO de B. Renard/CDPP en avril 2013, article soumis récemment par V. Génot)

Le site d'OV-GSO peut être visité à: <http://ov-gso.irap.omp.eu/>



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01

Date : **05/05/2014**

Rév. : 01

Date : **20/05/2014**

Page : 60

Avec le développement du Propagation Tool les activités du CDPP ont dépassé le cadre strict de la physique des plasmas en intégrant des techniques d'observation. C'est pourquoi le CDPP a encouragé la création d'un service d'observation, labellisé en 2014 et intégré à OV-GSO : STORMS.

3.6.8 STORMS, UN NOUVEAU SERVICE D'OBSERVATION

La météorologie de l'espace est en plein essor en raison de ces atouts applicatifs, liés entre autres à la nécessité accrue de prédiction des radiations pour les satellites et les hommes dans l'espace. Les orages géomagnétiques liés aux éruptions solaires engendrent aussi des perturbations très importantes proches de la Terre, de la magnétosphère à l'ionosphère et jusqu'au sol : dégradation/coupeure des systèmes de communications, black-out électriques sur des régions très vastes, dysfonctionnement du système GPS, impact sur l'aviation civile et militaire, etc.

Le Solar-Terrestrial Observations and Modeling Service (STORMS ; resp. Alexis Rouillard, CNRS) est un service de météorologie de l'espace labellisé par l'INSU en 2014 comme service SO6 et mis en place à l'IRAP à Toulouse. Une météorologie de l'espace fiable nécessite l'intégration de la dynamique solaire à celle des environnements planétaires, STORMS se trouve donc naturellement à l'intersection des deux pôles thématiques physique solaire et plasmas planétaires jouant ainsi un rôle fédérateur au sein du Programme National Soleil Terre de l'INSU.

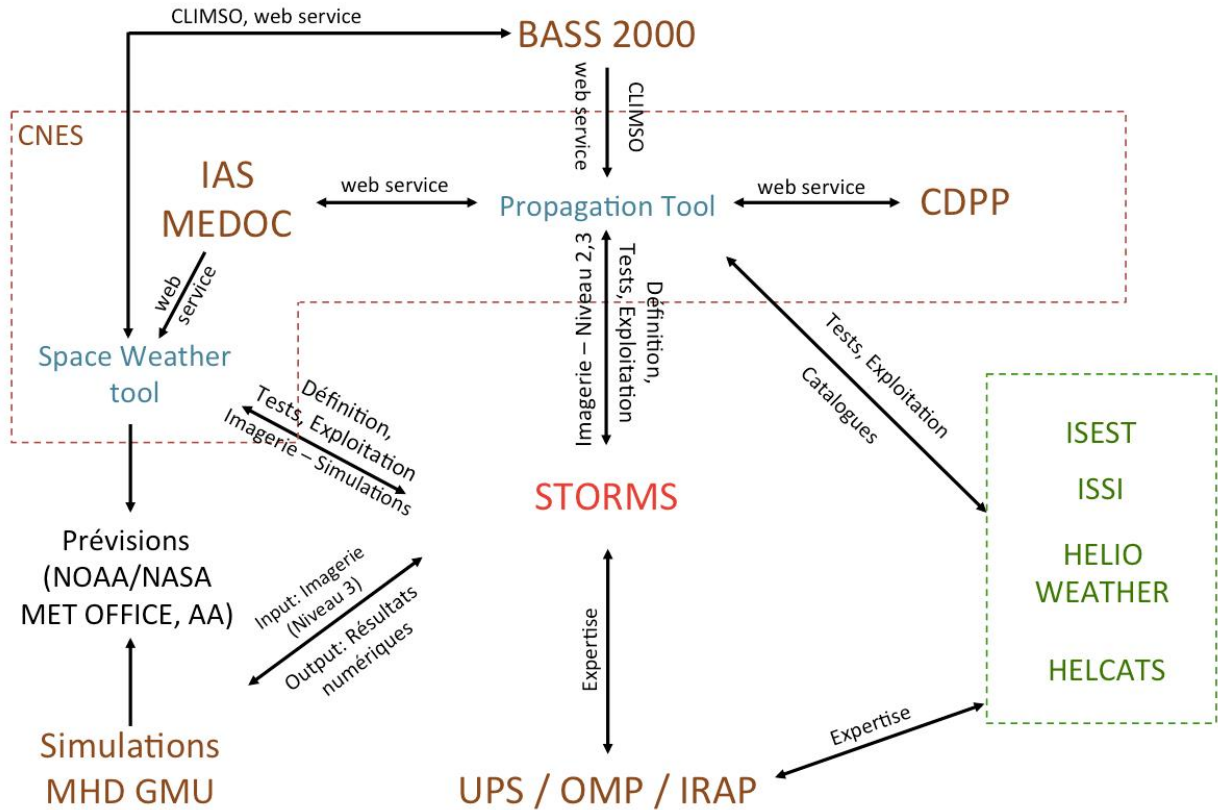
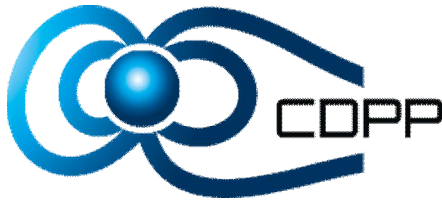


Figure : La position de STORMS dans le paysage des bases de données françaises, des projets internationaux (en vert) et des centres de météorologie de l'espace.

STORMS a collaboré en 2013-2014 avec le CDPP pour définir et suivre le développement du Propagation Tool (livré à la fin 2013) ainsi que du Space Weather Tool (livraison fin 2014). Les buts de STORMS sont :

- de développer les interfaces et l'interopérabilité entre les bases de données du CDPP, MEDOC et de BASS2000 (e.g. propagation tool).
- de développer des outils aboutissant à une météorologie de l'espace plus fiable (modèles solaires, héliosphériques, magnétosphériques, ionosphériques et leurs interfaces).
- de transformer les données d'imagerie et autres données volumineuse et souvent difficiles à manipuler en des données plus synthétiques. Par exemple, la transformation des images de la couronne et du vent solaire en des cartes Carrington et des J-maps,
- créer des catalogues de structures du vent solaire (CMEs/CIRs),



En plus de transformer les données d'imagerie et de faire l'interface avec les données plasma, STORMS participe à la production de catalogues de structures héliosphériques (CIRs/CMEs) par le biais de nombreux projets internationaux (ISEST, FP7 HELCATS, NASA HELIO-WEATHER).

4 STATUTS ET POSITIONNEMENT DU CDPP.

4.1 RENOUELEMENT DE LA CONVENTION

Une nouvelle convention a été signée début 2014 après près de 3 ans de circuit; son rôle principal est d'instituer, outre le CNES et l'INSU, l'UPS et l'ObsParis comme partenaires.

Le CD 2011 ayant approuvé le maintien en opérations du CDPP, un plan a été mis en place pour définir les ressources budgétaires nécessaires au bon fonctionnement du CDPP. Contrairement au contrat interne précédent, le plan ne comporte plus de notion de coût à achèvement; en effet, en tant que pôle thématique et centre de pérennisation de données, le CDPP n'a pas de fin programmée. Ce plan sera révisé sur une base quadri-annuelle.

Par ailleurs la campagne de labellisation 2012 a institué le CDPP dans son rôle de pôle thématique national.

5 ORGANISATION ET RESSOURCES

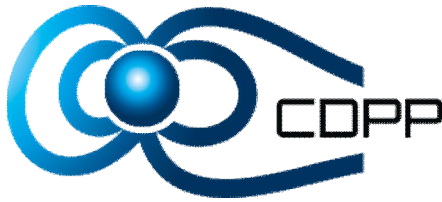
5.1 RESSOURCES HUMAINES

Le CDPP est de plus en plus sollicité pour apporter un support à des missions ou projets (extension du domaine d'intervention sur JUICE, action inattendue sur Rosetta/RPC, support accru à Helcats, ...) ou bien fortement encouragé à participer à des projets "visibles" mais contraignants techniquement (SSA, EuroPlanet, ...). Si cela dénote bien entendu une reconnaissance de la communauté, il y a cependant un risque réel, dans le contexte actuel de ressources pérennes limitées (encadrement de permanents), de mettre en danger les tâches de fond du CDPP (archivage, fonctions scientifiques d'AMDA, ...) aussi bien du côté CNES que CNRS. Un équilibre est à trouver, et l'avis du CD sera déterminant en la matière.

5.1.1 ÉQUIPE CNES

L'équipe CNES a vu le départ en 2013 du chef de projet. Elle est donc en déficit de potentiel :

- ✓ Nicolas Dufourg (0.8 ETP) fait partie du service DCT/ME/EU. Il cumule les activités de chef de projet du CDPP avec ses anciennes attributions de responsable



d'exploitation. Il est responsable du contrat d'archivage et de valorisation des données, renouvelé fin 2011 pour le support industriel aux activités du CDPP ; il prend en charge les activités liées à l'industrialisation de AMDA et au développement du propagation tool et du space weather tool. Il assure un support à l'IRAP pour le suivi du développement des évolutions 3DView pour IMPEX. Nicolas Dufourg remplit également le rôle de chef de projet MEDOC.

- ✓ Dominique Delmas (0.2 ETP) fait partie du service DCT/ME/EU Elle assure la définition, la mise en place et le suivi des archivages des données des missions CLUSTER et DOUBLE STAR,
- ✓ Dominique Heulet (0.1 ETP) fait partie du service DCT/PS/TVI. il est responsable du système d'accès aux données (SIPAD NG).

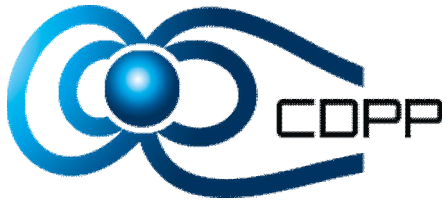
Par ailleurs, cette équipe CNES bénéficie toujours d'un support industriel pour ce qui concerne les activités d'archivage.

Le déficit est d'autant plus important que des activités nouvelles ont démarré : Solar Orbiter, Juice, SSA/SW, H2020, Rosetta.

5.1.2 EQUIPE CNRS

Au total l'équipe CDPP est à ce jour composée de 13 personnes totalisant 6 ETP dont 1.95 ETP scientifique (1.6 ETP à l'IRAP et 0.35 au LESIA) et 4.05 ETP technique (2 CDD et 2.05 permanents). L'équipe CNRS est ainsi constituée :

- Olga Alexandrova (CNAP / LESIA / Sci.: 0,05 ETP 0,25 ETP quand l'implication sur BepiColombo diminuera) a été recrutée au CNAP en 2009. Sa tâche de service est partagée entre les calibrations de BepiColombo/Sorbet et le CDPP. Son implication d'abord faible augmentera progressivement. Son rôle sera de développer des outils d'analyse multi-points qui seront intégrés dans AMDA. Elle sera aussi appelée à intervenir autour des données planétaires.
- Nicolas André (CNRS / IRAP/ 0,2 ETP-Sci) est responsable des activités du CDPP/IRAP liées à la planétologie. Il est porteur de la participation du CDPP dans le SA/IDIS d'EUROPLANET RI, Coordinateur du Nè ud Plasmas (leadership partagé avec W. Baumjohan de l'IWF à Graz). Il est aussi porteur des projets "Base Jupiter" et AMDA/ALADIN. Il contribue par ailleurs au développement des spécifications et aux phases de test d'AMDA et de TREPS.
- Myriam Bouchemit (CNRS / IRAP/ 1,0 ETP-Tech) est chef de projet au sein de l'équipe CDPP/CNRS des activités "internes" du CDPP: développement d'AMDA et des outils STORMS, développement et maintenance du serveur IRAP et des bases qui y résident. Elle suit, côté CNRS, tous les contrats industriels sous responsabilité CNES (noyau AMDA, outils STORMS, TREPS).



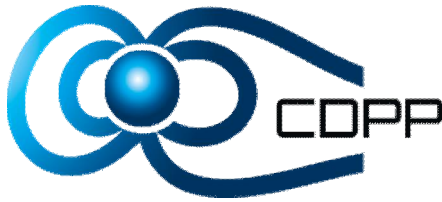
Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 64

- Natalya Bourrel (CDD / IRAP/ 1,0 ETP-Tech) a été recrutée en CDD en Avril 2010. Sa mission était initialement centrée sur le développement des standards et de l'interopérabilité dans le cadre des projets EUROPLANET RI et HELIO. Elle se consacre maintenant au projet IMPEX pour lequel elle développe les couches d'interopérabilité d'AMDA avec les bases de simulation et de modèles.
- Carine Briand (CNAP / LESIA / 0,05 ETP-Sci) est en charge de stimuler et encadrer l'archivage des données en forme d'onde et de développer les services permettant de les exploiter.
- Elena Budnik (Support Industriel Noveltis / IRAP/ 1,0 ETP) participe aux activités d'archivage, de standardisation et de services du CDPP. Elle est le principal artisan d'AMDA. Elle contribue aussi aux développements des standards et de l'interopérabilité dans le cadre des projets HELIO, EUROPLANET RI et IMPEX.
- Baptiste Cecconi (LESIA / CNAP / 0,25 ETP) est responsable des activités du CDPP liées aux données radio et contribue activement aux activités liées à la planétologie, notamment dans le cadre de la réponse à Europlanet2020. Il contribue par ailleurs au développement des spécifications et aux phases de test d'AMDA. Il est co-représentant du CNES au Steering Committee de l'IPDA.
- Michel Gangloff (CNRS/ IRAP/ 1,0 ETP-Tech) est chef de projet des activités "externes" au sein de l'équipe CDPP/CNRS. En particulier, il était chef de projet de la participation du CDPP aux projets HELIO, EUROPLANET RI, CASSIS, VISPLANET ; pour IMPEX, il est actuellement Coordinateur du WP2.
- Vincent Génot (IRAP / CNAP / 0,8 ETP-Sci) est le Directeur du CDPP depuis le 14 juin 2012. Il était auparavant coordinateur du développement des services à valeur ajoutée, d'AMDA en particulier. Il a été le porteur des projets VISPLANET et IMPEX. Il est le Project Scientist du projet IMPEX.
- Benoit Lavraud (CNRS / IRAP/ 0,2 ETP-Sci) est responsable des activités "Soleil-Terre" au CDPP. Il est porteur de la participation du CDPP dans le JRA d'HELIO et du développement du service de propagation. Il contribue par ailleurs aux spécifications et aux phases de test d'AMDA et des outils STORMS.
- Etienne Pallier (UPS /IRAP/ 0,05 ETP-Tech) participe au développement des standards et de l'interopérabilité en support au suivi de la tâche 2 du JRA/IDIS d'EUROPLANET RI.
- Frédéric Pitout (CNAP / IRAP/ 0,2 ETP-Sci) est responsable de l'archivage des données sol (notamment Eiscat, en lien avec l'équipe CNES), des services associés et des activités de météorologie de l'espace.
- Alexis Rouillard (CNRS / IRAP / 0,2 ETP-Sci) est le responsable scientifique du développement des outils STORMS ainsi que le responsable scientifique du service d'observation du même nom.



Un support administratif a été fourni par Europlanet pour ce qui concerne la contribution CDPP à ce projet (C. Feugeade). Les autres projets européens et activités quotidiennes du centre (mise en place des crédits, contrats de travail, justifications, ...) ont été suivis par G. Terrier. Ce niveau de support est absolument nécessaire pour le suivi, très lourd, des projets européens qui ont des logiques comptable et RH différentes de celles des laboratoires.

S'ajoute la contribution des chercheurs et ingénieurs associés :

- Andrei Fedorov (IR-CNRS / IRAP) apporte son expertise pour le développement d'AMDA et des standards et s'investit dans le traitement des données ASPERA.
- Christian Mazelle (DR-CNRS / IRAP) apporte une contribution-clef pour la réhabilitation des données GIOTTO.
- Emmanuel Penou (IR-CNRS / IRAP) participe à la maintenance de la base THEMIS ; il a développé des interfaces entre AMDA et son logiciel CLWeb, ainsi que vers les bases de simulation et de modèles du projet IMPEx. En support au Propagation Tool il s'occupe également de la mise à jour de la base d'images et de fichiers FITS de la mission STEREO. Il consacre 20% de son temps à ces diverses activités qui bénéficient pour partie au CDPP.

5.1.3 IMPACT DES PROJETS EUROPEENS

Suivant les recommandations des Comités Directeurs précédents, le CDPP s'est engagé dans les projets européens visant à développer les e-infrastructures de grande échelle. Le CDPP a été impliqué dans 5 projets dont l'étalement dans le temps est schématiquement représenté sur la Figure 4.

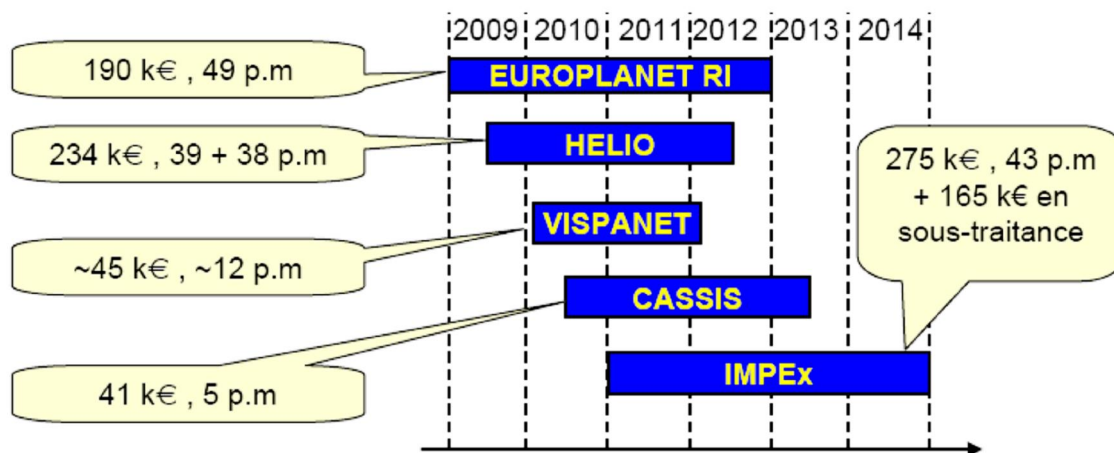


Figure 4. *Vue schématique de l'investissement du CDPP dans les projets européens. Les investissements en personnel sont donnés en personne.mois (p.m)*

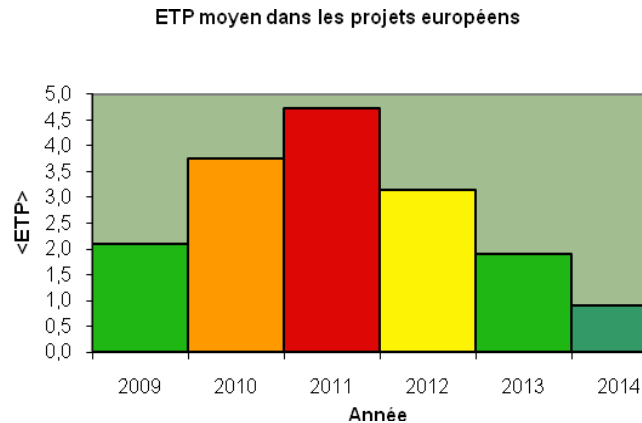


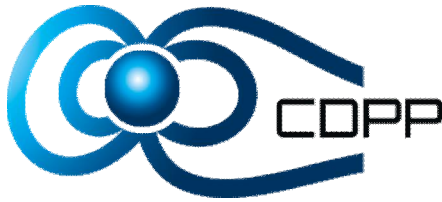
Figure 5. *Répartition de l'investissement moyen en personnel dans les projets européens.*

La Figure 5 donne une représentation de l'investissement moyen en personnel du CDPP dans les projets européens sur les 5 dernières années. Il s'agit d'une évaluation très grossière obtenue en effectuant le rapport de l'investissement sur la durée du projet. Il apparaît qu'une part très importante des activités du CDPP a été consacrée aux projets européens. L'année 2012 est une année charnière en ce sens qu'elle a vu se terminer deux projets importants (HELIO et Europlanet-RI) en même temps que le développement de projets internes qui vont demander un effort particulièrement intense de suivi dans les mois et années à venir (intégration du nouveau noyau, diffusion du propagation tool). Si le projet IMPEX demande toujours un suivi très important, la « pression » des projets européens va retomber pour quelque temps au profit des projets internes (ci-dessus, développement du serveur et de la communication), locaux (intégration dans OV-GSO) et de support aux missions spatiales (Solar Orbiter, JUICE).

En 2014, le projet IMPEX est donc le seul projet européen actif auquel le CDPP participe. Cependant la mi-mai verra d'ores et déjà le kick-off meeting du projet FP7 Helcats d'une durée de 3 ans (un projet centré sur des catalogues d'événements héliosphériques qui utilisera avantageusement le Propagation Tool). D'autre part nous sommes en attente de plusieurs réponses concernant les 2 projets H2020 « Space Weather » (resp. B. Lavraud) et le projet ESA/SSA. Enfin le CDPP prend activement part à l'écriture de la réponse au projet Europlanet2020.

5.1.4 PRIORITES DE RECRUTEMENT AU CNAP

Ci-dessous copie du message envoyé au CNAP en mars 2014.



1. Priorités du CDPP en 2014

Sans préférence

Base planétaire et expertise sur les données particules planétaires

Dans le contexte d'expansion des activités du CDPP en direction de la planétologie et du contexte des nombreuses missions à venir (Juno, Maven, BepiColombo, Juice, í), une tâche de service correspondante est une priorité du CDPP. Les objectifs sont de (i) prendre en charge le développement de la base planétaire et des services associés et (ii) de préparer la participation du CDPP à l'archivage et la diffusion des données des missions planétaires futures.

Expertise en simulations numériques pour les services de comparaison simulations / observations

Afin de confirmer le positionnement du CDPP sur la mise à disposition de résultats de simulation numérique en support 1/ aux observations plasma in-situ et 2/ à la comparaison entre modèles, une seconde priorité concerne la spécification et le suivi scientifique de la réalisation d'une infrastructure dédiée à la comparaison entre données de modèles et celles issues des missions plasma héliosphériques.

2. Profil identifié pour le court terme

- Support aux activités de modélisation pour la propagation des perturbations solaires, relations avec les données in-situ, météorologie de l'espace

3. Profil identifié pour le moyen terme

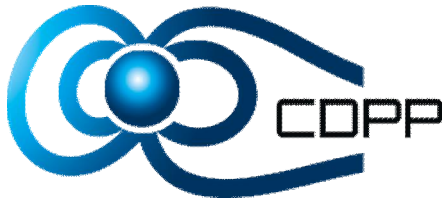
- Préparation à l'archivage des données in-situ de Solar Orbiter et valorisation dans un contexte étendu (outils et bases externes, relations avec Solar Probe Plus)

5.2 SUPPORT INDUSTRIEL

5.2.1 CNES

Suite à une consultation industrielle menée par le CNES en 2011, la société AKKA a été reconduite pour assurer la prestation de support aux activités du CDPP. Ce contrat a débuté en janvier 2012 pour 2 ans fermes + 1 an optionnel. L'option a été levée pour l'année 2014.

Un nouvel appel d'offre sera lancé en fin d'année 2014.



L'équipe AKKA est composée de trois personnes, totalisant 1,5 ETP. Le responsable technique (Nicolas Lormant) intervient sur le CDPP depuis de nombreuses années.

Les activités d'archivage ont été déléguées à AKKA dans leur intégralité. Le déficit de RH CNES ne permet pas la ré-internalisation d'une partie des activités dévolues à l'industriel telle qu'elle était prévue.

5.2.2 IRAP

L'équipe CDPP/CNRS bénéficie du support industriel de la société Noveltis qui détache Elena Budnik en assistance technique au CDPP depuis Juin 2005. Ce support est essentiel et intervient dans tous les domaines d'activité du CDPP. Il est en particulier crucial pour le développement d'AMDA. N. Bourrel, CDD sur financement du projet IMPEX, est en contrat jusqu'à fin mai 2015. Par ailleurs un nouveau CDD devrait rejoindre le CDPP en juin/juillet 2014 (financement d'un an sur reliquat CASSIS / EuroPlanet).

5.3 BUDGET

5.3.1 CNES

Depuis le 1^{er} janvier 2012, le suivi de budget CNES du CDPP ne se fait plus au-travers d'un contrat interne avec coût à achèvement, mais au-travers d'un « plan » défini pour une période de quatre ans et renouvelable.

5.3.2 IRAP

L'équipe CDPP/CNRS obtient:

- un soutien du CNRS/INSU à travers OV-GSO (enveloppe globale de l'ordre de 30 k€ pour tous les services). Il est à noter que lorsque le CDPP faisait une demande individuelle au programme PNST la dotation était de l'ordre de 20-25k€. En 2012-2013 (convention UPS) la dotation était de l'ordre de 10 k€. Cela traduit une baisse significative de ce soutien.
- un soutien du CNES de l'ordre de 200 k€ qui est investi dans le support industriel et l'accompagnement scientifique;
- un soutien (aussi via une demande globale OV-GSO) de quelques k€ de l'ASOV pour la participation aux réunions « interop » de l'IVOA.

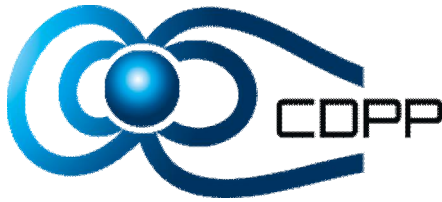
Les contrats européens apportent aussi des ressources données dans le tableau suivant:

Projet	Période	Budget (k€)
--------	---------	-------------



EUROPLANET RI	acceptation de la dernière RP en attente	?
CASSIS	reliquat de la dernière RP (à dépenser avant fin 2014)	20
IMPE _x	<i>Jun 2011 ó Mai 2015</i>	275 (+165)*

*: réservé à la sous-traitance (développement de 3DView)



6 CONCLUSIONS

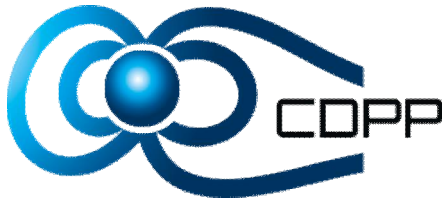
Le CDPP continue le développement de ses bases de données et de ses services, notamment AMDA et les outils du Service d'Observation STORMS, en faisant un effort soutenu vers l'interopérabilité. Ces avancées lui assurent une visibilité importante et reconnue. Le CDPP s'est placé en des positions clefs pour l'archivage et la mise à disposition des données de certains instruments des missions Solar-Orbiter, JUICE et Rosetta ; par ailleurs il agit pour se positionner sur les autres projets spatiaux futurs (MSS, Juno). Il a par ailleurs acquis une grande visibilité au niveau européen et international (collaborations SPASE, NASA/PDS).

Les faits marquants pour l'année écoulée sont:

- Le lancement réussi de la nouvelle interface opérationnelle pour AMDA ;
- La finalisation et les tests (CU, communauté) du Propagation Tool ;
- La livraison de l'outil de changement de repère TREPS ;
- La quasi-finalisation du nouveau noyau d'AMDA ;
- Le développement du SpaceWeather Tool ;
- La bonne conduite du projet IMPEX incluant les développements sur 3DView ;
- L'implication du CDPP sur la base de données Rosetta/RPC.

Les objectifs principaux pour l'année à venir sont:

- Réussir le lancement des nouveaux outils : Propagation Tool, SpaceWeather Tool, TREPS ;
- Finaliser l'évolution du noyau d'AMDA afin de relancer le développement de nouvelles fonctionnalités scientifiques ;
- Définir les besoins bases/outils pour Solar Orbiter en partenariat avec MEDOC ;
- Réussir la mise à disposition des quick-looks Rosetta/RPC ;
- Préparer JUICE ;
- Finaliser IMPEX ;
- Optimiser le rôle du CDPP dans les réponses aux appels d'offre en cours.



7 REFERENCES

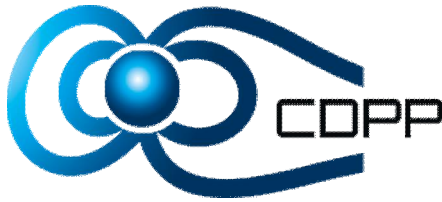
L'intégralité des publications et présentations sont disponibles sur le serveur CDPP.

7.1 PUBLICATIONS DE REFERENCE SUR LES OUTILS DU CDPP

- Erard S., P. Le Sidaner, B. Cecconi, J. Berthier, F. Henry, N. André, V. Génot, C. Jacquy, M. Gangloff, N. Bourrel, B. Schmitt (2014) Planetary Science Virtual Observatory architecture. *Submitted to Astronomy & Computing*.
- Génot, V., et al., (2014) Planetary Science Virtual Observatory architecture. *Submitted to Astronomy & Computing*.
- [AMDA, Automated Multi-Dataset Analysis: A web-based service provided by the CDPP](#) C. Jacquy, V. Génot , E. Budnik , R. Hitier , M. Bouchemit , M. Gangloff , A. Fedorov , B. Cecconi, N. André , B. Lavraud , C. Harvey , F. Dériot , D. Heulet, E. Pallier , E. Penou and J.L. Pinçon, The Cluster Active Archive, Studying the Earth's Space Plasma Environment. Edited by H. Laakso, M.G.T.T. Taylor, and C. P. Escoubet. Astrophysics and Space Science Proceedings, Berlin: Springer, 2010
- [Connecting the CDPP/AMDA service to planetary plasma data: Venus, Earth, Mars, Saturn \(Jupiter and comets\)](#) , André, N.; Cecconi, B.; Budnik, E.; Jacquy, C.; Génot, V.; Fedorov, A.; Gangloff, M.; Pallier, E.; Bouchemit, M.; Hitier, R.; Dériot, F.; Heulet, D.; Topf, F., SF2A-2009: Proceedings of the Annual meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics, held 29 June - 4 July 2009 in Besançon, France. Eds.: M. Heydari-Malayeri, C. Reylé and R. Samadi, p.231
- [Space Weather applications with CDPP/AMDA](#), V. Génot, C. Jacquy, , E. Budnik , R. Hitier , M. Bouchemit , M. Gangloff , A. Fedorov , B. Cecconi, N. André , B. Lavraud , L. Broussillou, C. Harvey , F. Dériot , D. Heulet, E. Pallier , E. Penou and J.L. Pinçon, *Advances in Space Research*, Volume 45, Issue 9, p. 1145-1155, 2010

7.2 PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES RECENTES

- [Global magnetodisk disturbances and energetic particle injections at Jupiter](#), P. Louarn, C. P. Parnicas, W. S. Kurth, *in press* in *J.Geophys. Res.*



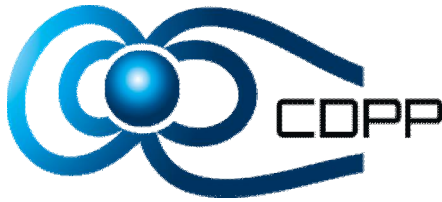
Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 72

- Panchenko, M, H O Rucker, and W M Farrell. 2013. *Planetary and Space Science* 77 (c). Elsevier: 3611. doi:10.1016/j.pss.2012.08.015.
- Konovalenko, A A, A A Stanislavskyy, H O Rucker, A Lecacheux, G. Mann, Jean-Louis Bougeret, M L Kaiser, et al. 2013. "Synchronized Observations by Using the STEREO and the Largest Ground-Based Decametre Radio Telescope." *Experimental Astronomy* 36: 137654. doi:10.1007/s10686-012-9326-x.
- Pérez-Suárez, D, S A Maloney, P A Higgins, D S Bloomfield, P T Gallagher, G Pierantoni, X Bonnin, et al. 2012. "Studying Sun-Planet Connections Using the Heliophysics Integrated Observatory (HELIO)." *Sol. Phys.* 280 (2): 603621. doi:10.1007/s11207-012-0110-x.
- Panchenko, M., W. Macher, H. O. Rucker, G. Fischer, T. H. Oswald, B. Cecconi, and M. Maksimovic (2014), In-flight calibration of STEREO-B/WAVES antenna system, *Radio Sci.*, 49, 1466156, doi:10.1002/2013RS005197.
- [Asymmetry of magnetosheath flows and magnetopause shape during low Alfvén Mach number solar wind](#), Lavraud, B.; Larroque, E.; Budnik, E.; Génot, V.; Borovsky, J. E.; Dunlop, M. W.; Foullon, C.; Hasegawa, H.; Jacquey, C.; Nykyri, K.; Ruffenach, A.; Taylor, M. G. G. T.; Dandouras, I.; Rème, H., *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Volume 118, Issue 3, 2013
- [Statistical analysis of dipolarizations using spacecraft closely separated along Z in the near-Earth magnetotail](#), Palin, L.; Jacquey, C.; Sauvaud, J.-A.; Lavraud, B.; Budnik, E.; Angelopoulos, V.; Auster, U.; McFadden, J. P.; Larson, D., *Journal of Geophysical Research*, Volume 117, Issue A9, CiteID A09215, 2012
- [Multispacecraft observation of magnetic cloud erosion by magnetic reconnection during propagation](#), Ruffenach, A.; Lavraud, B.; Owens, M. J.; Sauvaud, J.-A.; Savani, N. P.; Rouillard, A. P.; Démoulin, P.; Foullon, C.; Opitz, A.; Fedorov, A.; Jacquey, C. J.; Génot, V.; Louarn, P.; Luhmann, J. G.; Russell, C. T.; Farrugia, C. J.; Galvin, A. B., *Journal of Geophysical Research*, Volume 117, Issue A9, CiteID A09101, 2012
- [The proton pressure tensor as a new proxy of the proton decoupling region in collisionless magnetic reconnection](#), Aunai, N.; Retinò, A.; Belmont, G.; Smets, R.; Lavraud, B.; Vaivads, A., *Annales Geophysicae*, Volume 29, Issue 9, 2011, pp.1571-1579
- [Timing mirror structures observed by Cluster with a magnetosheath flow model](#), Génot, V.; Broussillou, L.; Budnik, E.; Hellinger, P.; Trávníček, P. M.; Lucek, E.; Dandouras, I., *Annales Geophysicae*, Volume 29, Issue 10, 2011, pp.1849-1860
- [Polar cap ion beams during periods of northward IMF: Cluster statistical results](#), Maggiolo, R.; Echim, M.; de Keyser, J.; Fontaine, D.; Jacquey, C.; Dandouras, I., *Annales Geophysicae*, Volume 29, Issue 5, 2011, pp.771-787



Nomenclature : **CDPP-RP-11000-497-CDPP 01/00**

Edit. : 01 Date : **05/05/2014**

Rév. : 01 Date : **20/05/2014**

Page : 73

-
- [Waves at the electron plasma frequency associated with solar wind magnetic holes: STEREO/CLUSTER observations](#), C. Briand, J. Soucek, P. Henri, Mangeney, *J. Geophys. Res.*, Volume 115, Issue A12, CiteID A12113, 2010
 - [Auroral kilometric radiation diurnal, semidiurnal, and shorter-term modulations disentangled by Cassini](#), L. Lamy, P. Zarka, B. Cecconi, R. Prangé, *J. Geophys. Res.*, 115, A09221, 17 PP, 2010
 - [Three Dimensional Anisotropic k Spectra of Turbulence at Subproton Scales in the Solar Wind](#), Sahraoui, F.; Goldstein, M. L.; Belmont, G.; Canu, P.; Rezeau, L., *Phys. Rev. Lett.* 105, 131101, 4 PP, September 2010
 - [Limitations of multispacecraft data techniques in measuring wave number spectra of space plasma turbulence](#), Sahraoui, F.; Belmont, G.; Goldstein, M. L.; Rezeau, L., *J. Geophys. Res.* 115, A04206, 10 PP, April 2010
 - [Statistics of counter-streaming solar wind suprathermal electrons at solar minimum: STEREO observations](#), B. Lavraud, A. Opitz, J. T. Gosling, A. P. Rouillard, K. Meziane, J.-A. Sauvaud, A. Fedorov, I. Dandouras, V. Génot, C. Jacquy, P. Louarn, C. Mazelle, E. Penou, D. E. Larson, J. G. Luhmann, P. Schroeder, L. Jian, C. T. Russell, C. Foullon, R. M. Skoug, J. T. Steinberg, K. D. Simunac, and A. B. Galvin, *Ann. Geophys.*, 28, 2336246, 2010