

 cnes <small>CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES</small>	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE	
			Issue : 6	Date:
			Rev : 7	Date: 06/01/ 2011
			Page : 1	of : 502

LEOEPS430000

LEO RELEASED DOCUMENTATION	
DATE: FEB - 9 2011	
DMS FILE: 372936	
COPY	ACTION
FILE/LEO	ORIGINAL
	FULL COPY INFO
	FULL COPY INFO
	FULL COPY INFO
	FULL COPY INFO
	FULL COPY INFO

Dossier de définition des algorithmes IASI

LEOEPSID00268

Préparé par :

Eric PEQUIGNOT

DCT/SI/MO

13/01/2011

[Signature]

Vincent LONJOU

DCT/ME/EI

05/01/2011

[Signature]

Vérifié par :

Denis BLUMSTEIN

DCT/SI/MO

15/01/2011

[Signature]

Approuvé par :

Carole LARIGAUDERIE

DCT/ME/OT

14/01/2011

[Signature]


GERE EN CONFIGURATION :

OUI

☒

NON

☐

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 2 of : 502
---	---	--	--

LISTE DE DIFFUSION

X	NOM/PRENOM		SIGLE	BPI	TELEPHONE	FAX
X	BLUMSTEIN	Denis	DCT/SI/MO	811	05 61 28 26 35	05 61 27 36 33
X	BUFFET	Laurence	DCT/SI/IN	3601	05 61 28 26 68	05 61 28 26 92
X	COPPENS	Dorothee	EUMETSAT			
X	FIEDLER	Lars	EUMETSAT			
X	LONJOU	Vincent	DCT/SI/EI	902	05.61.27.40.29	05.61.27.36.61
X	GAUDEL	Ines	DCT/ME/EI	902	05.61.28.23.23	05.61.27.36.61
X	JOUGLET	Denis	DCT/SI/MO	811	05 61 27 42 30	05 61 27 36 33
X	KAYAL	Gökhan	EUMETSAT			
X	LARIGAUDERIE	Carole	DCT/ME/OT	612	05 61 28 21 99	05 61 28 18 09
X	MEUNIER	Frederique	DCT/ME/EI	902	05 61 27 35 69	05 61 27 36 61
X	PHULPIN	Thierry	DCT/SI/IM	2111	05.61.27.39.01	05 61 28 18 15
X	PEQUIGNOT	Eric	DCT/SI/MO	811	05 61 28 13 97	05 61 27 36 33
X	TOURNIER	Bernard	NOVELTIS		05 62 88 11 15	05 62 88 11 10

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 3 of : 502
---	---	--	--

MODIFICATION DU DOCUMENT

ISSUE	REV	DATE	Total pages	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS
1	0	12 / 03 / 99	131	Edition Originale
2	0	20 / 04 / 00	369	Refonte complète du corps du document Mise à jour des fiches descriptives des annexes 1, 2, 3 et 4 Ajout des annexes 5, 6 et 8 Ajout références croisées données / algorithmes dans l'annexe 8
3	0	7/09/2001		Prise en compte : – RIDs de la GSSR – commentaires de MPI – commentaires de QTIS – commentaires Alcatel Description du modèle optico-géométrique de l'instrument. Précisions concernant la représentation des IPSF. Mise en évidence des interfaces avec EPS-CGS pour la localisation des produits Description des surveillances Description de la gestion des erreurs Introduction de l'algorithme de calcul des radiances AVHRR. Mises à jour des fiches descriptives des annexes 1, 2, 3, 4.
3	1	26/10/2001		Ecriture pseudo-code des fiches RNS ₆₇ , NLB ₆₈ , SHB ₁₀₁ , SDB ₇₄ , SEP ₁₀₂ , SRC ₈₂ . Fusion des fiches OSB ₅₂ et SBL ₅₆ .
				Modification fiches CTC ₅₀ , SRF ₇₈ , CAF ₇₉ . Compléments Annexe 8, et 9

4	0	19 / 4 / 2002	476	<p>Actions de la RDP TEC (Rids BM-31, IB-04) Ajouts</p> <ul style="list-style-type: none"> - surveillances du contraste et des interférogrammes de calibration - filtrage de la température du corps noir interne (FTB₃₀) et utilisation dans HEC₃₂ - modèle d'évolution orbital (températures...) - calcul du modèle orbital (CMO₈₁) - création du code de l'algorithme (QIS₄₅) <p>Modification CCS₄₁, IAC₄₀, DPT₁₁₀, SSS₂₁, SME₃₃, SIC₃₇, ICC₃₈, GEO₄₄, SMM₆₃, EXS₁₀₀, DPT₁₁₀, MCX₁₁₁</p> <p>Correction FAX₂₅, SMC₃₄, ISF₄₃, SAF₇₆, ISC₁₀₉, ann.7</p>
4	1	31/10/2002	491	<p>CCS₄₁ : utilisation image IIS en cas dégradé AVHRR. pages modifiées 238-255, 453, 454 + 14 pages insérées après 255</p> <p>IAC₄₀ : modification pour résoudre le problème de performance rencontré en utilisant les fonctions METOP. pages modifiées 233, 234</p> <p>GEO₄₄ : précisions sur le pseudo-code + correction d'interface. pages modifiées : 259, 260, 455 + 1 page insérée</p> <p>SSS₂₁ : Prise en compte de IISRot. pages modifiées 195,196,199, 200, 443</p> <p>RNS₆₇, MZQ₇₀ : - pages modifiées 311, 312, 315</p> <p>Correction PSP₇₅ : page modifiée 323</p> <p>Corrections annexe 9, page 451, 459</p>

4	2	10/1/2003	491	<p>Les modifications sont identifiées par rapport à la révision 4.1</p> <p>QIS₄₅ : Gestion des indices en cohérence avec le PFS IASI, prise en compte des cas dégradés OPS Pages modifiées : 258-260, 456</p> <p>CCS₄₁ : Interpolation linéaire pour résoudre le problème de performance rencontré en utilisant les fonctions METOP. Pages modifiées : 238, 239, 242, 249, 250, 453</p> <p>IACS₄₀ : Paramétrisation de la sous-grille d'interpolation de la localisation Avhrr Pages modifiées : 231, 233, 405, 452</p> <p>Correction diverses annexes 8 et 9 Pages modifiées : 397, 427, 438, 442</p>
4	3	28/4/2003		<p>Corrections diverses suite à la génération des jeux de test de l'OPS V1. Cette version correspond aux algorithmes codés dans la Version V1 du logiciel OPS.</p> <p>Les modifications sont identifiées par rapport à la révision 4.2</p> <p>SSS₂₁ : page 198</p> <p>IAX₄₀ : page 208</p> <p>FAX₂₅ : page 212</p> <p>S1C₃₇ : page 225</p> <p>IAC₄₀ : pages 235, 236</p> <p>CCS₄₁ : pp.241,242,244-253,255,257,259,260, 263, 265-268</p> <p>ISF₄₃ : page 271</p> <p>QIS₄₅ : pp. 276-278</p> <p>EXS₁₀₀ : pp. 359,360</p> <p>Annexe 7 : pages 405</p> <p>Annexe 9 : pp. 452,474</p>

5	0	30/4/2003	497	<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 4.2</p> <p>1/ Corrections des algorithmes de l'OPS (correspondant à la version V2)</p> <p>FAX_25, FTB_30 : test du nombre de points pages 211-214</p> <p>2/ Adaptations d'interfaces des algorithmes TEC pour préparer la phase de conception</p> <ul style="list-style-type: none"> - CTC_50, USB_51, ZSB_53, SBL_56 - PEF_60 - NLB_68 - SDB_74, SRF_78, CAF_79, SRC_82 - SHB_101 - SEP_102 - modifications correspondantes de l'annexe9 <p>3/ - SRC_82 : précision sur le pseudo-code</p> <p>4/ Ann. 7 et 8 : Constantes physiques c1,c2</p>
5	1	18/11/2003		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.0 (CR216, CR221 et CR222)</p> <p>1/ Modifs. suite au traitement des mesures du Vide Optique IASI PFM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Surveillances §8.2.5, 8.2.19, 8.2.20 - CCO_57 : nouvelle définition - FFT_8 : Mise en cohérence avec code DPS <p>2/ Modifs. suite aux retours CD/Codage/TU des outils et algos TEC</p> <p>2.1/ Précisions</p> <ul style="list-style-type: none"> - DCO_01a, NLC_2, SPK_3, IRS_5, ZSB_53, WNP_58, SMT_66, SAS_77, <p>2.2/ Corrections</p> <ul style="list-style-type: none"> - CTC_50, RSC_54, RSH_55, SBL_56, ATT_61, SMM_63, NLB_68, MZQ_70, SAF_76, SRF_78, CAF_79, SRC_82, SHB_101, SEP_102 + modifs. annexe 9 en cohérence <p>3/ Modifs. suite à la génération des jeux d'essais et la recette de l'OPS</p> <p>3.1/ Précisions</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAX_25 <p>3.2/ Corrections</p> <ul style="list-style-type: none"> - SSS_21, FTB_30, HEC_32, ISF_43 <p>4/ EXS_100 : Prise en compte de la température minimum encodable dans l'interface OPS->TEC</p>

5	2	23/03/2004		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.1 suite à la validation scientifique de l'OPS (CR236 et CR239)</p> <ul style="list-style-type: none"> - SSS₂₁, HEC₃₂, SME₃₃ : précision de la date de référence de la ligne IASI (SN=15), - IAX₂₄ : corrections - FAX₂₅ : corrections et précisions sur cas dégradés, - FTB₃₀ : corrections et précisions sur cas dégradés, - IAC₄₀ : corrections et précisions sur cas dégradés, - CCS₄₁ : corrections et précision sur gestion des pixels non classés, - GEO₄₄ : corrections (prise en compte offsets) - QIS₄₅ : Traitement spécifique Ext.Cal pour la TEC, - Annexe 7 : Définition de la fonction d'amortissement d'une fenêtre spectrale.
5	3	4/06/2004		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.2</p> <ul style="list-style-type: none"> - GEO₄₄ : prise en compte du cas dégradé de fonctionnement sans localisation AVHRR, - MCX₁₁₁ : correction
5	4	13/05/2005		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.3.</p> <p>1/ Précisions</p> <ul style="list-style-type: none"> - §6.4.2.5, §8.2.6, §8.2.10, SMM_63 <p>2/ Corrections</p> <ul style="list-style-type: none"> - CTC_50 (+ utilisation du bruit RNS lissé) - RSC_54, RSH_55, CCO_57, WNP_58, ATT_61 - SAF_76 (signe offset chromatique) - RNS_67, SHB_101 (ajout de sorties supplémentaires) - ISC_109 <p>3/ Typos</p> <ul style="list-style-type: none"> - SBL_56, SMT_66, SRC_82 <p>4/ Nouveaux algorithmes</p> <ul style="list-style-type: none"> - IHB_105, HCD_106
5	5	09/03/2007		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.4</p> <p>1/ Modifications ZPD_4 (scènes froides)</p> <p>2/ Modifications mineures des algorithmes OPS en fin de Cal/Val A</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAX_25 : indice de qualité moins pessimiste - IAC_40 : offsetGuess utilisé dans les cas d'erreur - QIS_45 : suppression flags IAC dans GQisFlagQual - EXS_100 : pas d'appel en cas de spectre erroné - DPT_110 : inversion du ratio MDptPixQual - MCX_111 : pas d'appel en cas de spectre erroné + correction
5	6	1/06/2007		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.5</p> <p>Modifications mineures des algorithmes OPS en fin de Cal/Val B</p> <ul style="list-style-type: none"> - SSD_23 : calcul WnShiftQual (saturé à 1) - FAX_25 : calcul indice de qualité de l'axe interféro - QIS_45 : modification calcul indices de qualité - MCX_111: CoeffCalRad passe en NeDT à 280 K

5	7	15/10/2007		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.6</p> <p>Modifications mineures des algorithmes OPS en fin de Cal/Val C (V4-0 de l'OPS) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - SSD_23 : Cutoff adimensionnel - IAC_40 : Mise en cohérence traitement d'erreur - QIS_45 : Correction calcul QualIndexLocAvg en cas d'erreur ; prise en compte flag GOPSFlaGeoAvhrMiss <p>Mise à jour des rédacteurs et de la liste de diffusion</p>
5	8	25/04/2008		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.7</p> <p>Modification mineure des algorithmes OPS avant évolutions « day 2 » (V4-0-1 de l'OPS) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - QIS_45 : Modification de la valeur de QualIndexLocAvg en cas d'erreur <p>Mise à jour des rédacteurs et de la liste de diffusion</p>
6	0	14/10/2009		<p>Modifications tracées par rapport à l'issue 5.8</p> <p>Prise en compte des évolution DAY 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 42_PCH : NEW – computation of the 4 pseudo-channels (Task 2) - 46_HIP : NEW – computation of Nzpd interpixel differences (Task 7a) - 21_SSS : UPDATE (Task 1) - 23_SSD : UPDATE (Task 5) - 25_FAX : Ajout d'un commentaire pour tenir compte du changement lors de la “construction des paramètres d'entrée” : guess dans la position de l'AI (HRPT) (Task 10) - 40_IAC : UPDATE (Task 3b) - 41_CCS : UPDATE (Task 9) - 45_QIS : UPDATE (Task 6: band dependant + new detailed flag and Task 8) <p>Mise à jour des rédacteurs et de la liste de diffusion</p>
6	1	10/02/2009		<ul style="list-style-type: none"> - Correction de quelques typo dans les algos pendant le developpement DAY2 - 46_HIP : FlagInterPixNZpdNonQual devient PN dependant pour etre en accord avec le PFS et QIS₄₅. Rem : ceci n'est a priori pas necessaire !
6	2	19/02/2009		<ul style="list-style-type: none"> - 46_HIP : modification. Pour des raisons de cohérence avec l'OPS, on a supprimé les flags GOPS en entrée
6	3	05/03/2009		<ul style="list-style-type: none"> - 45_QIS : élimination du bug dans le calcul de QualIndexSpect - 41_CCS : mise à jour de FlagAvhrrIntoFov
6	4	30/03/2009		<ul style="list-style-type: none"> - Mise en cohérence de 45_QIS et 46_HIP avec l'OPS

6	5	06/07/2009		<ul style="list-style-type: none"> - Modification de 42_PCH : DWnSpect a été retiré de la somme AvhrrPseudoChn(i+2) car il est déjà pris en compte dans AvhrrWgt. - RadAnalNbClass(PN,SN) a été remplacé par IdefCcsNbClusMax pour la construction des pseudos-canaux AVHRR like. Il n'y a pas de probleme car lorsqu'une classe est inexistante son poids est à 0. - Modification de la section « construction des paramètres d'entrée » de 59_SMA - Suppression cd Nharmonic de 23_SSD qui n'est pas utilisé - MaJ de la section 9 sur l'implémentation des algorithmes - Modification du calcul des Wn0 et valeur pour les angles SP 34,36,37 dans 59_SMA
6	6	29/07/2009		<ul style="list-style-type: none"> - Ajout de l'amortissement de l'interferogramme dans 78_SRF
6	7	06/01/2011		<ul style="list-style-type: none"> - Mise en cohérence du calcul de NsSSR dans 58_WNP avec le calcul fait dans le MNP - Modification de 79_CAF suite à la NCR_3962 sur l'interpixel 1C

 CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 10 of : 502
---	---	--	---

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	16
2. DOCUMENTATION	18
2.1 DOCUMENTS APPLIQUES	18
2.2 DOCUMENTS DE REFERENCE	18
3. PRESENTATION GENERALE DE L'ALGORITHMIE DE IASI	21
3.1 SONDAGE ATMOSPHERIQUE	21
3.2 INTERFEROMETRE DE MICHELSON	23
3.2.1 Principe	23
3.2.2 Transformée de Fourier optique	25
3.2.3 Résolution spectrale et différence de marche maximum	27
3.2.4 Echantillonnage et Transformée de Fourier Discrète	30
3.3 ASPECTS PRATIQUES	31
3.3.1 Nécessité d'une calibration radiométrique	31
3.3.2 Méthode de calibration radiométrique	33
3.3.3 Principe de détermination du NZPD	35
3.4 DESCRIPTION SIMPLIFIEE DE L'INSTRUMENT	37
3.4.1 Géométrie des visées atmosphériques (sondeur et imageur)	37
3.4.2 Définition « simplifiée » du sondeur	39
3.4.3 Séquencement temporel des acquisitions	40
3.4.4 Décomposition de la bande utile en trois bandes B1, B2, B3	41
3.4.5 Télémessure scientifique	42
3.4.6 Mode Calibration externe	42
3.5 CARACTERISTIQUES SPECTRALES	44
3.5.1 Modèle élémentaire de l'interféromètre	44
3.5.2 Effet du champ de vue – notion d'axe interférométrique	45
3.5.3 Fonction de calibration spectrale	47
3.5.4 Méthode de calibration spectrale	47
3.6 APODISATION DES SPECTRES	49
3.6.1 Auto apodisation	50
3.6.2 Apodisation des spectres 1C	54
3.7 CALCUL DES FONCTIONS D'INSTRUMENT (ISRF)	56
3.7.1 Introduction : on ignore la dépendance de A avec ν	58
3.7.2 Prise en compte de la dépendance en ν de A	59
3.8 PLACE DE L'ALGORITHMIE DANS LE SYSTEME	59
4. TRAITEMENTS BORD	62
4.1 ARCHITECTURE GENERALE	62
4.2 RELATION AVEC LES ALGORITHMES SOL	63
4.3 PRETRAITEMENTS	64
4.3.1 Algorithme NLC ₂ « Correction des non linéarités »	64
4.3.2 Algorithme SPK ₃ « Détermination des Spikes »	67
4.4 DETERMINATION DU NZPD	67
4.5 CALCUL DES SPECTRES BRUTS	69
4.6 CALIBRATION RADIOMETRIQUE DES SPECTRES	70
4.7 ALGORITHME MRG ₁₄ « COMBINAISON DES BANDES »	72

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 11 of : 502
---	---	--	---

4.8 ALGORITHME COD ₁₅ « CODAGE DES SPECTRES »	73
4.9 LIMITES DE BANDES SPECTRALES UTILISEES A BORD.....	74
5 ALGORITHMES IASI DU SEGMENT SOL EPS	76
5.1 ARCHITECTURE GENERALE DU TRAITEMENT SOL.....	76
5.2 RELATION AVEC LES ALGORITHMES D'INITIALISATION.....	77
5.3 CALIBRATION RADIOMETRIQUE DES IMAGES.....	78
5.4 REECHANTILLONNAGE DES SPECTRES.....	79
5.4.1 Suréchantillonnage par Transformée de Fourier (SOS ₂₂)	80
5.4.2 Rééchantillonnage du spectre (S1B ₃₅)	81
5.5 APODISATION DES SPECTRES (S1C ₃₇).....	81
5.6 INTERPOLATION DES FONCTIONS SPECTRALES.....	83
5.7 POSITION DE L'AXE INTERFEROMETRIQUE.....	84
5.7.1 Détermination des décalages spectraux (SSD ₂₃)	85
5.7.2 Position de l'axe interférométrique instantané (IAX ₂₅)	88
5.7.3 Filtrage de l'axe interférométrique (FAX ₂₅)	89
5.8 POST CALIBRATION RADIOMETRIQUE	89
5.8.1 Principe de l'algorithme SCR ₃₁	90
5.8.2 Principes des algorithmes SMC ₃₄ et SME ₃₃	91
5.8.3 Principe de l'algorithme HEC ₃₂	91
5.9 GEOLOCALISATION DES PRODUITS IASI	92
5.9.1 Introduction et principe.....	92
5.9.2 Référentiels utilisés.....	93
5.9.3 Coregistration imageur IASI / AVHRR (IAC ₄₀).....	94
5.9.4 Analyse des RADiances AVHRR (CCS ₄₁)	96
5.9.5 calcul des angles de mesure.....	96
5.9.6 Interfaces avec le système EPS-CGS.....	97
5.9.7 Calculs de géolocalisation (GEO ₄₄).....	99
5.10 ALGORITHMES DE « SURVEILLANCE »	99
5.10.1 Mise à jour des spectres d'énergie minimale et maximale (EXS ₁₀₀)	100
5.10.2 Détermination de la table des pixels morts (DPT ₁₁₀)	100
5.10.3 Surveillance de la calibration radiométrique complexe (MCX ₁₁₁)	100
6. ALGORITHMES D'INITIALISATION (TEC)	102
6.1 ARCHITECTURE GENERALE.....	102
6.2 INITIALISATION DES TABLES DE CODAGE (CTC ₅₀).....	103
6.3 INITIALISATION DES LIMITES DE BANDES.....	105
6.3.1 Contraintes bord	106
6.3.2 Architecture des algorithmes.....	107
6.3.3 Estimation du bruit	109
6.3.4 Initialisation des limites de bandes.....	109
6.4 INITIALISATION DES FONCTIONS SPECTRALES.....	111
6.4.1 Architecture générale.....	111
6.4.2 Modele optique et geometrique du sondeur IASI	112
6.4.3 Détermination de l'offset du coin de cube (CCO ₅₇).....	119
6.4.4 Calcul des fonctions d'auto-apodisation	122
6.4.5 Fonctions d'instrument (SRF ₇₈)	122
6.4.6 Fonctions de calibration spectrale (SDB ₇₄).....	123
6.4.7 Fonctions d'apodisation (CAF ₇₉).....	123

 CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 12 of : 502
---	---	--	---

6.5 INITIALISATION DES SPECTRES REDUITS.....	124
6.5.1 Introduction	124
6.5.2 Définition des fonctions d'erreur de phase	124
6.5.3 Initialisation du spectre réduit espace froid (RSC ₅₄)	125
6.5.4 Initialisation du spectre réduit corps noir (RSH ₅₅)	128
6.5.5 Détermination des fonctions d'erreur de phase (PEF ₆₀)	129
6.6 CARACTERISATION DE LA NON LINEARITE ANALOGIQUE (ATT₆₁)	129
6.6.1 Introduction	129
6.6.2 Artefacts spectraux	130
6.6.3 Méthode de caractérisation (ATT ₆₁)	132
6.7 MATRICE DE COVARIANCE DE BRUIT	133
6.7.1 Introduction	133
6.7.2 Estimation empirique	134
6.7.3 Représentation compressée de la matrice	134
6.8 INITIALISATION DES PHASES NATURELLES (WNP₅₈)	135
6.8.1 Description de l'algorithme	135
6.8.2 Choix de la fenêtre spectrale	136
6.9 COREGISTRATION SONDEUR-IMAGEUR IASI (ISC₁₀₉)	137
6.10 CALCUL D'UN MODELE ORBITAL (CMO₈₁)	138
7. ALGORITHMES DE LA CHAINE DE RECETTE SOL (GSE)	139
8. SURVEILLANCE DU FONCTIONNEMENT DE L'ALGORITHMIE	140
8.1 INTRODUCTION.....	140
8.2 SURVEILLANCE DES OBSERVABLES.....	141
8.2.1 surveillance du bruit radiometrique de l'instrument	141
8.2.2 evolution des Spectres reduits filtres.....	142
8.2.3 Surveillance du NZPD.....	142
8.2.4 Surveillance de l'homogénéité du NZPD interpixel.....	143
8.2.5 Surveillance de l'offset constant du coin de cube.....	143
8.2.6 Surveillance du retard des chaînes d'acquisition	144
8.2.7 Surveillance des fonctions d'erreur de phase.....	145
8.2.8 Surveillance des non-linéarités analogiques	145
8.2.9 surveillance de la calibration radiometrique complexe	146
8.2.10 surveillance des coefficients de calibration radiométrique	146
8.2.11 Surveillance de la table des pixels morts de l'IIS.....	147
8.2.12 Surveillance de la coregistration Imageur-AVHRR.....	147
8.2.13 surveillance de la coregistration sondeur-imageur	148
8.2.14 surveillance des seuils de detection de spike.....	148
8.2.15 Surveillance de la calibration spectrale	148
8.2.16 Surveillance de la position de l'axe interférométrique.....	149
8.2.17 Surveillance des tables de codage et spectres extremes.....	149
8.2.18 qualité des interferogrammes de verification.....	149
8.2.19 Spectre espace froid	150
8.2.20 interferogrammes des visées de calibration	150
8.2.21 Contraste interférométrique	150
8.3 INDICES DE QUALITE SYSTEME (QIS₄₅)	151
8.4 INDICATEURS D'ERREURS (FLAGS)	151
9. REPERTOIRE DES ALGORITHMES	155

 <small>CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</small>			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 13 of : 502
--	---	--	---

9.1 ALGORITHMES BORD	155
9.2 ALGORITHMES DU TRAITEMENT SOL	156
9.3 ALGORITHMES D'INITIALISATION.....	157
9.4 ALGORITHMES DE SURVEILLANCE.....	158

ANNEXE 1 – ALGORITHMES DU TRAITEMENT BORD	160
ANNEXE 2 – ALGORITHMES DU TRAITEMENT SOL	193
ANNEXE 3– ALGORITHMES D'INITIALISATION	281
ANNEXE 4 – ALGORITHMES DE SURVEILLANCE.....	364
ANNEXE 5 – TRANSFORMEE DE FOURIER ET FFT	391
ANNEXE 6 – MODELE ANALYTIQUE SIMPLIFIE DE L'INSTRUMENT IASI : INTERFEROMETRE HORS AXE	401
ANNEXE 7 – OPERATEURS DE LA BIBLIOTHEQUE	409
ANNEXE 8 – DICTIONNAIRE DES DONNEES.....	420
ANNEXE 9 – ENTREES / SORTIES DES ALGORITHMES.....	453

GLOSSAIRE

A(x,v)	Fonction d'auto-apodisation
Af(v)	Fonction d'apodisation
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
B1/B2/B3	Les 3 bandes spectrales de mesure
BB	Black Body (Visées de calibration sur le corps noir interne)
C ₁ , C ₂	Sommets des coins de cube
CAN	Convertisseur Analogique Numérique
CAU	Cold Acquisition Unit
CBS	Cold Box Subsystem
CC	Cube Corner
CCD	Cube Corner Direction (indicateur de direction)
CGS	Core Ground Segment
CS	Cold Space (Visée de calibration espace froid : CS ₁ et CS ₂)
DFT	Discrete Fourier Transform
DPS	Data Processing Subsystem
EPS	European Polar System
EW	Earth View (Visée atmosphérique)
FCS	Fonction de Calibration Spectrale
FFT	Fast Fourier Transform
GSE	Ground Support Equipment
IASI	Infrared Atmospheric Sounder Interferometer
IIS	Integrated Imager Subsystem
ILS	Instrument Line Shape
ISRF	Instrument Spectral Response Function
ISRF-EM	ISRF Estimation Model
LN	Line Number
MAS	Main Acquisition Subsystem
METOP	METeorological OPERational satellite
NZPD	Sample Number of Zero Path Difference : numéro de l'échantillon le plus proche du ZPD
OPS	Operationnal Software

			<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date: 06/01/ 2011</p> <p>Page : 15 of : 502</p>
---	---	--	--

SCAN	Miroir de balayage (ou SCS)
SCS	Scanning Subsystem
SN	Scan Number
SP	Scan Position
TEC	Technical Expertise Centre
TF	Transformée de Fourier
ZPD	Zero Path Difference : différence de marche nulle

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 16 of : 502
---	---	--	---

1. INTRODUCTION

Ce document décrit et spécifie les méthodes de calcul (ou algorithmes) qui sont nécessaires à l'élaboration des produits de niveau 1 du système IASI. Il constitue le document chapeau du dossier de définition des algorithmes qui comprend aussi les documents [DR2], [DR3] et [DR4].

Depuis le début du projet, l'équipe scientifique a produit un grand nombre de notes. Le présent document est essentiellement une synthèse d'une partie de ces notes. Le chapitre 2 liste ces références ainsi que les documents appliqués et renvoie à quelques références utiles dans la littérature ouverte.

Le chapitre 3 est un chapitre explicatif qui fournit une introduction générale à l'algorithmie employée dans le système IASI. Il définit les principaux concepts nécessaires à la compréhension, fixe les notations et le vocabulaire et enfin liste les raisons pour lesquelles tel ou tel algorithme a dû être introduit. On peut aussi le lire comme une introduction générale aux principes de fonctionnement de l'instrument.

Les chapitres 4, 5, 6 et 7 fournissent une explication plus détaillée mais informelle des différents algorithmes employés. Ils constituent une introduction destinée à faciliter la lecture des fiches descriptives qui sont fournies dans les annexes 1, 2, 3 et 4. Les relations entre les différents algorithmes, les principes de calcul employés et de façon générale ce que les algorithmes calculent sont décrits. Par opposition, les fiches descriptives décrivent, avec tous les détails nécessaires, comment les calculs sont réalisés. Les chapitres 4, 5, 6 et 7 ne sont pas spécificatoires. En cas d'incohérence avec la fiche descriptive des algorithmes c'est celle-ci qui fait foi.

Le chapitre 8 décrit les surveillances à implémenter pour s'assurer du bon fonctionnement de l'algorithmie décrite dans ce document et de la performance système globale. Les cas d'erreur sont référencés et les indicateurs de qualité des produits sont décrits.

Le chapitre 9 liste l'ensemble des algorithmes répertoriés.

Note : Les algorithmes décrits dans ce document sont conçus pour fonctionner sur des données issues de spectres étendus (corps noirs ou spectres atmosphériques.) Certains de ceux-ci (NZPD, calibration spectrale, etc.) sont connus pour ne pas fonctionner lorsqu'on les applique à des données issues de raies monochromatiques.

Les annexes constituent une part importante de ce document à la fois en volume et en contenu.

Les annexes 1, 2, 3 et 4 contiennent l'ensemble des fiches descriptives des algorithmes. Elles sont tirées du document [DR9].

L'annexe 8 répertorie l'ensemble des données gérées par l'algorithmie. Il s'agit d'une table donnant les caractéristiques de chacune des données (valeur lorsqu'elle est connue, unité, dimensions, plage de variation, etc.). Cette table est considérée comme quasiment complète à ce stade du projet. Des modifications légères sont toutefois à considérer compte tenu de l'avancement de l'instrument (essais de caractérisation sol finalisés en 2002/2003).

L'annexe 9 fait le lien entre ce dictionnaire de données et les algorithmes.

D'autre part, une base de données des algorithmes [DR39] est maintenant disponible, qui permet d'avoir beaucoup plus facilement une vue dynamique de ces données et de leurs relations avec les algorithmes décrits dans ce document.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 17 of : 502
---	---	---	---

L'annexe 5 définit la convention que nous employons pour définir la Transformée de Fourier ainsi que ses principales propriétés. Les relations entre TF et FFT, qui peuvent sembler subtiles au premier abord, y sont détaillées.

L'annexe 6 fournit deux modèles analytiques simplifiés qui permettent une compréhension plus profonde du fonctionnement de l'instrument. L'un, classique et connu de longue date, fait l'hypothèse d'un pixel circulaire centré, l'autre publié récemment [DR28] utilise toujours un pixel circulaire (comme celui de IASI) mais ce pixel est excentré. Il m'a semblé utile, sinon nécessaire, d'introduire de tels modèles dans ce document pour deux raisons. La première est de permettre à un lecteur non initié aux arcanes de la spectroscopie par Transformée de Fourier¹ de tester sa compréhension du sujet sur un exemple "concret" avant de passer à une implémentation informatique. La deuxième est de fournir un moyen permettant de générer de façon contrôlée des cas tests de premier niveau pour la validation du segment sol.

L'annexe 7 enfin décrit les opérateurs de la bibliothèque mathématique de base qui sont employés dans les fiches descriptives des algorithmes.

¹ Comme il ne manquera pas de s'en trouver avec la montée en puissance du projet segment sol.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 18 of : 502
---	---	--	---

2. DOCUMENTATION

2.1 DOCUMENTS APPLIQUES

- DA1 IA-SM-0000-10-CNE/EUM
Mission rationale and requirements
- DA2 IA-SP-0000-11-CNE
System specification

2.2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- DR1 IA-TN-0000-5805-CNE, Issue 2
Dossier de synthèse de l'algorithmie du système IASI
- DR2 IA-SP-1000-5758-CNE, Issue 2
Requirements for on-board algorithms
- DR3 IA-SP-1000-5971-CNE, Issue 1
Spécification des algorithmes des moyens sol (instrument)
- DR4 IA-SB-2100-9462-CNE
Spécification Technique de Besoin des algorithmes du logiciel opérationnel IASI
- DR5 IA-DF-0000-5803-CNE, Issue 1
Définition de l'architecture du système IASI
- DR6 IA-ID-1000/2000-212-CNE, Issue 5, Rev 1
Measurement data interface specification
- DR7 IA-ID-1000/2000-216-CNE, Issue 5
Verification data specification
- DR8 IA-TN-0000-5482-CNE
Data Processing algorithms in IASI on-board and ground segment
- DR9 IA-DF-0000-5775-CNE (Iss. 3)
Fiches descriptives des algorithmes du système IASI
- DR10 IA-DF-0000-6005-CNE
Fiches descriptives des enchaînements des algorithmes du système IASI
- DR11 IA-TN-1000-6353-AER
Dossier de synthèse de l'instrument
- DR12 IA-TN-0000-5918-CNE
Calibration radiométrique des spectres complexes de IASI
Application aux mesures de la maquette
- DR13 IA-TN-1000-5464-CNE
NZPD Determination by software

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 19 of : 502
---	---	--	---

- DR14 IA-TN-1000-5886-CNE
Algorithme de détermination du NZPD des interférogrammes de IASI
Application aux mesures de la maquette
- DR15 IA-TN-0000-5874-CNE
Initialisation de l'algorithme de détermination du NZPD de IASI
Application aux mesures de la maquette
- DR16 IA-TN-0000-5765-CNE
Codage des spectres IASI et bilan de transmission
- DR17 IA-TN-0000-5685-CNE
« Spikes » determination algorithm
- DR18 IA-TN-0000-5390-CNE
Calibration spectrale des mesures de IASI
- DR19 IA-TN-0000-5885-CNE
Calibration spectrale des mesures de IASI – Complément d'étude
- DR20 IA-TN-1210-5084-CNE
Self apodization and spectral response functions model – Application to IASI interferometer
- DR21 IA-TN-0000-5895-CNE
Calibration spectrale des spectres IASI. Initialisation de l'algorithme de calcul des décalages spectraux. Validation sur les interférogrammes de la maquette de IASI.
- DR22 IA-TN-0000-5919-CNE
Calibration spectrale des spectres IASI. Algorithme de détermination de l'axe interférométrique.
Validation sur les interférogrammes de la maquette de IASI
- DR23 IA-SP-1520-227-AER
Data Processing Subsystem specification
- DR24 IA-TN-0000-5376-CNE
Trade-off bord/sol pour les données scientifiques
- DR25 IA-TN-0000-7614-DIV
Détermination de la non-linéarité des chaînes IASI
- DR26 SP-BOM-105/97 Iss. 3 Rev. A
Technical note on Non-Linearity Characterization and Correction – Detailed Analysis of IASI algorithms
- DR27 IA-TN-0000-5799-CNE
IASI data processing : validation of CNES described algorithms
- DR28 Instrument Line Shape of Fourier Transform Spectrometers : analytic solutions for non uniformly illuminated off-axis detectors. Jérôme Genest et Pierre Tremblay.
App. Optics, Vol. 38, N. 25, 1 Septembre 1999.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 20 of : 502
---	---	--	---

DR29	IA-TN-1000-5744-CNE Perturbation lunaire de la calibration de IASI
DR30	IA-SP-1000-201-CNE Instrument specification
DR31	IA-TN-0000P-5053-CNE IASI Modèle Numérique de Performance
DR32	Fourier Transform Infrared Spectrometry Peter R. Griffiths & James A de Haseth, Ed. JOHN WILEY & SONS (1986)
DR33	Numerical Recipes in C (Second Edition) Ed. Cambridge University Press (1994)
DR34	IA-TN-0000-5715-CNE Iss.1 du 27 / 1 / 97 Détermination d'un offset constant du mouvement du coin de cube
DR35	IA-TN-0000-5807-CNE Iss.1 du 18 / 6 / 97 Erreur sur la détermination des offsets constants du coin de cube
DR36	IA-TN-1270-5955-CNE du 6 / 7 / 98 Propriété de la configuration à lame compensatrice déportée
DR37	IA-TN-0000-2193-NOV du 31/8/00 Méthodologie d'extraction et d'analyse des covariances d'erreur de spectres mesurés à partir de la maquette IASI
DR38	EPS/SYS/SPE/990002 EPS Mission Conventions Document
DR39	IA-TN-0000-2306-NOV BD Algo IASI : Rapport technique – Manuel utilisateur
DR40	IA-SP-2200-2033-CNE Exigences fonctionnelles du Centre d'Expertise Technique
DR41	IA-TN-0000-2091-CNE Quality Indices inside IASI Level 1 Data
DR42	IA-ID-1000-6477-AER IASI Measurement and Verification Data
DR43	IA-TN-0000-2362-CNE Recette en vol de IASI – Liste préliminaire d'activités à prévoir à la TEC
DR44	IA-TN-1000--CNE Réglage chaîne de détection instrument IASI
DR45	IA-TN-1000-2672-CNE IASI PFM Optical Vacuum Test Results — Contrast evaluation
DR46	IA-TN-2100-9513-CNE OPS Configuration files and database format specification

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 21 of : 502
---	---	--	---

3. PRESENTATION GENERALE DE L'ALGORITHMIE DE IASI

Ce chapitre se veut didactique afin de rendre le présent document auto suffisant. Il présente la mission et l'instrument IASI d'une manière simplificatrice mais avec un niveau de détail suffisant pour motiver l'introduction des algorithmes et pour comprendre le vocabulaire utilisé dans les fiches de description des algorithmes.

Pour une présentation plus précise et détaillée de l'instrument IASI on se reportera à la documentation correspondante (voir par exemple [DR11]).

3.1 SONDAGE ATMOSPHERIQUE

L'objectif du système IASI est de fournir des profils verticaux de température et d'humidité de l'atmosphère pour satisfaire les besoins de prévision des services de météorologie. IASI produit aussi des mesures de concentrations de certains gaz trace (CO_2 , H_2O , O_3 , N_2O , CO et CH_4) qui influencent directement le climat mondial [DA1].

Pour ce faire, l'instrument IASI réalise depuis l'espace² une mesure du spectre infrarouge³ émis par le système terre atmosphère. Les traitements scientifiques permettent d'extraire de cette mesure les profils verticaux recherchés par une technique dite d'inversion. On peut tenter d'expliquer cette méthode de manière très simplifiée sur l'exemple de la température.

Une couche atmosphérique de température T est supposée rayonner comme un corps noir. C'est-à-dire que son spectre d'émission est donné par la loi de Planck. On se reportera à la figure 3.1 qui représente le spectre de luminance énergétique⁴ de quatre sources de température 220, 250, 280 et 310K.

On observe sur cette figure que le flux de puissance rayonné croît fortement avec la température. Le nombre d'ondes du maximum d'émission augmente dans le même temps mais dans une moindre mesure. Ce sont ces 2 effets qui permettent de mesurer la température d'un corps à partir de l'analyse de son émission infrarouge.

² depuis une altitude d'environ 800 km

³ longueurs d'ondes de 3.6 à 15.5 μm , soit 645 à 2760 cm^{-1} en nombre d'ondes

⁴ puissance lumineuse émise par une source, par unité d'angle solide et par unité de surface, dans une bande spectrale de 1 cm^{-1} et à un nombre d'ondes donné (en $\text{W} / \text{m}^2 \text{sr cm}^{-1}$)

Fonction de Planck

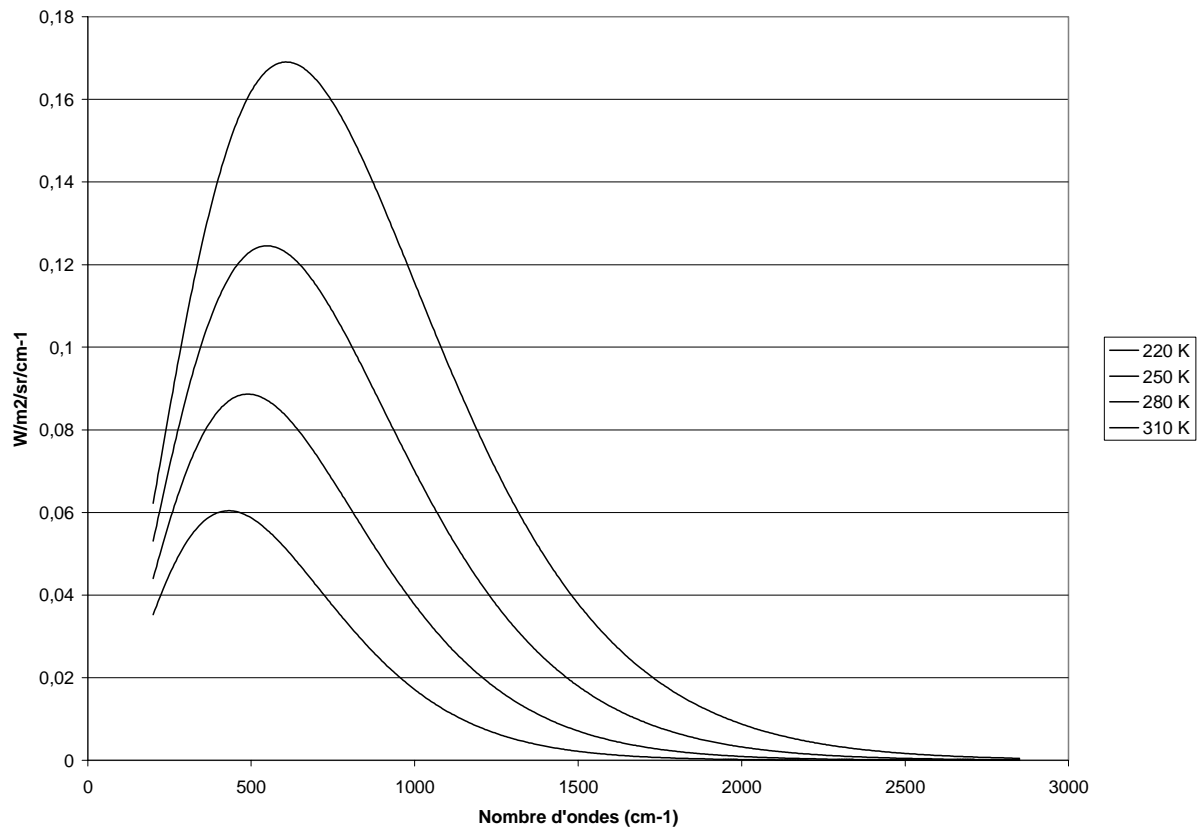


Figure 3.1 – Loi de Planck

Pour comprendre comment on peut remonter à la température des différentes couches atmosphériques, il faut faire intervenir l'absorption de l'atmosphère. Cette dernière n'est « transparente » pour le rayonnement infrarouge que dans quelques fenêtres spectrales.

Si la couche est située près du sol, le rayonnement émis va traverser une épaisseur importante d'atmosphère avant de parvenir à l'instrument. L'énergie qui sera détectée dans les bandes fortement absorbées sera donc extrêmement faible. En d'autres termes, dans ces bandes, l'instrument « verra » uniquement de l'énergie en provenance des couches d'altitude élevée. Si la quantité d'énergie reçue est mesurée de façon précise (bonne calibration radiométrique absolue) alors on peut remonter, par la loi de Planck, à la température de la couche supérieure. En utilisant le spectre mesuré dans une autre bande et en soustrayant de cette mesure la contribution de la couche supérieure⁵, on peut par la même méthode remonter à la température de la couche immédiatement inférieure. De proche en proche on obtient ainsi le profil vertical de température.

En réalité, les choses sont moins simples et il faut employer une technique un peu plus compliquée. Elle repose sur l'utilisation d'un modèle de transfert radiatif, modèle numérique prédisant le spectre mesuré en fonction de paramètres qui sont notamment, la température à différents niveaux de l'atmosphère et les

⁵ connue puisque sa température a été déterminée à l'étape précédente

concentrations en gaz mineurs (CO_2 , H_2O , O_3 , N_2O , CO et CH_4). Le spectre prédit pour une certaine valeur des paramètres d'entrée est alors comparé avec le spectre mesuré. Les corrections à apporter sur les paramètres d'entrée sont déduites des différences observées entre les 2 spectres. Ce processus est alors répété jusqu'à ce que les différences entre la prédiction et la mesure soient jugées acceptables. Les valeurs que prennent les entrées du modèle en fin de processus constituent alors les « mesures » de température, humidité, ... qu'on cherchait à obtenir.

Note : le modèle de transfert radiatif est un modèle de bout en bout qui fait intervenir les caractéristiques de l'atmosphère mais aussi celles de l'instrument de mesure. Ces dernières sont données par un modèle de l'instrument qui est déterminé par l'algorithmie décrite dans ce document.

Les mesures de concentration des différents gaz trace sont fournies par la profondeur des raies d'absorption. La détermination de ces raies impose les spécifications de résolution et de calibration spectrale de l'instrument.

La description précédente a montré comment des mesures de spectres atmosphériques permettent de remplir la mission affectée à IASI. Passons maintenant à la méthode d'obtention de ces spectres qui sont le résultat du traitement d'interférogrammes produits par un interféromètre de Michelson.

3.2 INTERFEROMETRE DE MICHELSON

3.2.1 PRINCIPE

Le schéma de principe d'un interféromètre de Michelson est présenté sur la figure 3.2 ci-dessous.

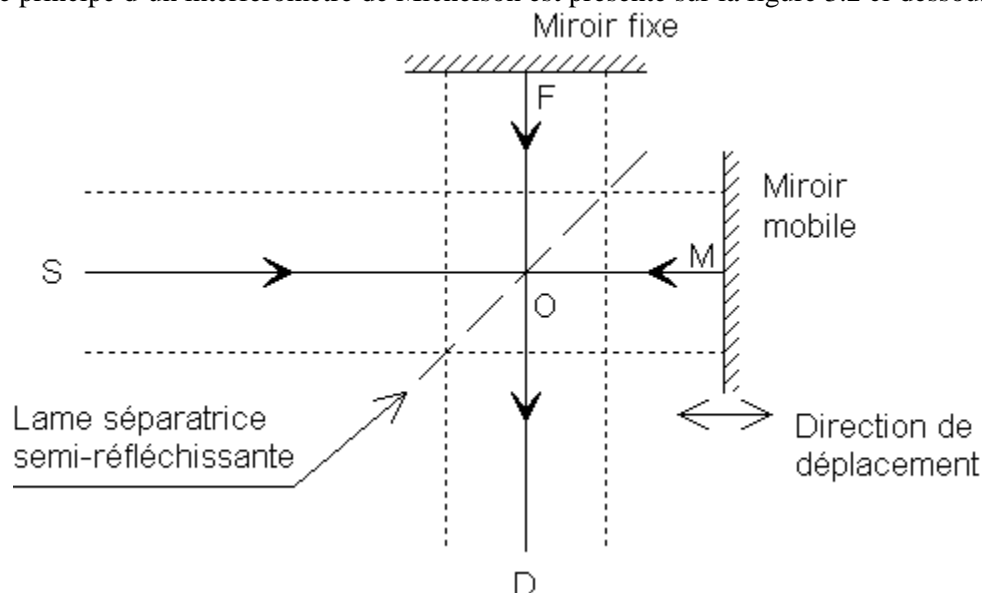


Figure 3.2 – Schéma de principe de l'interféromètre de Michelson

Il s'agit d'un dispositif optique qui

- sépare un flux lumineux provenant d'une source S en deux parties égales (à la traversée de la lame séparatrice la moitié du flux lumineux est dirigé vers le miroir fixe F, l'autre moitié traverse en direction du miroir mobile M),
- introduit une différence de marche entre les deux bras (par déplacement du miroir mobile M),

- recombine les 2 flux provenant des deux bras⁶ (à nouveau la lame séparatrice),
- pour observer les interférences qui en résultent (détecteur D).

Pour comprendre le principe de fonctionnement de cet appareil, considérons l'exemple idéalisé d'une onde plane monochromatique de longueur d'onde λ . On note dans toute la suite ν le nombre d'ondes associé.

$$\nu = 1/\lambda \quad (1)$$

Dans cet exemple on suppose de plus la lame séparatrice parfaite. C'est-à-dire qu'elle possède un coefficient d'absorption strictement nul et que la séparation se fait de façon parfaitement égale entre les deux voies. Pour cet instrument parfait, la différence de marche x qui existe entre les ondes arrivant sur le détecteur D est, avec les notations de la figure 3.2,

$$x = 2(OM - OF) \quad (2)$$

On voit aisément que si x est un multiple entier de λ alors les deux ondes arrivent en phase sur le détecteur. Elles interfèrent constructivement et on mesure une intensité maximum sur le détecteur D. Au contraire si x est un multiple impair de $\lambda/2$ alors les deux ondes arrivent en opposition de phase sur le détecteur et l'intensité mesurée est parfaitement nulle.

Plus précisément, si α est l'amplitude de l'onde émise par S, le détecteur voit la somme de deux ondes

$$\frac{\alpha}{4} \cos(\omega t) + \frac{\alpha}{4} \cos(\omega(t - x/c)) \quad \text{avec } \omega = 2\pi c / \lambda = 2\pi \nu c$$

Ce qui peut, après quelques manipulations algébriques simples, se mettre sous la forme

$$\frac{\alpha}{2} \cos(\omega x / 2c) \cos(\omega(t - x / 2c))$$

On observe donc sur le détecteur une radiation de même longueur d'onde que celle émise par la source S mais dont l'intensité I (proportionnelle au carré de l'amplitude) dépend de la différence de marche x .

$$I(x) = \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 \cos^2(\pi \nu x) = \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 (1 + \cos 2\pi \nu x) \quad (3)$$



Si le miroir mobile M se déplace à une vitesse constante V comme c'est le cas de l'instrument IASI, on voit que l'intensité détectée est modulée avec une fréquence

$$f = 2 V \nu \quad (4)$$

qui dépend du nombre d'onde de la radiation incidente. Si V est connue, on peut donc déduire ν de la mesure de la fréquence électrique f par la formule (4).

⁶ Cette description ainsi que la figure 3.2 ont été volontairement très simplifiées. En particulier, il faut bien se rendre compte qu'environ la moitié du flux incident est renvoyé vers la source S.

3.2.2 TRANSFORMEE DE FOURIER OPTIQUE

Dans la réalité la source n'est pas monochromatique : elle émet un spectre continu d'énergie dans une certaine bande de fréquence (voir la figure 3.3 qui représente un spectre atmosphérique typique). Pour les besoins de l'exposé on peut considérer que la radiation reçue au niveau de l'instrument est constituée de la superposition d'une infinité d'ondes monochromatiques dont l'amplitude est définie par le spectre d'émission de la source $B(\nu)$.

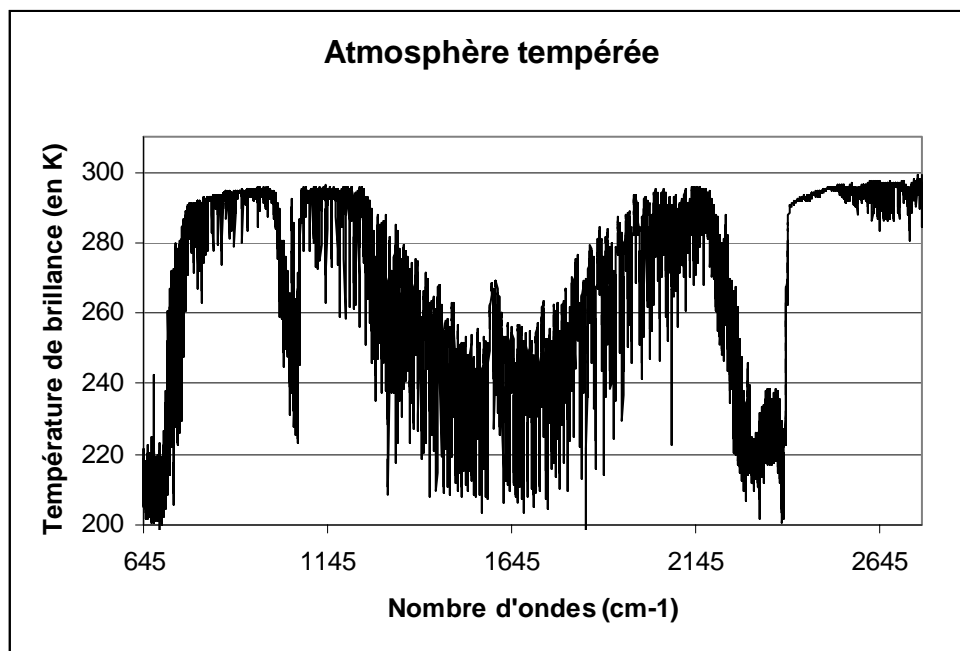


Figure 3.3 – Spectre atmosphérique typique

L'interférogramme mesuré est alors la somme des interférogrammes résultant de chacune de ces ondes élémentaires, soit d'après la formule (3)

$$I(x) = \frac{1}{4} \int_0^{\infty} B(\nu)(1 + \cos(2\pi\nu x))d\nu$$

La figure 3.4 ci-dessous représente la partie centrale de l'interférogramme d'un spectre atmosphérique typique. (mesuré dans la bande 3).

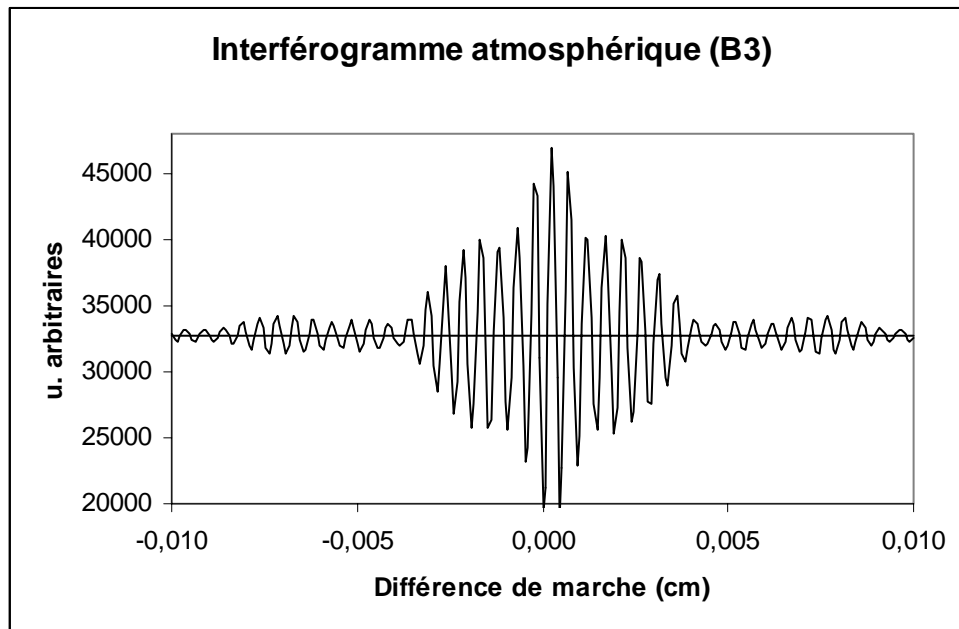


Figure 3.4 – Interférogramme typique (zone centrale)

Seule la partie modulée de l'interférogramme (partie dépendant de x) est intéressante pour la spectroscopie. On ne tient donc pas compte de la valeur moyenne et on définit généralement l'interférogramme par⁷

$$I(x) = \int_0^{\infty} B(\nu) \cos(2\pi\nu x) d\nu \quad (5)$$

Etant donné que la Transformée de Fourier (TF) d'une fonction B s'écrit

$$TF(B) : x \mapsto \int_{-\infty}^{\infty} B(\nu) e^{-2i\pi\nu x} d\nu = \int_{-\infty}^{\infty} B(\nu) (\cos(2\pi\nu x) - i \sin(2\pi\nu x)) d\nu \quad (6)$$

La formule (5) montre que I peut être considéré comme la partie réelle de $TF(B)$. On étend pour cela la définition du spectre B aux nombres d'ondes négatifs⁸ pour en faire une fonction paire. L'interféromètre de Michelson réalise donc une transformée de Fourier optique du spectre.

L'intérêt de cette notion est évidemment que la transformée de Fourier est inversible

$$TF^{-1}(I) : \nu \mapsto B(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} I(x) e^{2i\pi\nu x} dx \quad (7)$$

D'autre part, il existe des moyens efficaces d'effectuer les calculs qui fournissent le spectre à partir de l'interférogramme mesuré (algorithmes de Transformée de Fourier Rapide ou FFT).

⁷ en ignorant les facteurs constants qui de toute façon sont éliminés par la calibration radiométrique (voir §3.3)

⁸ cette présentation (symétrisation du spectre) est classique mais n'est pas absolument nécessaire

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 27 of : 502
---	---	--	---

Note : Pour faire le parallèle avec les présentations classiques de la Transformée de Fourier qui traitent du cas de signaux temporels on voit que x joue le rôle du temps t et ν joue le rôle de la fréquence f .

Remarque : On voit que l'on passe de $B(\nu)$ à $I(x)$ par une Transformée de Fourier directe et de $I(x)$ à $B(\nu)$ par une Transformée de Fourier inverse. Cette règle peut être généralisée à toutes les fonctions.

Règle : On applique la TF aux fonctions de ν et la TF^{-1} aux fonctions de x .

Cette règle est suivie sans exception dans tout ce document (texte et fiches descriptives des algorithmes). Tout manquement à cette règle est une erreur qui doit être signalée⁹.

3.2.3 RESOLUTION SPECTRALE ET DIFFERENCE DE MARCHE MAXIMUM

La formule (7) du paragraphe précédent montre qu'en théorie, on pourrait mesurer la totalité du spectre (nombres d'ondes allant de 0 à l'infini et résolution infiniment grande). Il faudrait pour cela que le miroir mobile ait une course infinie.

Dans un instrument réel les différences de marche possibles sont limitées

$$-\Delta \leq x < \Delta$$

Le spectre ne peut donc être calculé que par une approximation de la formule (7)

$$\tilde{B}(\nu) = \int_{-\Delta}^{\Delta} I(x) e^{2i\pi\nu x} dx \quad (8)$$

Si on applique cette formule avec l'interférogramme théorique d'une onde monochromatique ν_0 qui a été calculé au §3.1, on obtient

$$I(x) = B(\nu_0) \cos(2\pi\nu_0 x)$$

$$\tilde{B}(\nu) = B(\nu_0) \int_{-\Delta}^{\Delta} \cos(2\pi\nu_0 x) e^{2i\pi\nu x} dx$$

Tous calculs faits on a

$$\tilde{B}(\nu) = B(\nu_0) \Delta \left[\frac{\sin(2\pi(\nu - \nu_0)\Delta)}{2\pi(\nu - \nu_0)\Delta} + \frac{\sin(2\pi(\nu + \nu_0)\Delta)}{2\pi(\nu + \nu_0)\Delta} \right]$$

La figure 3.5 ci-après montre l'allure de la fonction sinus cardinal : $\text{sinc}(2\pi\nu\Delta) = \frac{\sin(2\pi\nu\Delta)}{2\pi\nu\Delta}$ pour un interféromètre théorique de différence de marche maximum égale à 2 centimètres.

⁹ Le non-respect de cette règle peut être la cause d'erreurs subtiles qui peuvent être difficiles à détecter au niveau système (remplacement de fonctions par leur image miroir). Le lecteur peut se reporter à l'annexe 5.

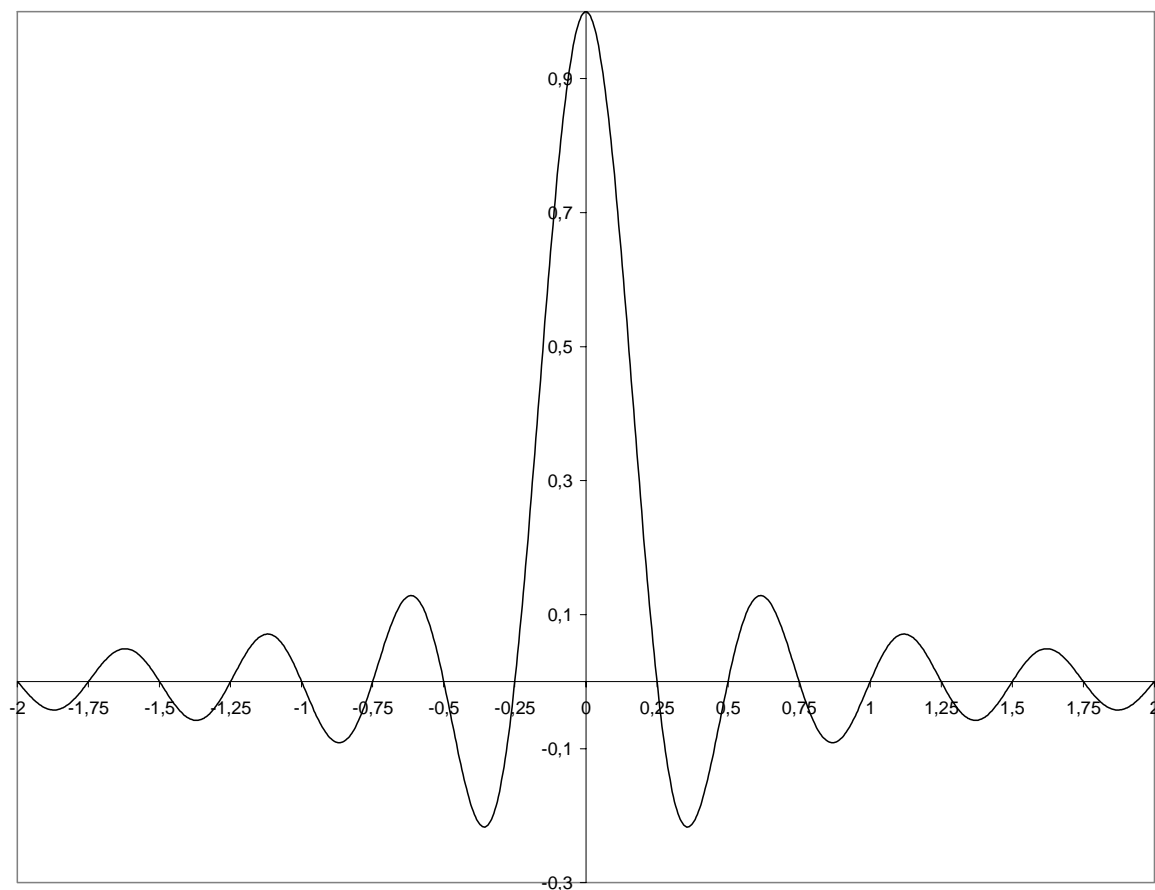


Figure 3.5 — Fonction sinus cardinal

Cette courbe montre¹⁰ que la course limitée du miroir mobile a pour effet direct d'élargir le spectre de la raie initiale ν_0 puisque la largeur au pied de la raie restituée est égale à $1/\Delta$. Elle permet de se faire une idée approximative de la résolution spectrale de l'instrument. On voit que si le spectre d'entrée est composé de deux raies distantes de Δ^{-1} , le calcul du spectre mesuré $\tilde{B}(\nu)$ fera apparaître distinctement les 2 raies (voir la figure 3.6a). En revanche si ces raies se rapprochent progressivement les 2 pics vont se confondre (voir la figure 3.6b qui est tracée pour deux raies distantes de $0.7 \Delta^{-1}$).

La résolution pratique de l'instrument est donc un peu meilleure que la valeur Δ^{-1} citée ci-dessus. Pour IASI, Δ vaut environ 2 cm et la résolution spectrale est donc meilleure que 0.5 cm^{-1} .

¹⁰ On voit que si on s'intéresse aux fréquences positives et si $\nu_0 \gg 1/\Delta$ on peut ignorer le deuxième terme de la somme qui n'est significatif que pour les nombres d'onde négatifs

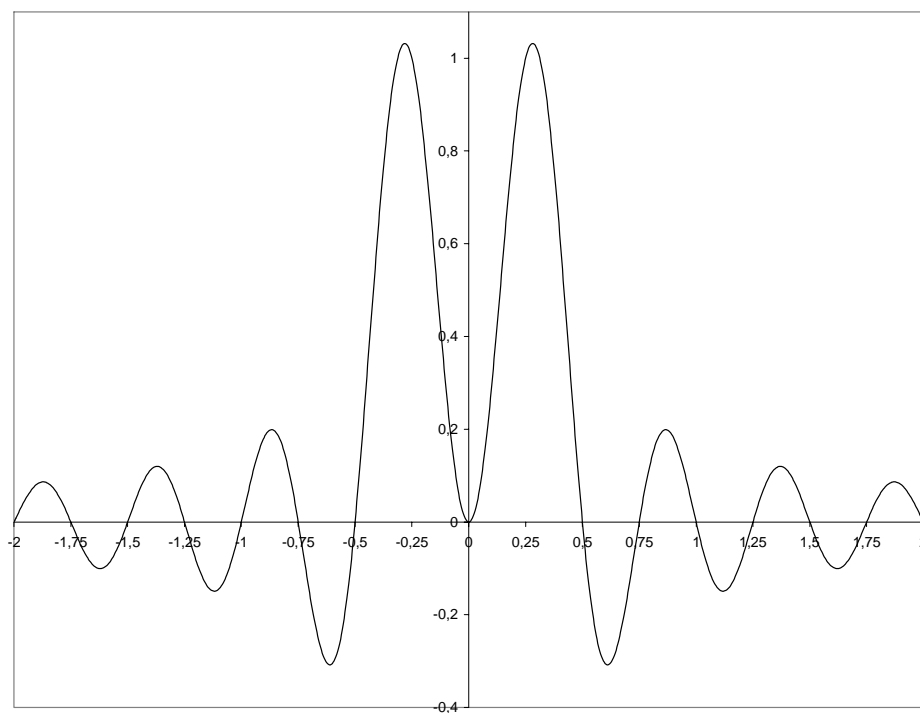


Figure 3.6a — Réponse de l'instrument à deux raies distantes de Δ^{-1}

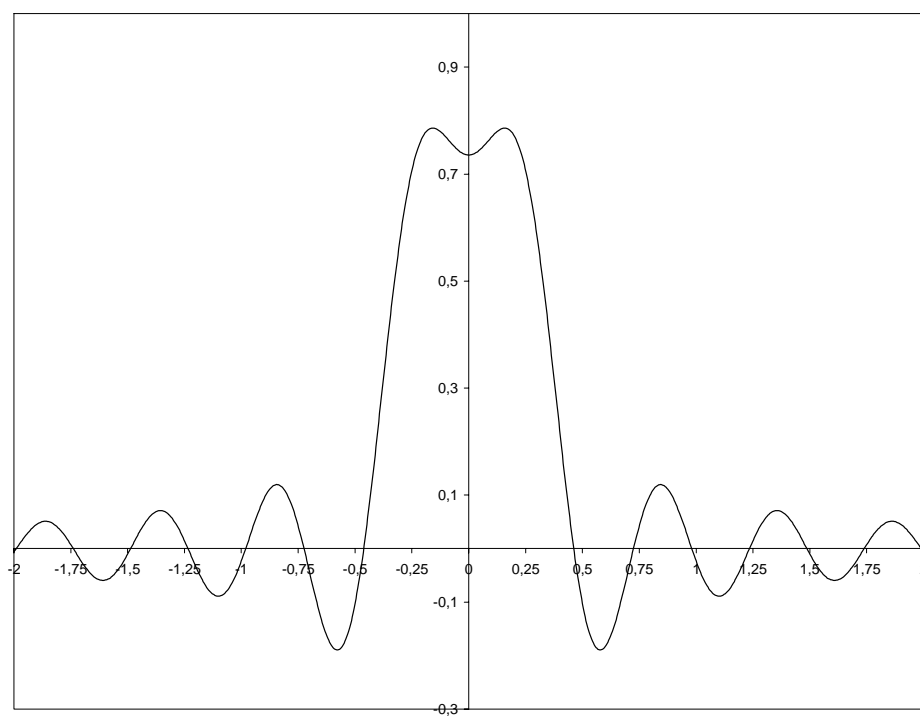


Figure 3.6b — Réponse de l'instrument à deux raies distantes de $0.7 \Delta^{-1}$

Un deuxième facteur important joue sur la résolution spectrale de l'instrument : il s'agit de l'apodisation. On réalise une apodisation en multipliant les valeurs de l'interférogramme par une fonction de poids¹¹ avant d'en faire la transformée de Fourier. Le but est de faire disparaître les pieds de la fonction sinus cardinal qui peuvent masquer une raie de faible amplitude qui se trouverait à proximité d'une autre raie plus intense. Ceci se paie par une détérioration de la résolution spectrale (élargissement de la raie mesurée). On se reportera à la section 3.6 pour un traitement plus complet de ces aspects.

3.2.4 ECHANTILLONNAGE ET TRANSFORMÉE DE FOURIER DISCRÈTE

Dans un instrument réel, l'interférogramme n'est mesuré que pour N valeurs équidistantes de la différence de marche. Le pas d'échantillonnage est $\frac{2\Delta}{N}$. Les valeurs de la différence de marche aux instants d'échantillonnage sont données par la relation

$$x_m = \frac{2m\Delta}{N}, \quad \text{pour } m = -N/2, \dots, N/2 - 1 \quad (9a)$$

Les valeurs de la TF peuvent alors être calculées pour N nombres d'onde particuliers

$$\nu_n = \frac{n}{2\Delta}, \quad \text{pour } n = -N/2, \dots, N/2 - 1 \quad (9b)$$

avec un pas d'échantillonnage qui est légèrement inférieur à la résolution théorique de l'instrument.

On obtient alors une valeur approximative de l'intégrale (8) par une somme finie

$$B(\nu_n) = \left(\sum_{m=-N/2}^{N/2-1} I(x_m) e^{2i\pi\nu_n x_m} \right) \frac{2\Delta}{N}$$

Et en tenant compte du fait que $\nu_n x_m = \frac{nm}{N}$, on peut écrire

$$B(\nu_n) = 2\Delta \hat{I}_n$$

où on a fait intervenir le vecteur \hat{I}_n la *Transformée de Fourier Discrète inverse*¹² du vecteur I_m .

$$\hat{I}_n = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} I_m e^{\frac{2i\pi}{N} nm} \quad (9c)$$

Les algorithmes de Transformée de Fourier Rapide (ou FFT) sont des méthodes de calcul rapide de ces DFT.

Application IASI

¹¹ fonction de x qui tend vers 0 lorsque x tend vers +/- Δ

¹² L'annexe 5 fournit un rappel mathématique sur ces notions

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 31 of : 502
---	---	--	---

$N=51200$ $D=2 \text{ cm}$ on a donc $|\nu_n| \leq 6400 \text{ cm}^{-1}$

L'instrument a pour vocation de mesurer des spectres entre 645 et 2760 cm^{-1} . On voit que l'interférogramme de IASI est largement sur échantillonné (d'un facteur supérieur à 2) par rapport au critère de Nyquist.

Analyse des formules (9a) et (9b)

Sans anticiper sur la suite de la description de l'algorithmie, il est intéressant de se pencher dès maintenant sur ce qui se passe lorsqu'on fait varier le nombre de points utilisé dans le calcul des TF (voir aussi l'annexe 5).

Cas 1 : Spectres réduits (calculés à partir d'interférogrammes tronqués)

Si on utilise seulement les $N' < N$ points centraux de l'interférogramme, on va bien sûr réduire la durée nécessaire aux différents calculs. Cela se fera sans modifier la bande couverte (les valeurs maximum prises par ν restent inchangées). En revanche la discrétisation du spectre sera réalisée avec un échantillonnage plus espacé.

Cas 2 : Sur échantillonnage du spectre (réalise une interpolation non linéaire)

Au contraire, on peut augmenter artificiellement le nombre de points de l'interférogramme en ajoutant des zéros¹³ correspondant aux positions $|x_m| > \Delta$ pour lesquelles on n'a pas de mesure. Cela aura pour effet d'augmenter le nombre de points où le spectre est calculé, mais toujours sans modifier la bande couverte par l'instrument. Comme on n'a pas modifié l'amplitude Δ du déplacement du miroir mobile, la résolution physique de l'instrument n'a évidemment pas été modifiée. Cette technique permet simplement de réaliser une interpolation du spectre (ajout de points calculés entre les points effectivement mesurés).

3.3 ASPECTS PRATIQUES

Le chapitre précédent a fourni une description théorique simple des principes de fonctionnement du sondeur IASI. On aborde ici un certain nombre de problèmes pratiques qui entraînent « quelques complications » dans la définition de l'instrument et le traitement des données.

3.3.1 NECESSITE D'UNE CALIBRATION RADIOMETRIQUE

Le § 3.1 a montré la nécessité d'une bonne mesure absolue du flux d'énergie reçu par l'instrument dans chaque canal pour pouvoir remonter au profil vertical de température de l'atmosphère.

Cette mesure est très dépendante de la connaissance de diverses caractéristiques de l'instrument : transmission des optiques, sensibilité des détecteurs, etc. Ces paramètres sont caractérisés au sol. Mais, outre que leur mesure n'est pas d'une précision absolue, ils sont susceptibles de varier fortement en vol (vieillessement). Il est donc nécessaire de disposer d'un mécanisme qui permette de s'affranchir de ces variations.

Ce mécanisme repose sur la mesure en vol de 2 sources (une froide et une chaude) dont les spectres sont supposés parfaitement connus (corps noirs) et dont les températures encadrent celle de l'atmosphère. Si

¹³ Zero Padding en anglais

l'instrument est linéaire, une interpolation entre ces 2 spectres, par un moyen qui va être décrit dans la suite de cette section, fournit alors le flux d'énergie de chaque spectre atmosphérique.

Avant de rentrer dans cette méthode d'interpolation, il faut tout d'abord introduire d'autres types de défauts qui vont être corrigés par la calibration radiométrique : il s'agit des dissymétries de l'interférogramme.

En théorie, l'interférogramme devrait être parfaitement symétrique ($I(x)=I(-x)$). Sa TF devrait donc être une fonction réelle. En effet, la TF d'une fonction réelle paire est une fonction réelle paire (voir par exemple l'annexe 5 de ce document¹⁴).

En pratique, cette relation n'est que très imparfaitement vérifiée pour de nombreuses raisons.

La première, et la plus importante, est que la position du miroir mobile lorsque $x=0$ ¹⁵ n'est pas connue très précisément. En revanche cette position reste stable au cours du temps

La deuxième est que l'échantillon central de l'interférogramme peut ne pas tomber exactement sur cette position. La formule (8) montre qu'une erreur ε sur la position de cet échantillon va entraîner une multiplication du spectre mesuré par un facteur complexe égal à $e^{2i\pi v\varepsilon}$.

Cette multiplication peut être interprétée dans le plan complexe comme une rotation (voir la figure 3.7 ci-après) dont l'angle φ est donné par la formule

$$\varphi(v) = 2\pi v\varepsilon \quad (10)$$

Elle a pour effet de rendre la fonction $\tilde{B}(v)$ complexe, alors que physiquement les spectres mesurés doivent être réels.

¹⁴ On peut aussi voir directement que la fonction $B(v) \sin(2\pi vx)$ est impaire, son intégrale entre $-\infty$ et $+\infty$ est donc nulle.

¹⁵ Différence de marche nulle ou ZPD (Zero Path Difference en anglais). On se réfère souvent à cette position dans la suite du document.

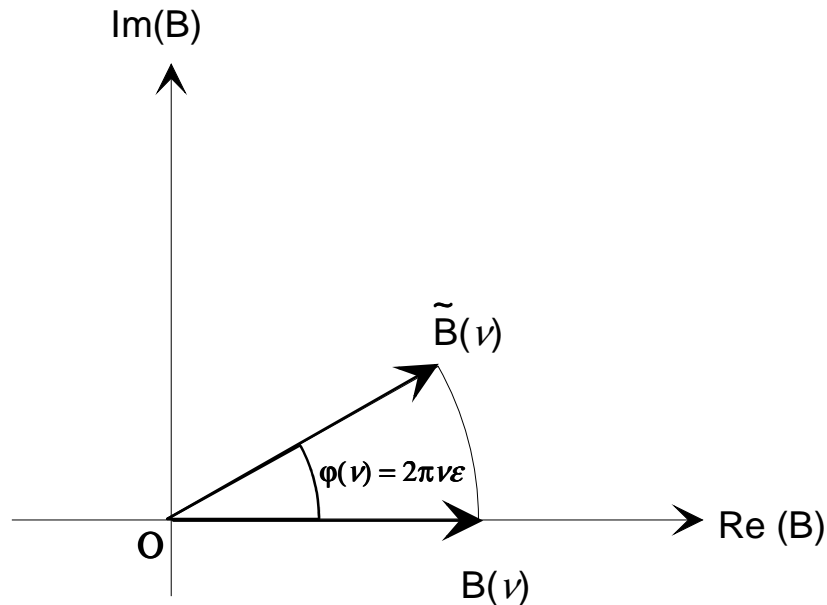


Figure 3.7 – Rotation complexe associée à une erreur sur le ZPD

On voit donc apparaître les deux fonctions de la calibration radiométrique :

- Permettre une mesure absolue précise du flux d'énergie reçu dans chaque canal
- Calculer les spectres atmosphériques (fonction réelle) à partir des TF (complexes) des interférogrammes

L'amplitude du résidu imaginaire du spectre après calibration constituera une bonne indication de la qualité de celle-ci.

3.3.2 METHODE DE CALIBRATION RADIOMETRIQUE

On dispose de deux spectres complexes de référence qui, dans le cas de IASI, correspondent à

- Une visée de l'espace froid dont le spectre est nul à la précision des mesures fournies par IASI¹⁶,
- Une visée d'un corps noir chaud intégré à l'instrument dont la température est suivie avec précision.

Notations :

- $S_{CS}(\nu)$ spectre complexe de la visée espace froid (CS = Cold Space)
- $S_{BB}(\nu)$ spectre complexe de la visée corps noir chaud (BB = Black Body)
- $S_{EW}(\nu)$ spectre complexe de la visée atmosphérique (EW = Earth View)
- $Planck(T_{BB}, \nu)$ luminance du corps noir à la température T_{BB}
- $L(\nu)$ luminance de la source (à déterminer)
- $S(\nu)$ spectre complexe de la scène visée (soit EW, soit visées de calibrations)

Hypothèse : l'instrument est linéaire en énergie.

¹⁶ le spectre entrant dans l'instrument est nul (rayonnement d'un corps noir à 4 K) mais le spectre vu par les détecteurs ne l'est pas (émission thermique propre de l'instrument)

Cette hypothèse s'exprime par l'équation suivante valable pour tous les nombres d'onde

$$S(\nu) = \alpha(\nu) * L(\nu) + \beta(\nu)$$

L est une fonction à valeurs réelles. S , α et β sont des fonctions complexes du nombre d'ondes ν . Pour chaque nombre d'onde ν , cette équation peut être représentée graphiquement dans le plan complexe (voir la figure 3.8 ci-après). Le point représentatif de $S(\nu)$ parcourt une droite lorsque L varie entre 0 et ∞ . Cette droite qui passe par les points représentatifs de $S_{CS}(\nu)$ et $S_{BB}(\nu)$ est appelée la droite de calibration¹⁷ dans toute la suite du document ainsi que dans les fiches de description d'algorithmes.

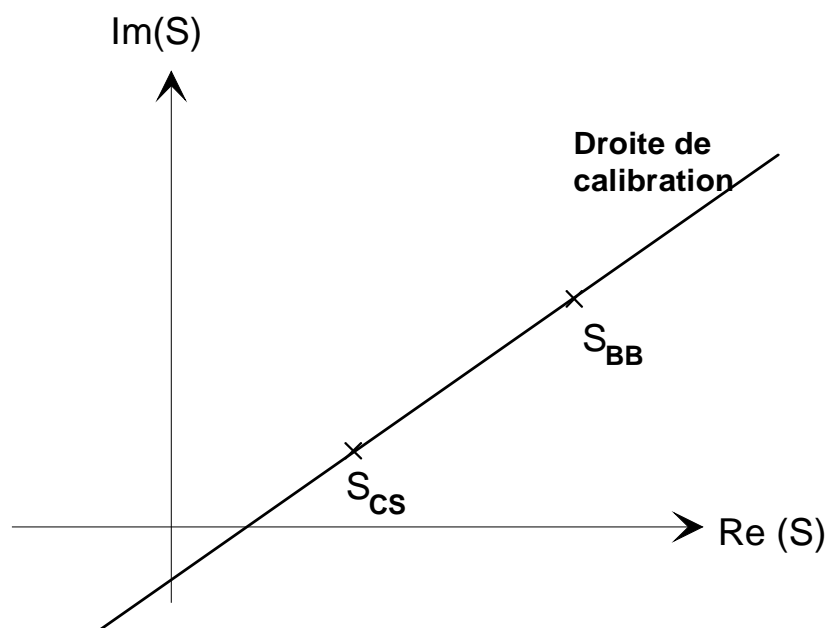


Figure 3.8 – Droite de calibration

La calibration radiométrique d'un spectre revient *approximativement* à projeter orthogonalement le point représentatif du spectre à calibrer $S(\nu)$ sur la droite de calibration. Plus précisément, on calcule

$$L(\nu) = \text{Planck}(T_{BB}, \nu) \text{Re} \left[\frac{S_{EW}(\nu) - S_{CS}(\nu)}{S_{BB}(\nu) - S_{CS}(\nu)} \right] = A(\nu)(S(\nu) - B(\nu)) \quad (11)$$

où $\text{Re}[z]$ représente la partie réelle du nombre complexe z ¹⁸. Cette formule revient à faire tourner le point représentatif de $S(\nu)$ autour de $S_{CS}(\nu)$ pour l'amener sur la droite de calibration.

La valeur résiduelle de la partie imaginaire du rapport permet de caractériser la qualité de la calibration réalisée.

¹⁷ la figure 3.8 est tracée pour un nombre d'ondes ν donné. C'est donc un peu abusivement que l'on parle de « la » droite de calibration. Il y a en réalité une infinité de droites de calibration.

¹⁸ on dérive très facilement cette formule en résolvant les 2 équations obtenues en écrivant $S(\nu) = \alpha(\nu) * L(\nu) + \beta(\nu)$ pour les 2 visées de référence espace froid et corps noir chaud.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 35 of : 502
---	---	--	---

La droite de calibration est supposée stable dans le temps. Elle est cependant susceptible d'évoluer sur le long terme¹⁹, les coefficients de cette droite sont donc recalculés périodiquement²⁰ afin de garantir la précision de calibration radiométrique absolue requise pour IASI.

On voit que (11) permet de s'affranchir de la connaissance de la position du ZPD réel. En effet une erreur ε commune aux trois mesures se traduira par un facteur complexe²¹ commun à $S_{CS}(\nu)$, $S_{BB}(\nu)$ et $S_{EW}(\nu)$. Ce facteur commun sera éliminé par la division effectuée en appliquant la formule (11).

En revanche, on voit aussi combien il est important que les échantillons centraux des trois interférogrammes I_{CS} , I_{BB} et I_{EW} correspondent bien à la même position du miroir mobile. Une erreur d'un échantillon sur l'un de ces interférogrammes se traduira par un déphasage qui s'écrit $\varphi = 2\pi\nu\varepsilon$ (d'après (10)). φ varie approximativement entre $\pi/10$ et $\pi/2.6$ pour les nombres d'ondes mesurés par IASI. Un déphasage de cette amplitude serait fatal à la calibration radiométrique.

Il est donc nécessaire de mettre en place un mécanisme qui assure que le même échantillon central est sélectionné pour toutes les visées (calibrations et atmosphère).

Sur IASI, il n'existe pas de dispositif matériel qui permette de déterminer le numéro NZPD de l'échantillon qui est le plus proche du ZPD réel. C'est un ensemble d'algorithmes embarqués dans l'instrument qui a la charge de cette détermination. Ces algorithmes fonctionnent selon une méthode décrite dans [DR13] et [DR14] et qui va être présentée succinctement dans la section suivante.

3.3.3 PRINCIPE DE DETERMINATION DU NZPD

Il existe plusieurs techniques de détermination du NZPD (voir [DR13]).

Certaines travaillent directement sur l'interférogramme en cherchant à déterminer la position de son maximum à partir de la connaissance partielle qu'on en a au travers de sa version échantillonnée²². Ces méthodes n'ont pas été retenues car elles ne donnent pas une position du ZPD suffisamment précise. Elles sont cependant utilisées à des degrés divers dans la méthode décrite ci-après ou bien pour initialiser les données qui sont nécessaires à cette méthode.

Les autres techniques travaillent à partir des spectres bruts obtenus par TF de l'interférogramme. La première qui vient à l'esprit a été proposée par J.CONNES [DR32]. L'idée de base de cette méthode consiste à noter que, si le NZPD est mal choisi, la phase du spectre varie linéairement en fonction du nombre d'onde (voir la formule (10)). La méthode de CONNES consiste à extraire la pente de cette phase. Elle utilise une régression linéaire effectuée sur les valeurs de la phase $\varphi(\nu_n)$ des échantillons du spectre brut. Une application de la formule (10) permet alors de déduire de cette pente la position du ZPD.

¹⁹ par exemple à cause d'une dérive de la température du corps noir chaud, de variations à long terme sur la transmission optique de l'instrument ou de dérive de la sensibilité des détecteurs

²⁰ toutes les 8 secondes avec une constante de temps de filtrage du bruit égale à 80 secondes dans le cas de l'instrument IASI

²¹ $e^{i2\pi\nu\varepsilon}$ d'après la formule (10)

²² ou de façon plus sophistiquée et plus précise en calculant le centre de gravité de l'interférogramme

Cet algorithme n'est utilisé dans le système IASI qu'à des fins d'initialisation. Les raisons de ce choix sont exposées succinctement dans [DR13]. Elles sont liées à la prise en compte des erreurs de phase de l'instrument et on y revient plus en détail dans le § 6.4 lors de la discussion de ce sujet.

Un autre algorithme est utilisé en routine sur IASI. On sait qu'un décalage du ZPD d'un échantillon correspond à une rotation très importante du spectre restitué (l'angle $2\pi\nu\delta^{23}$ varie entre $\pi/10$ et $\pi/2.6$ radian ainsi qu'on l'a vu précédemment). Un choix erroné du NZPD va donc éloigner fortement le point représentatif du spectre de la droite de calibration. La figure 3.9 ci-dessous montre l'évolution de la position du point représentatif de $S(\nu)$ lorsque le choix du NZPD est en erreur ($n=0$ lorsque le NZPD est le bon). L'algorithme choisit la valeur du NZPD qui rend minimum la distance du point $S(\nu)$ à la droite de calibration.

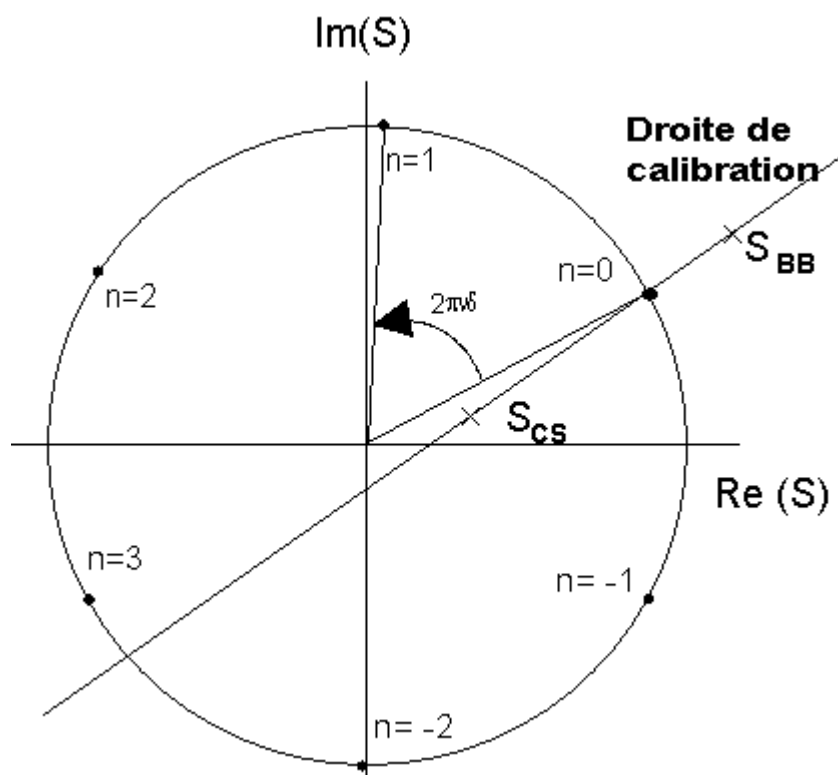


Figure 3.9 – Rotation du spectre pour plusieurs valeurs consécutives du NZPD

Cette figure permet d'identifier une difficulté de la méthode. Si l'angle $2\pi\nu\delta$ vaut environ $\pi/3$ alors les points correspondant à $n=\dots -6, -3, 0, 3, 6\dots$ sont eux aussi sur la droite de calibration. La distance à la droite de calibration est donc nulle pour ces différentes valeurs de n . Il y a dans ce cas ambiguïté sur la valeur du NZPD.

On remarque que cette ambiguïté n'existe que pour les valeurs de ν qui rendent l'angle $2\pi\nu\delta$ égal à π/p où p est un entier. Ces valeurs sont fournies dans le tableau ci-dessous.

$2\pi\nu\delta$	$\pi/2$	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/5$	$\pi/6$	$\pi/7$	$\pi/8$	$\pi/9$	$\pi/10$	$\pi/11$
ν (cm ⁻¹)	3429	2286	1715	1372	1143	980	857	762	686	623

²³ δ est la différence de marche entre deux échantillons de l'interférogramme

Pour supprimer la difficulté précédemment exposée, on travaille avec plusieurs nombres d'ondes en choisissant comme NZPD la valeur de n qui minimise la moyenne des distances obtenues pour de nombreuses valeurs de ν . Dans ce cas il ne subsiste plus qu'un seul minimum général et des minima locaux.²⁴

Cette moyenne permet aussi de minimiser le nombre de fausses déterminations du NZPD liées au bruit de mesure qui affecte les mesures de l'interférogramme et par contre coup le spectre restitué.

Note : Pour l'application de cet algorithme qui est assez lourd en temps de calcul, on n'utilise pas des spectres à la pleine résolution fournie par IASI, mais seulement des spectres réduits obtenus à partir d'un nombre limité de points de l'interférogramme proches de l'échantillon central²⁵. La position approximative de cet échantillon central est calculée à partir du centre de gravité de l'interférogramme.

3.4 DESCRIPTION SIMPLIFIEE DE L'INSTRUMENT

3.4.1 GEOMETRIE DES VISEES ATMOSPHERIQUES (SONDEUR ET IMAGEUR)

IASI réalise des sondages atmosphériques de part et d'autre de la verticale de manière à obtenir une couverture terrestre chaque jour (voir la figure 3-10 ci-dessous). Trente sondages sont réalisés à intervalle régulier le long de chaque ligne de balayage. Le balayage est réalisé par un miroir de changement de visée (*miroir de scan* dans les fiches de description d'algorithme) dont l'axe de rotation est parallèle à la vitesse du satellite²⁶.

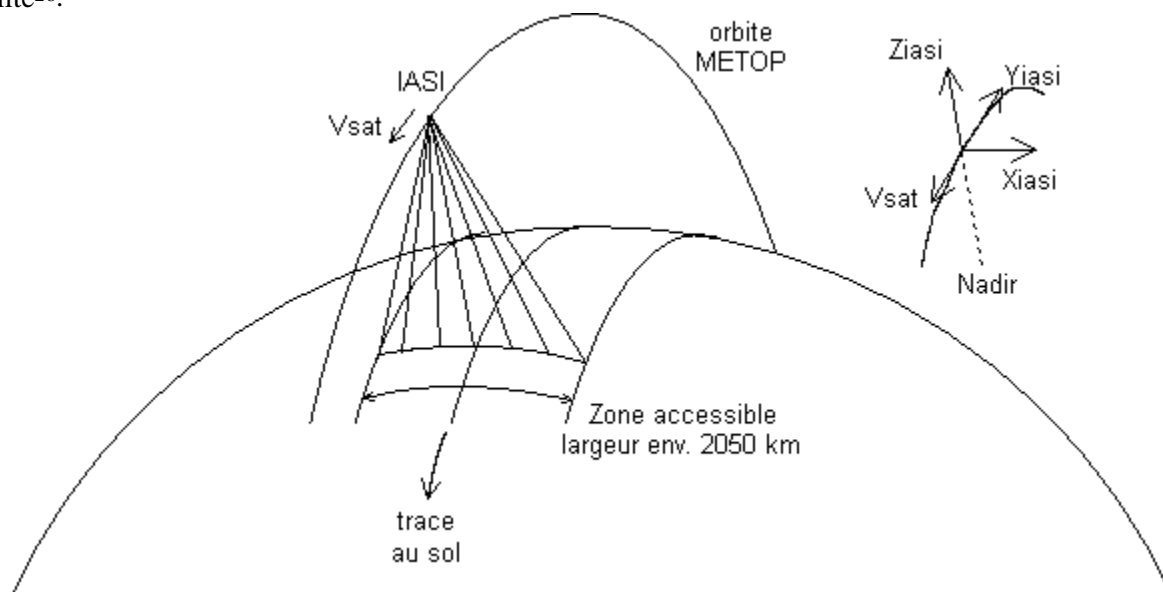


Figure 3.10 – Géométrie des visées atmosphériques de IASI

²⁴ En effet le vrai minimum est le même pour tous les ν alors que les fausses déterminations de n n'apparaissent que pour certaines valeurs de ν .

²⁵ rappel : voir la discussion en fin de §3.2.4

²⁶ Durant l'acquisition d'un interférogramme la position du miroir est aussi asservie selon un axe perpendiculaire (pour compenser le filé).

La figure 3.11 montre le champ de vue du sondeur IASI qui est constitué de 4 pixels circulaires dont le diamètre au niveau du sol est d'environ 12 km pour une visée au nadir. De plus un imageur infrarouge IIS²⁷ (64x64 pixels) est embarqué sur IASI afin de détecter les nuages²⁸. Le champ de vue de cet imageur recouvre largement celui des 4 pixels du sondeur.

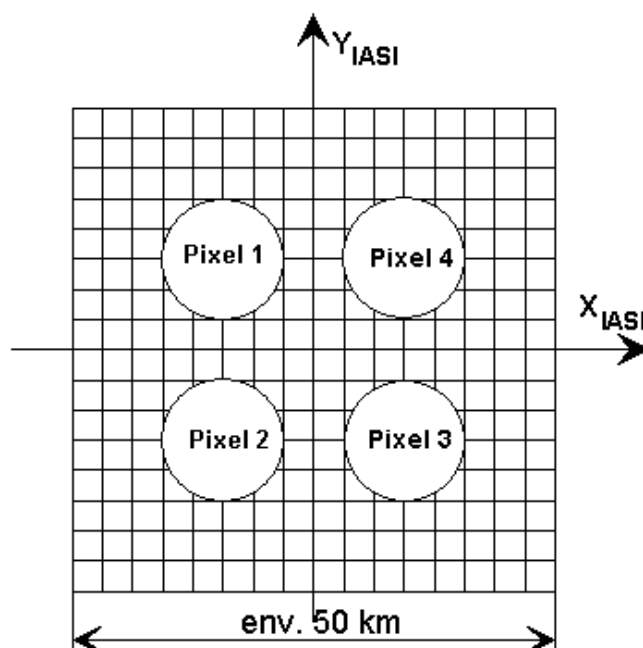


Figure 3.11 – Champs de vue du sondeur et de l'imageur(visée au nadir)

	angle	trace au sol
Diamètre du pixel sondeur	0.83 degré	12 km
Distance. Axe pixel / axe optique	0.88 degré	12.5 km
Champ de vue imageur	3.42 degrés	49 km

Table 3.1 – Dimension des champs de vue (au nadir)

²⁷ Integrated Imager Subsystem

²⁸ Une couverture nuageuse même partielle dans un pixel sondeur est susceptible de rendre difficile voire impossible l'inversion des spectres pour en tirer des profils verticaux de température et d'humidité.

3.4.2 DEFINITION « SIMPLIFIEE » DU SONDEUR

Le sondeur de IASI est un instrument qui diffère sensiblement du schéma de principe de l'interféromètre de Michelson présenté dans la section 2.1. La figure 3.12 ci-dessous montre les différences qui sont jugées significatives pour la définition des algorithmes. On a aussi fait figurer sur ce schéma les principaux sous-systèmes de l'instrument dont le nom apparaît dans les fiches descriptives des algorithmes.

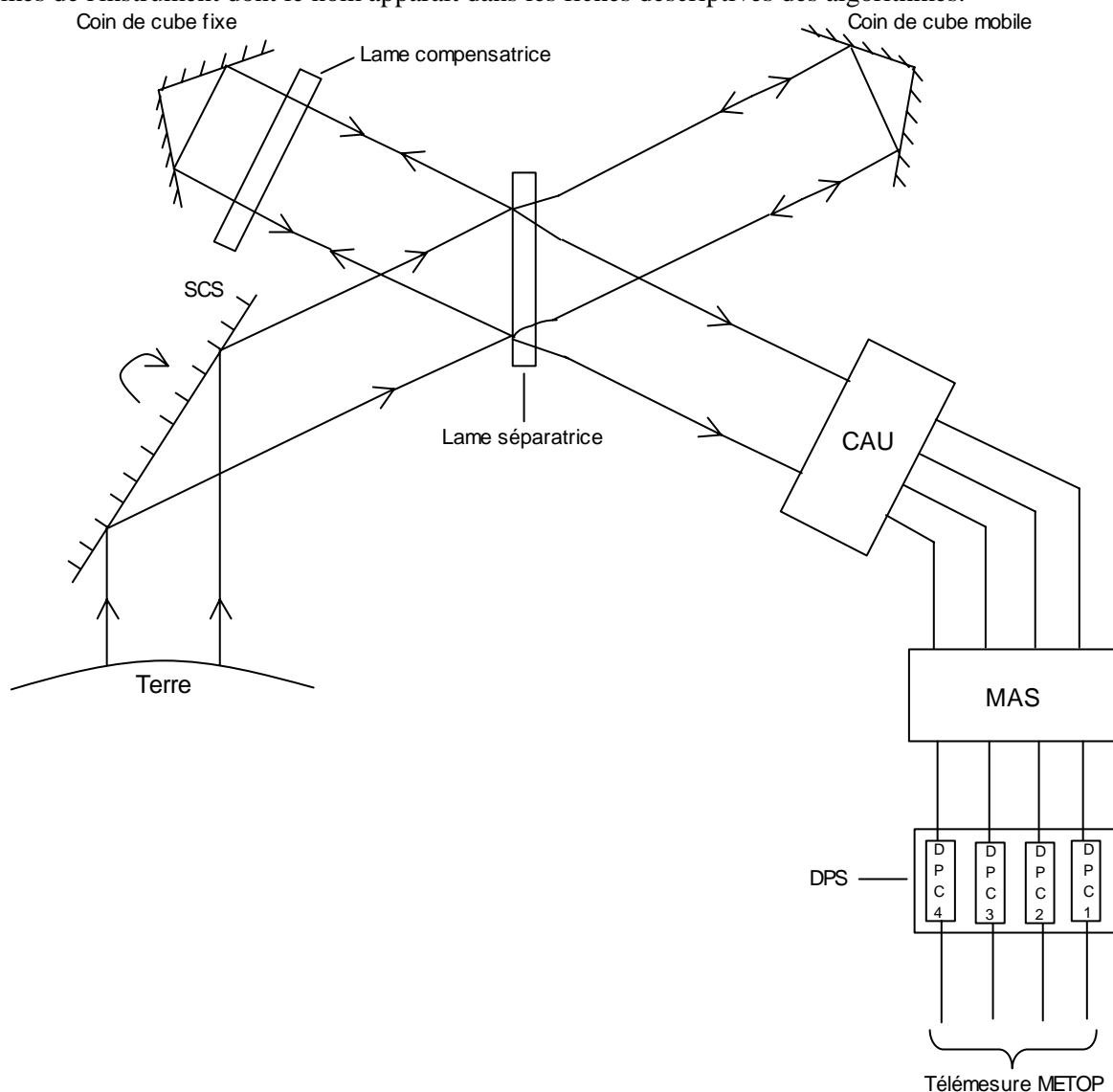


Figure 3.12 – Schéma simplifié de l'interféromètre de IASI

L'interféromètre de IASI est donc un interféromètre à coins de cube. Ces derniers, contrairement aux miroirs plans, tolèrent des mésalignements angulaires.

La configuration optique est une configuration à lame compensatrice déportée²⁹. Pour des raisons d'encombrement, cette compensation déportée n'a pas pu être aménagée classiquement, c'est-à-dire parallèlement à la séparatrice. Cette caractéristique introduit un chromatisme dans l'instrument dont il a fallu tenir compte dans la définition des algorithmes.

Les sous-systèmes représentés sur la figure sont :

- le CAU : Cold Acquisition Unit
qui contient donc les détecteurs
- le MAS : Main Acquisition Subsystem
qui contient les chaînes d'acquisition et de numérisation du signal
- le DPS : Data Processing Subsystem
qui contient les chaînes de traitement. Les données de chaque pixel sont traitées par une unité séparée (DPC)
- le SCAN : Scanning mirror Subsystem
Miroir de changement de visée

3.4.3 SEQUENCEMENT TEMPOREL DES ACQUISITIONS

La période du cycle de balayage est de 8 secondes. Ce cycle est décomposé en 37 sous-cycles de 0,216 seconde qui sont référencés dans la documentation par leur numéro (SN pour *Step Number*). Dans le fonctionnement nominal de l'instrument les 30 premiers sous-cycles (SN=1 à 30) correspondent aux acquisitions des visées atmosphériques.

Afin d'optimiser le temps de fonctionnement utile de l'instrument, les interférogrammes sont acquis dans les 2 sens de déplacement du miroir mobile (CCD pour *Cube Corner Direction*). Ceci impose d'acquérir 2 interférogrammes pour chaque visée de calibration : un pour chaque valeur de CCD. En effet, les défauts entraînant des dissymétries de l'interférogramme dépendent de la direction du mouvement.

Les interférogrammes du Corps Noir chaud sont acquis au cours des sous-cycles 32 et 33, ceux de la visée espace froid au cours des sous-cycles 35 et 36. Pendant les trois sous-cycles restants (SN=31,34 et 37), le miroir de changement de visée est en cours de basculement, il n'y a pas d'acquisition.

Des images de l'espace froid et du corps noir chaud sont acquises au cours des sous-cycles 32, 33, 35 et 36. Ces quatre images (AC)³⁰ sont transmises au sol pour calibrer radiométriquement l'imageur.

La figure 3.13 ci-dessous représente le diagramme temporel de fonctionnement de l'instrument en mode normal. La durée d'acquisition d'un interférogramme est d'environ 151 millisecondes. Il reste donc environ 65 millisecondes pour le déplacement et la stabilisation du miroir de scan ainsi que pour l'inversion du mouvement du coin de cube.

²⁹ Cette configuration particulière a été adoptée afin de limiter le nombre de passages du faisceau optique à travers les lames et diminuer ainsi l'atténuation liée à l'absorption du matériau (ZnSe)

³⁰ seules les deux images correspondant à SN=33 et SN=36 sont utilisées pour la calibration radiométrique (AC). Les autres images risquent d'être polluées par un problème de rémanence des micro bolomètres

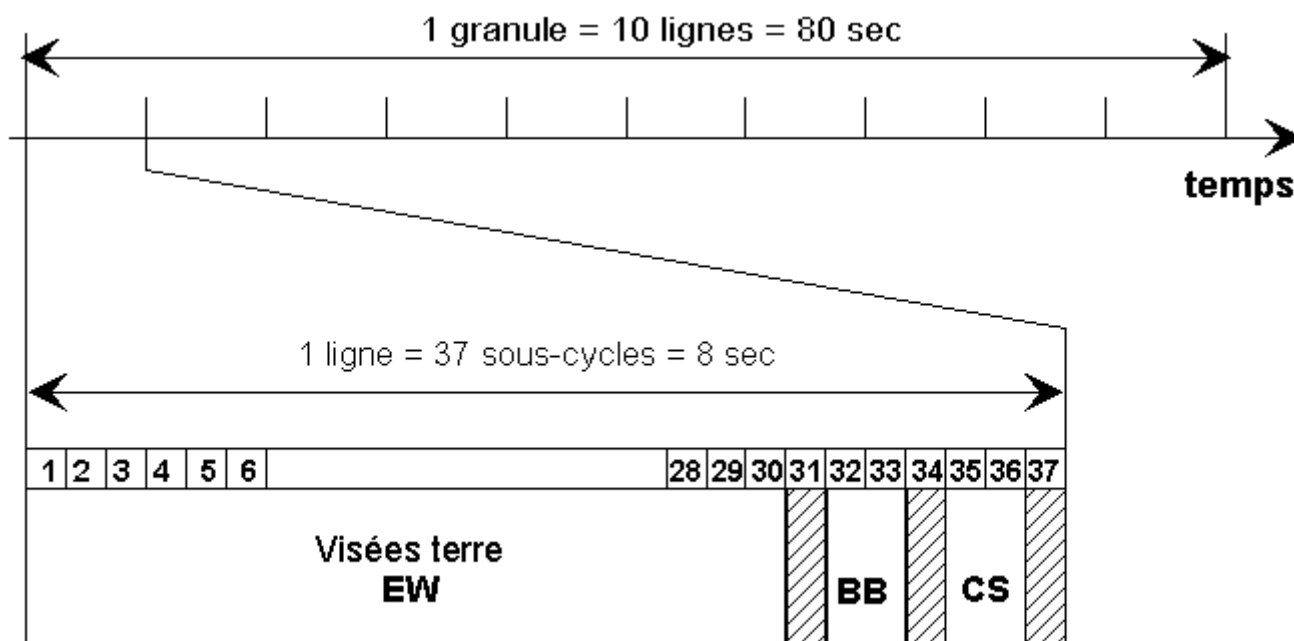


Figure 3.13 – Diagramme temporel des acquisitions (mode normal)

3.4.4 DECOMPOSITION DE LA BANDE UTILE EN TROIS BANDES B1, B2, B3

La technologie ne permet pas de fabriquer des détecteurs ayant les performances requises sur la totalité de la bande mission de IASI³¹. Cette bande est donc découpée en trois parties B1, B2 et B3 dont les limites nominales sont les suivantes :

- B1 : de 650 à 1210 cm^{-1} ,
- B2 : de 1210 à 1900 cm^{-1} ,
- B3 : de 1900 à 2760 cm^{-1} .

A chacune de ces bandes est associée un détecteur spécifique. Le traitement des données de chaque détecteur fournit alors le spectre atmosphérique limité à la bande correspondante.

En réalité, les limites de bandes ne sont pas fixées aussi rigide­ment que cela est indiqué ci-dessus. Le bruit de mesure augmente rapidement au voisinage des limites de bandes³², la limite entre les bandes est donc fixée en fonction de la performance relative des 3 détecteurs.

Plus précisément, on utilise le fait que chaque détecteur continue à fournir du signal en dehors de sa bande nominale. Il existe donc deux zones de recouvrement B1/B2 et B2/B3 dans lesquelles on dispose de deux spectres mesurés. Dans ces zones on combine les deux spectres mesurés pour obtenir une valeur du spectre qui est moins bruitée que les deux valeurs initiales. On se reportera à la section 4.6 de ce document qui décrit plus précisément la méthode de combinaison des bandes (*band merging*).

³¹ 645– 2760 cm^{-1} en terme de nombre d'ondes ν ou encore 3.6–15.5 μm exprimée en longueur d'onde.

³² les raisons principales de cette dégradation sont la diminution de transmission des optiques et la diminution de sensibilité des détecteurs.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 42 of : 502
---	---	---	---

3.4.5 TELEMESURE SCIENTIFIQUE

La télémessure scientifique est décomposée logiquement en

- Données de mesure [DR6]
- Données de vérification [DR7]

Ces données comprennent pour chaque visée terre

- quatre spectres réels³³ calibrés radiométriquement et l'image brute de 4096 pixels associée,
- des données auxiliaires nécessaires au traitement sol de ces données

La majeure partie de la bande passante disponible est bien sûr consommée (voir [DR16]) par les spectres et les images associées. La bande passante imposée par le satellite METOP est de 1,5 Mbits/sec en moyenne. Afin de rendre IASI compatible avec cette contrainte, il a été nécessaire de déporter à bord du satellite le calcul des spectres³⁴ ainsi que les traitements annexes nécessaires à ces calculs (calibration et détermination du NZPD).

Il est de plus possible de transmettre au sol un échantillonnage des interférogrammes bruts et des données annexes qui permettent de rejouer au sol les traitements bord. Ces données de vérifications comprennent plus précisément toutes les 8 secondes :

- un interférogramme brut,
- les coefficients de calibration radiométrique instantanés et filtrés,
- les spectres réduits des visées de référence
- les spectres calibrés avant la combinaison des bandes sur les parties du spectre en recouvrement.

L'interférogramme brut transmis dans les données de vérification peut être sélectionné par son numéro de pixel, de bande (B1, B2 ou B3) et la position du miroir de scan. Les positions possibles correspondent à une des 30 visées terre, le corps noir chaud ou un des deux types de visées de l'espace froid ³⁵.

Note : La direction de déplacement du coin de cube (CCD) est inversée à chaque sous-cycle (SN). Le nombre de sous-cycles par ligne étant impair, le CCD change de signe à chaque ligne. On tiendra compte de ce fait dans la programmation des données de vérification : *si les données de vérification doivent être acquises pour une valeur imposée du CCD, on programmera l'acquisition des données d'un même SN sur deux lignes consécutives.*

3.4.6 MODE CALIBRATION EXTERNE

Dans ce mode il n'y a pas de balayage de la ligne de visée pendant les 30 premiers sous-cycles. Le miroir de changement de visée qui reste fixe pendant cette première partie du cycle peut être placé sur une des positions suivantes :

- une des trente visées terre à une incidence donnée,
- la visée de calibration sur le corps noir chaud,
- un des deux types de visées de l'espace froid,
- la visée de la face arrière du miroir de scan.

³³ un pour chaque pixel du sondeur

³⁴ plus de 40 Mbits / sec seraient nécessaires pour transmettre les interférogrammes bruts

³⁵ on a jusqu'à présent passé sous silence l'existence de 2 visées espace froid (voir §3.4.6 ci-après).

Ce mode de fonctionnement de l'instrument permet donc de redescendre au sol les spectres obtenus à partir des visées de calibration, qui ne sont pas transmis dans la télémesure scientifique en mode nominal.

On l'utilisera en particulier pour déterminer le bruit de mesure de l'instrument ou pour ajuster au sol le modèle caractérisant l'instrument.

Jusqu'à présent, on a passé sous silence dans ce document l'existence de deux types de visées de l'espace froid. La visée espace froid N°1 est utilisée pour la calibration radiométrique comme cela a été discuté jusqu'à présent. La deuxième de ces visées (espace froid N°2) n'est utilisée que pour obtenir une mesure de l'émissivité du miroir de scan sous une deuxième incidence afin de rendre possible l'ajustement au sol d'un modèle.

De même on n'avait pas encore parlé ici de la possibilité d'observer la face arrière du miroir. Cette mesure permet une mesure de la température du miroir. Elle est utilisée pour ajuster au sol un modèle qui permet d'obtenir la température du miroir lorsqu'on connaît la température de sondes placées dans la cavité instrument. En effet, il n'a pas été possible de placer sur le miroir des sondes qui auraient permis une mesure directe de sa température.

Dans ce mode « calibration externe » le séquençage temporel de l'instrument est légèrement modifié (voir la figure 3.14). Les deux premiers (SN=1,2) et le dernier sous-cycle (SN=30) sont neutralisés pour laisser le temps au miroir de rejoindre n'importe quelle position spécifiée.

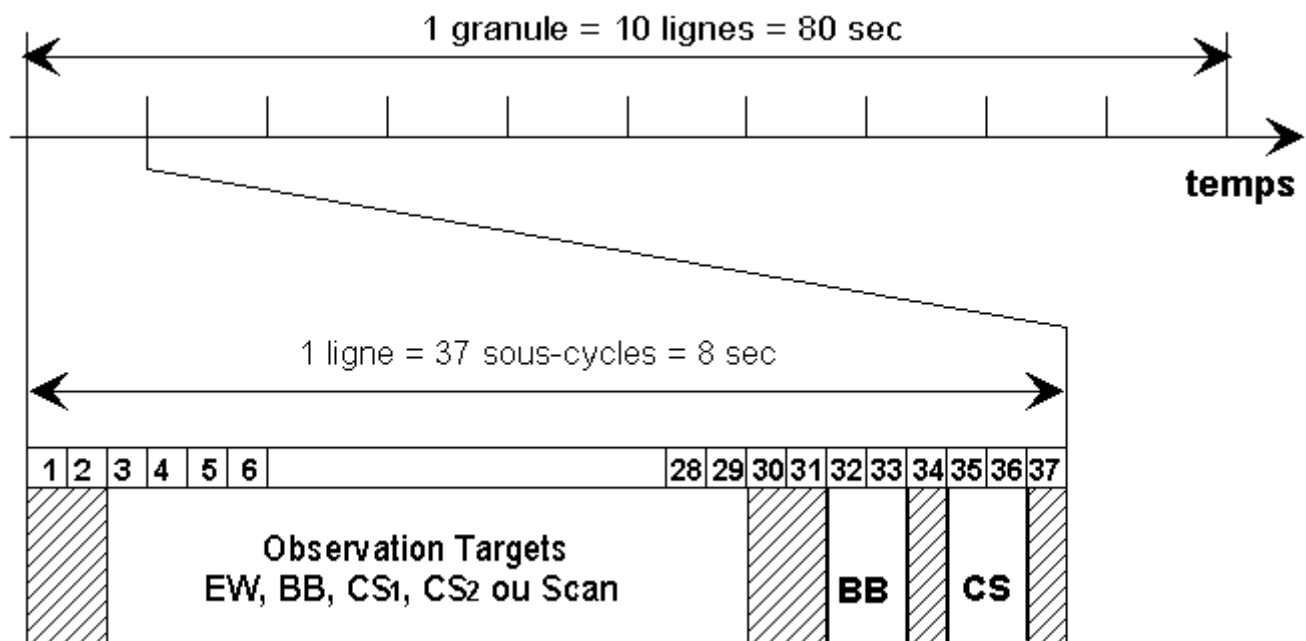


Figure 3.14 – Diagramme temporel des acquisitions (mode « calibration externe »)

3.5 CARACTERISTIQUES SPECTRALES

Cette section décrit les principales relations reliant les aspects géométriques et optiques du sondeur IASI et ses caractéristiques spectrales.

L'effet du champ de vue de l'instrument est discuté, l'axe interférométrique est défini. Ces descriptions reposent sur un modèle théorique élémentaire de l'interféromètre, modèle qui sera raffiné et complété dans la section 6.4 relative à l'initialisation des fonctions spectrales.

3.5.1 MODELE ELEMENTAIRE DE L'INTERFEROMETRE

La figure 3.15 ci-dessous présente le modèle optique et géométrique simplifié du sondeur qui va être continuellement utilisé dans la suite de cette section (3.5). Un coup d'œil à la figure 3.12 de la section précédente montre que ce modèle néglige l'épaisseur de la lame séparatrice³⁶. D'autre part on suppose aussi cette lame parfaite ainsi que les coins de cube : une onde plane pénétrant dans l'interféromètre en ressort donc plane.

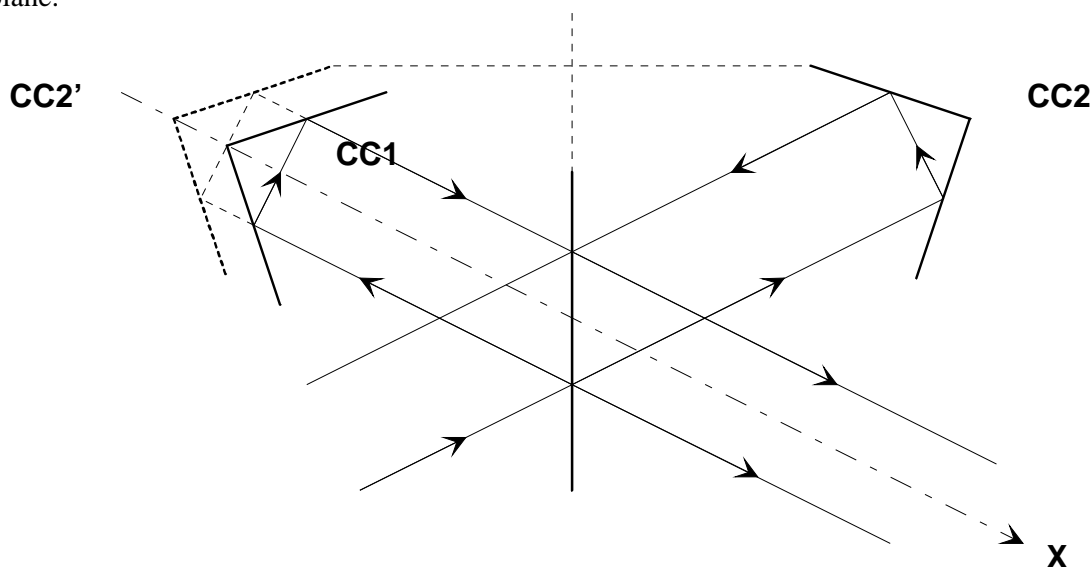


Figure 3.15 – Modèle élémentaire de l'interféromètre

On voit qu'avec les hypothèses simplificatrices de ce modèle il est possible de raisonner seulement sur les positions relatives du coin de cube fixe réel CC1 et de l'image virtuelle CC2' du coin de cube mobile. C'est ce qui est fait dans la section suivante où on analyse l'influence du champ de vue étendu de l'instrument sur ses caractéristiques spectrales.

On voit aussi en regardant cette figure que, pour une onde incidente sur l'axe³⁷, la différence de marche est égale à deux fois la distance qui sépare les sommets de CC1 et CC2'.

³⁶ en conséquence il néglige aussi la présence de la lame compensatrice

³⁷ c'est-à-dire dont la direction de propagation est parallèle au déplacement du coin de cube mobile

3.5.2 EFFET DU CHAMP DE VUE – NOTION D'AXE INTERFEROMETRIQUE

La figure 3.16 ci-dessous montre ³⁸ la différence de marche obtenue pour une onde plane faisant un angle d'incidence θ avec la droite qui joint les sommets de CC1 et CC2'. Cette différence de marche s'écrit simplement³⁹.

$$x = 2\overrightarrow{C_1C_2} * \vec{u} = 2\|\overrightarrow{C_1C_2}\| \cos \theta$$

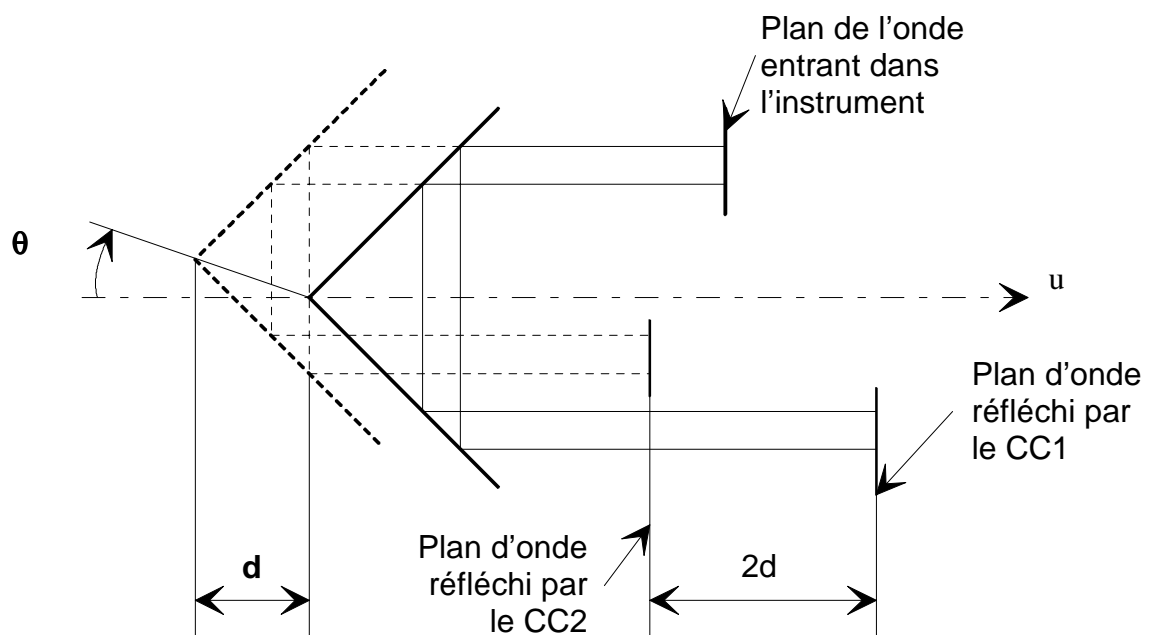


Figure 3.16 – Différence de marche pour une onde inclinée sur l'axe

La dépendance en θ de la différence de marche montre que pour une position donnée du coin de cube mobile on va observer une figure d'interférence dans le champ de l'instrument (franges à l'infini de l'interféromètre de Michelson). Ces franges dans le cas de IASI pourraient être observées sur un écran placé dans le plan focal du miroir M4⁴⁰ (défini sur la figure 3.17 page suivante).

³⁸ par rapport à la figure 3.15, les coins de cube ont été tournés autour de leur sommet de façon à faciliter le tracé des rayons. Cette modification est sans conséquence sur le résultat puisqu'un coin de cube parfait renvoie une onde plane dans la direction d'où elle est venue quelle que soit la direction incidente.

³⁹ Dans la section 6.4 cette formule sera affinée pour tenir compte de l'épaisseur non négligeable des lames séparatrice et compensatrice.

⁴⁰ ce plan contient le diaphragme qui définit les 4 pixels du sondeur IASI.

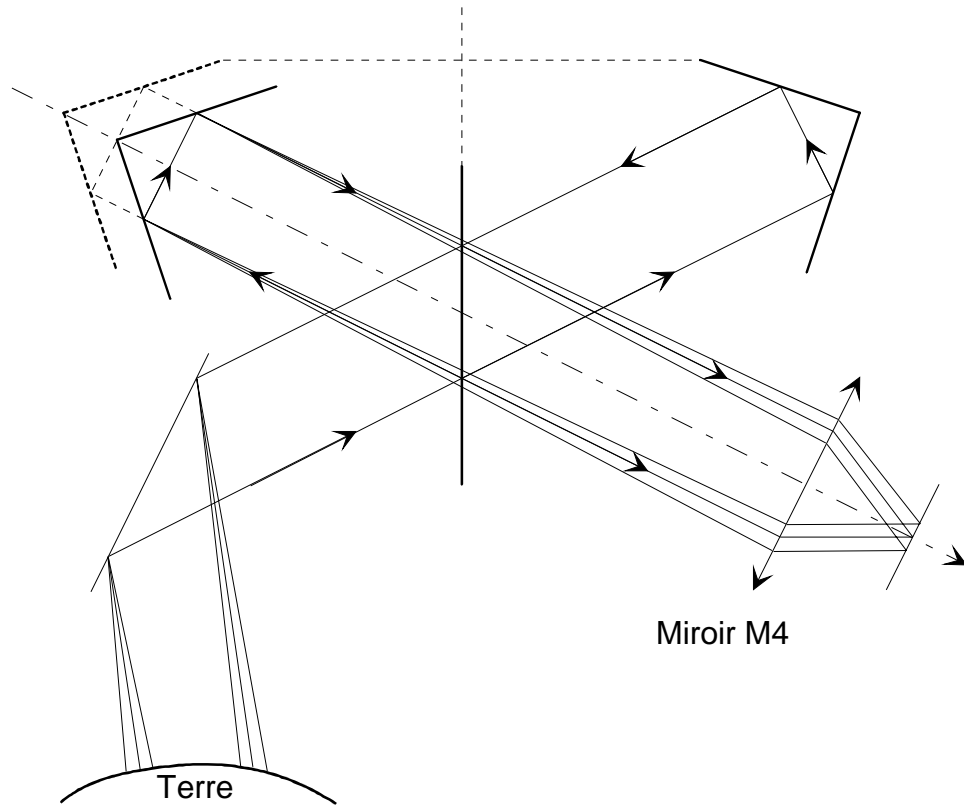


Figure 3.17 – Champ dans le modèle simplifié⁴¹

Une simulation de franges correspondant à une source monochromatique spatialement étendue est donnée par les figures 3.20 de la section suivante. Il s'agit de cercles concentriques dont le centre est la direction définie par les points C1 et C2 (apex des coins de cube).

Si les deux conditions suivantes sont simultanément respectées :

- la trajectoire du coin de cube mobile est parfaitement rectiligne,
- la trajectoire de l'image du coin de cube mobile passe par le coin de cube fixe (i.e. lorsque l'interféromètre est parfaitement aligné).

alors la direction du centre des franges reste fixe pendant toute la durée d'acquisition d'un interférogramme : c'est la direction du mouvement du coin de cube mobile. On appelle cette direction l'axe interférométrique.

Les défauts de mouvement du coin de cube ou d'alignement de l'interféromètre font que les deux conditions ci-dessus ne sont pas exactement vérifiées. Les algorithmes prennent en compte ces types de défaut (voir §6.5). Cependant pour la compréhension de la suite du chapitre 3 ou des traitements sol définis dans §5, il vaut mieux considérer la définition simplifiée de l'axe interférométrique qui est donnée ci-dessus.

⁴¹ la pupille étant imagée sur le miroir de scan et sur les coins de cube on a omis de tracer tous les rayons extrêmes tout au long de leur trajet.

3.5.3 FONCTION DE CALIBRATION SPECTRALE

On déduit de la section précédente que l'interférogramme d'une onde plane monochromatique ν dont la direction de propagation est situé à un angle θ de l'axe interférométrique s'écrit :

$$I(x) = \cos(2\pi\nu x \cos \theta)$$

où x représente le double du déplacement du coin de cube.

Cette équation montre immédiatement que le spectre obtenu en prenant la Transformée de Fourier inverse de I contiendra une raie située à la position

$$\nu \cos \theta$$

Cette équation implique que les spectres bruts sont mesurés pour des nombres d'ondes

$$\nu'_n = \nu_n \cos \theta = \nu_n C_n$$

qui diffèrent des nombre d'ondes nominaux ν_n par un coefficient multiplicatif C_n qui devrait être constant à cet ordre d'approximation. Plus précisément, d'autres imperfections instrumentales⁴² font que les coefficients de calibration spectrale C_n ne sont pas constants. On parle donc de fonction de calibration spectrale.

Si on ne tenait pas compte de cet angle de champ on commettrait donc une erreur de calibration spectrale inacceptable (erreur relative égale à $1 - \cos \theta$ soit environ 10^{-4} alors qu'on vise $2 \cdot 10^{-6}$ pour la calibration spectrale de IASI).

De plus la spécification de calibration est tellement serrée qu'elle nécessite de surveiller en permanence les variations de position de l'axe interférométrique par rapport aux pixels. On va décrire dans la section suivante comment cette surveillance est réalisée.

3.5.4 METHODE DE CALIBRATION SPECTRALE

Dans un premier temps on va supposer que les pixels IASI sont quasiment ponctuels. La géométrie relative des quatre pixels du sondeur IASI a été présentée sur la figure 3.11. Elle est fixée par le diaphragme de champ placé dans le plan focal du miroir M4 (figure 3.17). Si ce diaphragme, qui est placé en entrée de la CBS, se déplace par rapport à l'optique chaude de l'interféromètre, alors les pixels ne sont pas tous situés à la même distance de l'axe interférométrique. Ils n'ont donc pas la même fonction de calibration spectrale.

On définit pour chaque pixel i l'angle θ_i qu'il forme avec l'axe interférométrique (voir la figure 3.18 ci-dessous).

⁴² l'effet d'un décalage de la boîte froide est traité dans la section 3.5.4, l'effet de l'étendue non nulle des pixels peut être trouvé dans l'annexe 6.

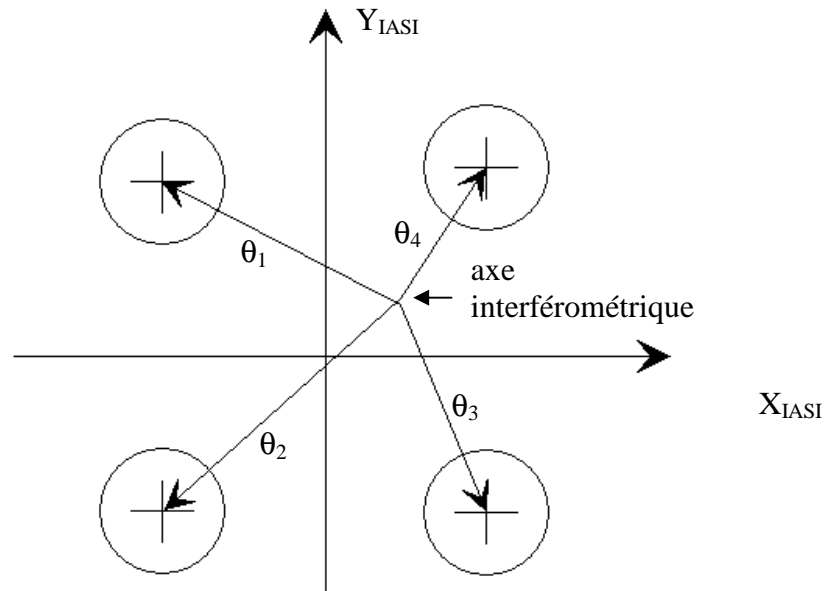


Figure 3.18 – Détermination de l'axe interférométrique

Si on reprend le raisonnement de la section précédente, on voit que le spectre qui est obtenu à partir des mesures du pixel i est décalé par rapport à la réalité d'une quantité

$$\Delta \nu_i(\nu) = \nu - \nu_i = (1 - \cos(\theta_i))\nu \quad (12)$$

où θ_i est l'angle entre la direction de l'axe interférométrique et le centre du pixel i .

Cette quantité $\Delta \nu_i$ peut être déterminée pour certains nombre d'ondes ν particuliers. La méthode employée qui est décrite dans la section 5.7.1 consiste à identifier le décalage spectral $\Delta \nu_i$ sur de petites portions de spectres atmosphériques qui contiennent des raies caractéristiques (peignes de raies) dont la fréquence est parfaitement connue.

Dans le cadre de l'approximation où les pixels sont ponctuels, on peut alors déduire directement par la formule (12) la valeur des quatre angles θ_i . Il est ensuite facile de remonter, à partir de ces angles, à la position de l'axe interférométrique par résolution d'un simple système linéaire de 4 équations à 2 inconnues⁴³. Dans la réalité, les pixels ne peuvent pas être considérés comme ponctuels, les décalages spectraux correspondent à une « valeur moyenne » de l'angle θ intégré sur la totalité du pixel. Cette valeur moyenne est déterminée par simulation d'un modèle d'instrument. Ce modèle est capable de prédire la valeur des décalages spectraux pour une position de l'axe interférométrique donnée. Une inversion de ce modèle par une technique ad hoc permet de remonter à la position de l'axe interférométrique à partir de la valeur connue des décalages spectraux pour un nombre d'ondes donné.

Une nouvelle utilisation du modèle dans lequel on introduit la position trouvée fournit alors la fonction de calibration spectrale sur l'ensemble du spectre à partir de sa mesure effectuée pour un seul nombre d'onde

⁴³ La formule (12) place l'axe interférométrique sur un cône centré sur le pixel i et de demi-angle au sommet égal à θ_i . Il faut donc trois de ces mesures pour déterminer la position de l'axe interférométrique sans ambiguïté. Deux mesures seulement fournissent deux positions possibles pour l'axe interférométrique (l'intersection de 2 cercles est constituée de 2 points)

(nominalement). L'avantage de cette technique⁴⁴ est qu'elle fonctionne encore lorsque la fonction de calibration spectrale n'est pas constante pour tous les nombres d'ondes.

3.6 APODISATION DES SPECTRES

On a vu dans la section 3.2.3 que le spectre d'une raie monochromatique déterminé par l'instrument IASI est, à cause de la course limitée du coin de cube, un sinus cardinal (voir la figure 3.5). Cette fonction d'appareil a le défaut de présenter des lobes secondaires dont l'amplitude continue à être importante même lorsqu'on s'éloigne fortement de la position de la raie incidente. Une raie peut donc être masquée dans le spectre mesuré par une raie voisine qui aurait une amplitude plus importante.

Afin de résoudre ce type de problèmes, il est classique de corriger ces défauts de la réponse instrumentale en multipliant artificiellement l'interférogramme $I(x)$ par une fonction de poids $w(x)$ dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1 et qui tend vers 0 lorsque x atteint la différence de marche maximum ($\pm \Delta$). Cette fonction est nommée fonction d'apodisation puisqu'en effet son rôle est de supprimer les « pieds » de la fonction d'appareil.

La figure 3.19 ci-dessous montre l'effet de l'application d'une fonction d'apodisation triangulaire sur la réponse instrumentale. En traits fin, on observe la réponse instrumentale brute. En trait gras on observe la réponse instrumentale après qu'on a multiplié l'interférogramme par une fonction porte triangulaire.

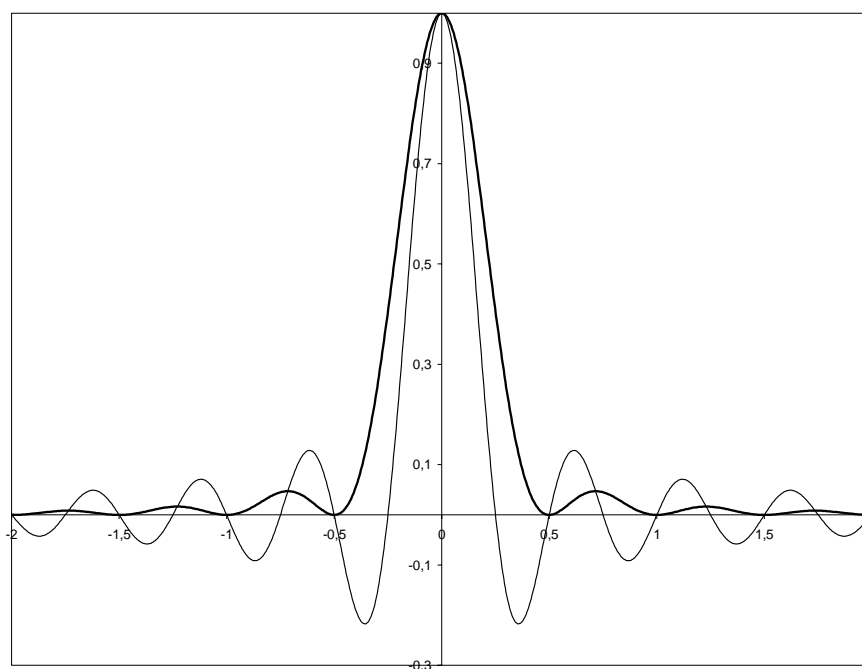


Figure 3.19 – Effet d'une fonction d'apodisation triangulaire

⁴⁴ par rapport à celle, plus simple, qui est décrite au début de cette section

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 50 of : 502
---	---	--	---

La première conséquence de cette multiplication est, comme on l'a dit précédemment, de diminuer l'amplitude des « pieds » de la fonction d'appareil et surtout d'augmenter fortement la décroissance de leur amplitude lorsqu'on s'écarte du pic de réponse. Il s'agit d'un effet favorable.

Le deuxième effet n'est pas favorable puisqu'il s'agit d'un élargissement de la réponse : en d'autres termes, il s'agit d'une diminution de la résolution spectrale de l'instrument.⁴⁵

De nombreuses fonctions d'apodisation sont analysés dans la littérature dans le but de réaliser le meilleur compromis entre ces deux effets antagonistes. En pratique une fonction gaussienne tronquée, qui supprime quasiment les pieds de la fonction d'appareil est souvent utilisée.

3.6.1 AUTO APODISATION

Si on note x la différence de marche pour un rayon sur l'axe et x' celle correspondant à un rayon incliné d'un angle θ par rapport à l'axe interférométrique de l'instrument, on a (voir §3.5.2)

$$x' = x \cos \theta$$

Si on plaçait une caméra dans le « plan des détecteurs » on observerait donc pour une position du miroir mobile donnée une figure d'interférence constituée de cercles concentriques. Les figures 3.20 a, b et c ci dessous correspondent à la figure d'interférence qui serait observée pour une radiation incidente monochromatique de nombre d'ondes $\nu = 2760 \text{ cm}^{-1}$ correspondant à la plus grande fréquence observée par IASI.

⁴⁵ La figure 3.19 a été tracée en ignorant le fait que la fonction d'instrument doit être normalisée (voir §3.7). En effet, la normalisation dont on peut voir l'effet sur la figure 3.23 rend moins facile la visualisation de l'élargissement de la raie.

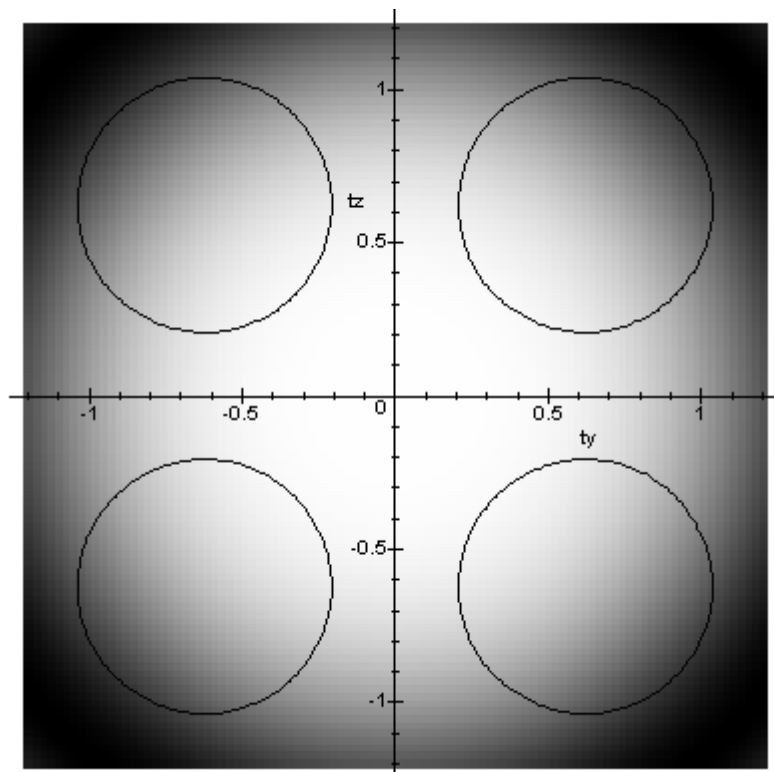


Figure 3.20a – Figure d'interférence dans le « plan des détecteurs » pour $x = 0.5$ cm

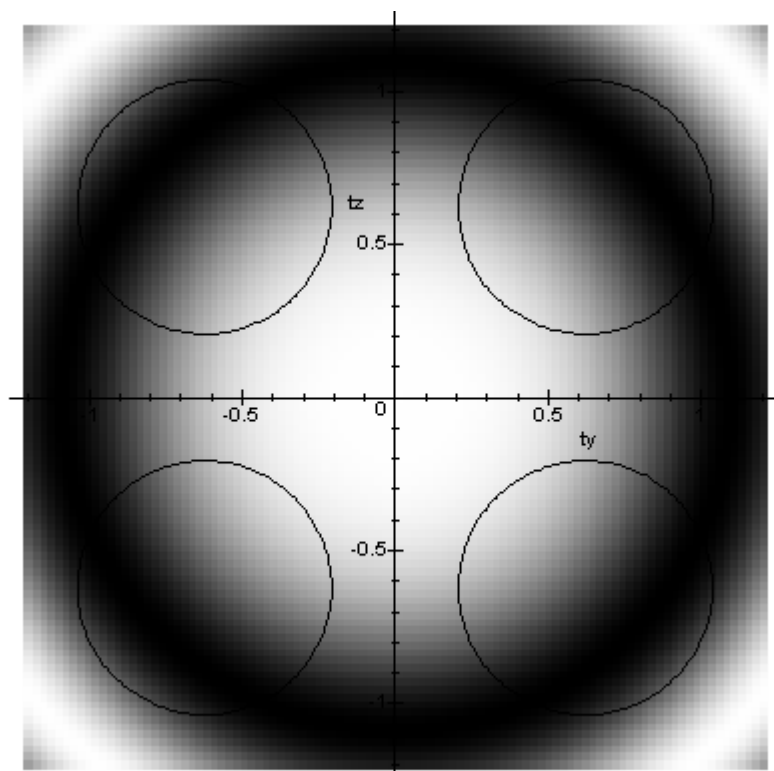


Figure 3.20b – Figure d'interférence dans le « plan des détecteurs » pour $x = 1$ cm

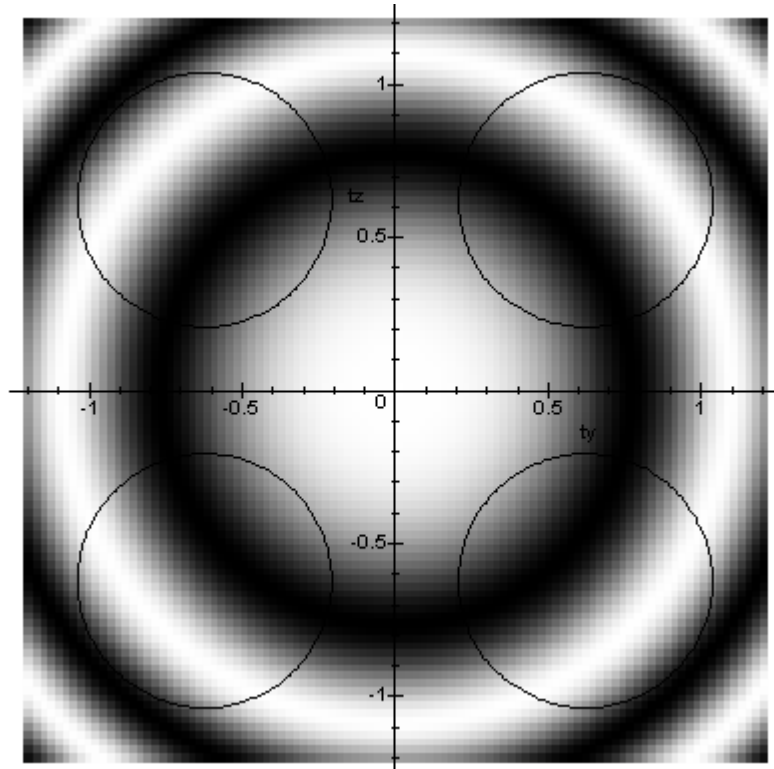


Figure 3.20c – Figure d’interférence dans le « plan des détecteurs » pour $x = 2$ cm

Ces figures permettent de comprendre qualitativement⁴⁶ que l’amplitude de l’interférogramme diminue lorsque la différence de marche augmente (voir la figure 3.21). En effet, au fur et à mesure que la différence de marche augmente, la figure incluse à l’intérieur d’un pixel contient à la fois des zones claires et des zones foncées. Il y a donc un effet de moyenne qui diminue l’amplitude des variations d’éclairement observées lorsque la différence de marche varie.

Cet effet purement instrumental a un effet similaire à la multiplication par une fonction d’apodisation. On parle d’autoapodisation.

Par définition la fonction d’auto apodisation $A(x, \nu)$ de l’instrument vaut

$$A(x, \nu) = \frac{I(x, \nu)}{I_0(x, \nu)} \quad (13)$$

où I est l’interférogramme observé en réponse à une raie incidente de nombre d’ondes ν . I correspond à l’instrument IASI⁴⁷ et I_0 est l’interférogramme théorique défini par la relation suivante⁴⁸

⁴⁶ Pour une compréhension plus précise et plus mathématique de ce phénomène, le lecteur pourra se reporter à l’annexe 6 de ce document qui décrit un modèle mathématique simplifié de l’instrument IASI sous forme de quelques formules analytiques simples. Ce modèle suffit pour comprendre précisément une grande partie des propriétés spectrales de IASI. On pourrait penser l’utiliser dans d’autres contextes : par exemple pour générer des cas tests de validation pour les logiciels du segment sol.

⁴⁷ l’interférogramme mesuré étant réel, on n’a pas accès à la partie imaginaire de la fonction d’auto-apodisation autrement que par modélisation

$$I_0(x, \nu) = e^{-2i\pi x \nu}$$

L'intérêt d'introduire cette notion, outre son utilisation dans les sections suivantes, est que le module de la fonction d'autoapodisation représente l'enveloppe de l'interférogramme réel qui serait obtenu à partir d'une raie monochromatique. Les figures 3.21a et 3.21b ci-dessous présentent l'évolution de cette enveloppe en fonction de la différence de marche x pour 3 nombres d'ondes caractéristiques $\nu = 645 \text{ cm}^{-1}$, $\nu = 2000 \text{ cm}^{-1}$, $\nu = 2700 \text{ cm}^{-1}$. On observe que l'autoapodisation augmente significativement avec le nombre d'onde.

La figure 3.21a est relative à un interféromètre parfait correspondant au modèle simplifié de la section 3.5.1.

La figure 3.21b correspond à un interféromètre qui présente un défaut d'alignement : la trajectoire de l'image CC2' du coin de cube mobile ne passe plus par le coin de cube fixe⁴⁹. On note alors que la position du maximum de l'enveloppe s'est significativement éloignée de la position $x=0$ et que l'interférogramme est alors franchement dissymétrique.

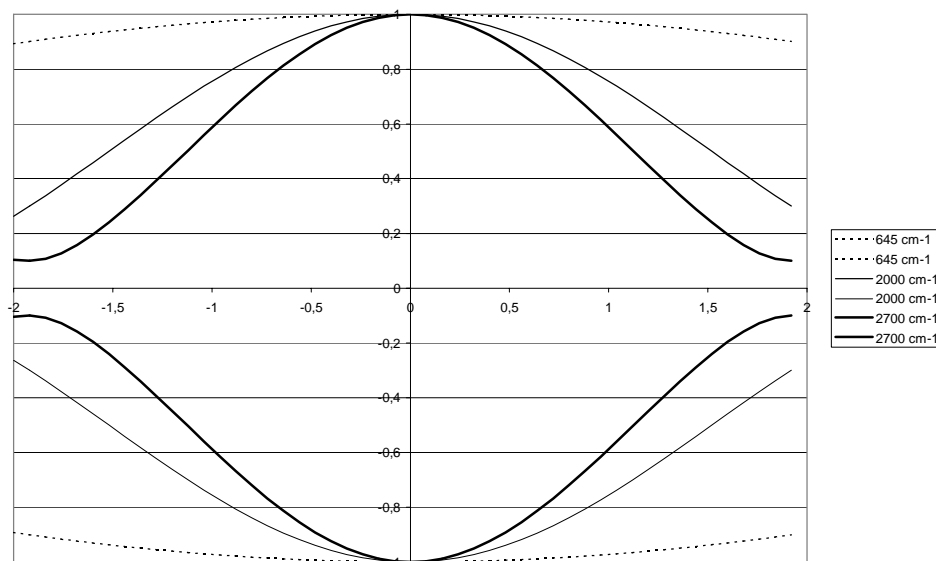


Figure 3.21a – Module de la fonction d'auto-apodisation d'un interféromètre parfait

⁴⁸ c'est la formule (6) appliquée avec $B(\nu)=\delta(\nu)$

⁴⁹ l'écart est appelé offset constant du coin de cube dans les fiches descriptives. On a pris ici un défaut typique égal à $20 \mu\text{m}$

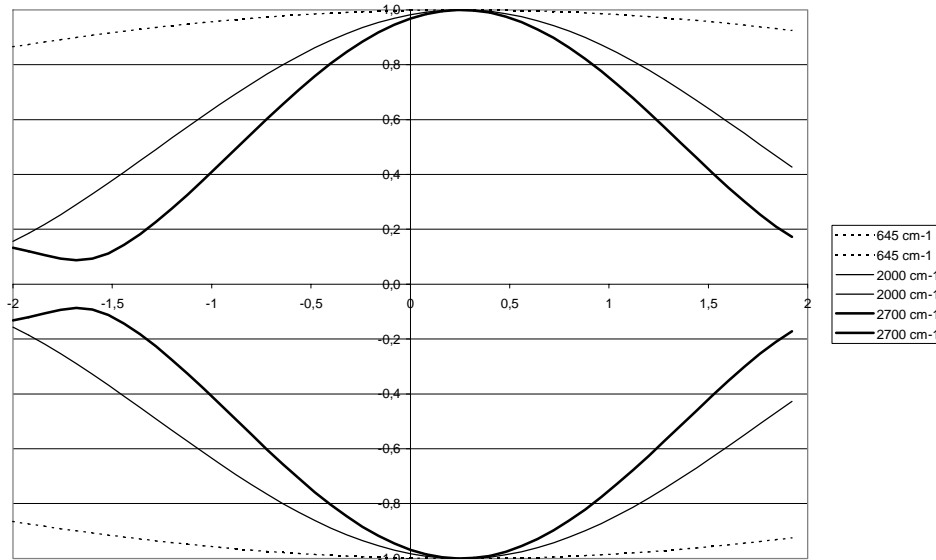


Figure 3.21b – Module de la fonction d’auto-apodisation d’un interféromètre imparfaitement aligné

3.6.2 APODISATION DES SPECTRES 1C

L’apodisation des spectres 1C a pour but de fournir aux utilisateurs finaux des spectres atmosphériques débarrassés de tous les effets instrumentaux ou plus précisément des spectres atmosphériques correspondant à des interférogrammes qui seraient mesurés par un instrument parfait de différence de marche limitée et auxquels on aurait appliqué une fonction d’apodisation donnée (pour le moment il s’agit d’une gaussienne AC).

On vient de voir dans la section précédente que la fonction d’auto apodisation de IASI dépend de la fréquence de la radiation incidente.

Cependant, on négligera dans un premier temps cet effet pour introduire la méthode d’apodisation des spectres 1C.

3.6.2.1 INTRODUCTION : ON IGNORE LA DEPENDANCE DE A AVEC ν

En présence d’un spectre $S(\nu)$, l’instrument mesure un interférogramme

$$I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\nu) I(x, \nu) d\nu$$

qui s’écrit, puisqu’on néglige la dépendance en ν de la fonction d’auto apodisation

$$I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\nu) A(x) I_0(x, \nu) d\nu = A(x) \int_{-\infty}^{\infty} S(\nu) e^{-2i\pi x \nu} d\nu$$

Ce qui s’écrit en appliquant la définition de la transformée de Fourier

$$I = A \cdot TF(S)$$

En se rappelant que le spectre mesuré par l'instrument est donné par la transformée de Fourier inverse de l'interférogramme (voir section 3.2.2), on obtient

$$TF(S_{1B}) = A \cdot TF(S) \quad (14)$$

On veut d'autre part que le spectre transmis aux utilisateurs s'écrive comme la convolution du spectre en entrée avec une fonction d'instrument théorique G donnée

$$S_{1C} = S \otimes G$$

où on a noté \otimes le produit de convolution des deux fonctions.

En passant aux transformées de Fourier ⁵⁰ on obtient

$$S_{1C} = S \otimes G \Leftrightarrow TF(S_{1C}) = TF(S) \times TF(G) \quad (15)$$

Et en éliminant $TF(S)$ entre les équations (14) et (15) on obtient la relation qui permet de calculer S_{1C} à partir de S_{1B} .

$$TF(S_{1C}) = TF(S_{1B}) \frac{TF(G)}{A} \quad (16)$$

La fonction $Af = TF(G)/A$ est appelée fonction d'apodisation. Le passage des spectres de niveau 1B au niveau 1C se fait en appliquant la formule (16)

3.6.2.2 PRISE EN COMPTE DE LA DEPENDANCE EN ν DE A

On a vu que la fonction d'autoapodisation A dépend de ν ⁵¹. On peut donc calculer plusieurs spectres S_{1C} à partir de la formule (16) selon la valeur que l'on affecte à ν pour évaluer A dans (16). Plus formellement on peut définir une fonction de deux variables par

$$S(\nu, \mu) = TF^{-1} \left(TF(S_{1B}) \frac{TF(G)}{A_\mu} \right) (\nu)$$

On commence par définir une discrétisation de la bande utile de IASI.

$$\nu_{\min} = \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_k = \nu_{\max}$$

Le spectre S_{1C} est alors défini pour chaque ν dans l'intervalle $[\mu_i, \mu_{i+1}]$ par interpolation linéaire entre les valeurs $S(\nu, \mu_i)$ et $S(\nu, \mu_{i+1})$. Cela revient à définir approximativement

$$\forall \nu \in [\nu_{\min}, \nu_{\max}], S_{1C}(\nu) = S(\nu, \nu) \quad (17)$$

⁵⁰ Quelques rappels mathématiques sur la transformée de Fourier sont fournis dans l'annexe 5 de ce document.

⁵¹ En dehors de l'effet de champ étendu, on sait qu'il existe d'autres effets optiques internes à l'instrument (chromatisme) qui créent une dépendance en ν de la fonction d'auto apodisation

Les figures 3.22a et 3.22b illustrent l'application de cette formule. On a considéré pour les tracer un spectre (non réaliste) contenant 2 raies situées à 645 cm⁻¹ et 655 cm⁻¹. C'est principalement la largeur de la raie qui distingue les spectres $S(v,645)$ et $S(v,660)$. On voit que le spectre S_{1C} calculé par la formule (17) est confondu sur la figure 3.22a avec $S(v,645)$ alors qu'il est intermédiaire entre les 2 spectres $S(v,645)$ et $S(v,660)$ autour de 655 cm⁻¹. Bien sûr l'effet de l'interpolation est très largement exagéré sur ces figures.

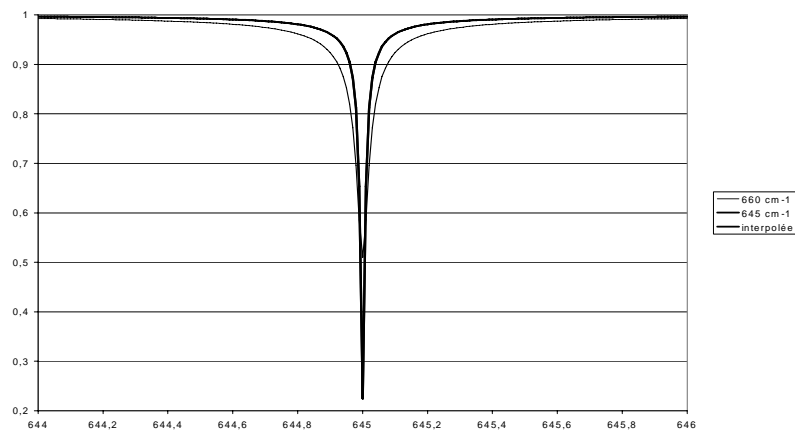


Figure 3.22a – Calcul du spectre 1C par interpolation

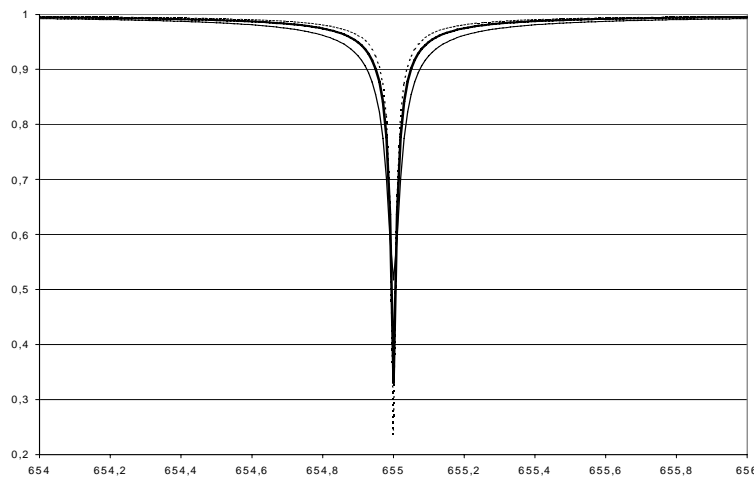


Figure 3.22b – Calcul du spectre 1C par interpolation

On se reportera au § 5.1.5 pour les aspects plus pratiques liés à l'application de cette méthode.

3.7 CALCUL DES FONCTIONS D'INSTRUMENT (ISRF)

La spécification de l'instrument IASI [DR30] définit l'ISRF comme la fonction de poids $I_i(v, v_0)$ ⁵² qui permet de passer d'un spectre infini $S(v)$ au spectre mesuré par IASI $S'(v_0)$. Plus précisément, $I_i(v, v_0)$ est une fonction complexe définie par les relations (18)

⁵² Définie pour les 4 pixels $i = 1, 2, 3, 4$.

$$S'(\nu_0) = Re \left[\int_{-\infty}^{\infty} I_i(\nu, \nu_0) S(\nu) d\nu \right], \text{ avec } \int_{-\infty}^{\infty} I_i(\nu, \nu_0) d\nu = 1 \quad (18)$$

Selon le point de vue, on peut considérer $I_i(\nu, \nu_0)$

- comme une fonction de ν (à ν_0 fixé) qui permet de synthétiser la mesure de l'instrument dans n'importe quel canal ν_0 (point de vue utilisateur). Les fiches d'algorithmes calculent les fonctions $ISRF_{\nu_0}(\nu) = I_i(\nu, \nu_0)$ pour différentes valeurs de ν_0 (tous les 15 cm^{-1}).
- comme la fonction de ν_0 (à ν fixé) qui correspond à la mesure qui serait faite par l'instrument IASI d'une raie laser parfaite à la fréquence ν (point de vue concepteur instrument). Cette fonction est appelée ILS (pour Instrument Line Shape). On a $ILS_{\nu}(\nu_0) = I_i(\nu, \nu_0)$

La figure 3.23 ci-dessous montre l'évolution des fonctions d'instrument de IASI⁵³ pour les 3 nombres d'ondes $\nu = 645 \text{ cm}^{-1}$, $\nu = 2000 \text{ cm}^{-1}$, $\nu = 2700 \text{ cm}^{-1}$. Deux effets principaux sont à noter sur ces figures :

- l'effet de l'autoapodisation qui croît avec ν : augmentation de la largeur de la raie et en conséquence diminution de la hauteur du pic⁵⁴
- la dissymétrie de la fonction d'instrument par rapport au pic, dissymétrie que l'on observe notamment sur la courbe correspondant au nombre d'ondes $\nu = 2700 \text{ cm}^{-1}$. Cet effet est dû à la forme circulaire du pixel et est expliquée en détail dans l'annexe 6.

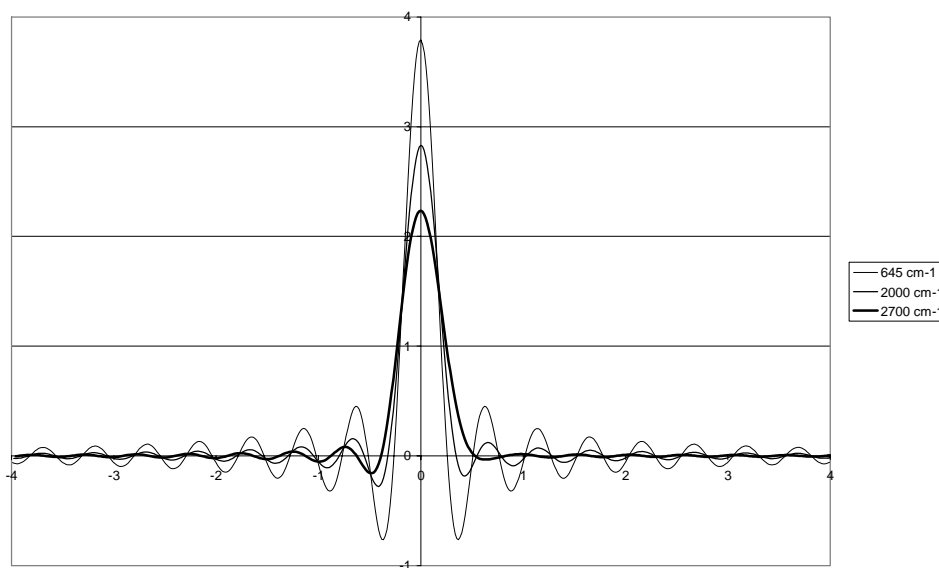


Figure 3.23 – Fonction d'instrument 1B de IASI (modèle simplifié)

Dans le système algorithmique de IASI les fonctions d'instrument sont calculées comme les transformées de Fourier inverses des fonctions d'auto-apodisation⁵⁵. La relation se démontre aisément.

⁵³ recalées sur leur centre de gravité afin de pouvoir les représenter sur un même graphique.

⁵⁴ à cause de la normalisation imposée par l'équation (18)

⁵⁵ plus l'application de la normalisation imposée par l'équation (18) qui est nécessaire puisque $A(0, \nu)$ n'est égale à 1 que dans le cas d'un interféromètre parfait.

Comme pour le développement du calcul des fonctions d'apodisation on commencera par négliger la dépendance des fonctions d'auto-apodisation avec la fréquence de la radiation incidente. On montrera ensuite comment cette dépendance est prise en compte dans le calcul des fonctions d'instrument.

3.7.1 INTRODUCTION : ON IGNORE LA DEPENDANCE DE A AVEC ν

Notation : Dans cette démonstration, on utilise la notation suivante. Soit f une fonction de ν , F sa transformée de Fourier est une fonction de x . On note :

$$F = TF(f), f = TF^{-1}(F)$$

Ainsi que⁵⁶

$$F(x) = TF(f)(x), f(\nu) = TF^{-1}(F)(\nu)$$

Soit donc $A(x)$ la fonction d'auto-apodisation

$$TF^{-1}(A)(\nu_0) = \int_{-\infty}^{\infty} A(x) e^{i2\pi x \nu_0} dx = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{I(x, \mu)}{I_0(x, \mu)} e^{i2\pi x \nu_0} dx$$

avec $I_0(x, \mu)$ l'interférogramme théorique d'une raie à la fréquence μ . D'après la définition on a

$$I_0(x, \mu) = TF(\delta_\mu)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \delta_\mu e^{-i2\pi \nu x} d\nu = e^{-i2\pi \mu x}$$

d'où, en réinjectant cette valeur dans la formule précédente et en appliquant la définition de la Transformée de Fourier inverse

$$TF^{-1}(A)(\nu_0) = \int_{-\infty}^{\infty} I(x, \mu) e^{i2\pi x(\nu_0 + \mu)} dx = TF^{-1}(I_\mu)(\nu_0 + \mu), \quad \text{avec } I_\mu(x) = I(x, \mu)$$

En changeant de variable, on obtient finalement la relation cherchée.

$$TF^{-1}(I_\mu)(\nu') = TF^{-1}(A)(\nu' - \mu)$$

Il reste maintenant à relier cette fonction $TF^{-1}(I_\mu)$ à l'ISRF qui est la fonction cherchée

En appliquant la formule de définition (18) au cas $S = \delta_\mu$ (Dirac au nombre d'ondes μ), on obtient le spectre complexe S_μ qui correspondrait à la mesure par l'instrument de la raie monochromatique δ_μ avec

$$S_\mu(\nu_0) = I_i(\mu, \nu_0)$$

Or, par ailleurs

$$S_\mu = TF^{-1}(I_\mu)$$

⁵⁶ cette notation, qui n'est pas forcément très courante, a le mérite d'être logique et de bien faire apparaître les variables dépendantes. Elle est à ma connaissance employée dans certains ouvrages de calcul de structures.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 59 of : 502
---	---	---	---

En combinant ces trois dernières équations on obtient le fait que si la dépendance en ν des fonctions d'auto apodisation est négligée alors

$$ISRF(\mu, \nu') = TF^{-1}(A)(\nu' - \mu) \quad (19)$$

Dans cette condition, la simulation du spectre mesuré s'obtient par une convolution. Si on réinjecte la valeur de l'ISRF trouvée précédemment dans la formule (18) on obtient en effet

$$S'(\nu_0) = Re \left[\int_{-\infty}^{\infty} TF^{-1}(A)(\nu_0 - \nu) S(\nu) d\nu \right] \quad (20)$$

ν = nombre d'onde du spectre d'entrée

ν_0 = nombre d'onde du spectre mesuré

3.7.2 PRISE EN COMPTE DE LA DEPENDANCE EN ν DE A

Lorsque le contenu spectral $S(\nu)$ de la radiation incidente n'est pas très étendu on peut utiliser directement la formule (20) pour obtenir une estimation du spectre mesuré par l'instrument.

Dans le cas contraire, cela n'est plus possible. On sait en effet que les fonctions d'auto-apodisation dépendent de la fréquence de la radiation incidente. On note A_μ la fonction d'auto-apodisation calculée pour la fréquence μ (définie par l'équation (13)).

Avec la même discrétisation de la bande utile de IASI que celle qui a été introduite dans la section 3.6.2 pour le calcul des fonctions d'apodisation ($\mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_k$, pas de 15 cm^{-1}), on calcule alors des fonctions d'instrument discrétisées.

$$ISRF(\mu_i, \nu') = TF^{-1}(A_{\mu_i})(\nu' - \mu)$$

Les utilisateurs pourront alors calculer des spectres synthétiques $S'(\nu_0, \mu_i)$ correspondant à un spectre théorique $S(\nu)$ donné en appliquant la formule (20)

Le spectre synthétique S_i sera alors obtenu pour chaque ν_0 dans l'intervalle $[\mu_i, \mu_{i+1}]$ par interpolation linéaire entre $S'(\nu_0, \mu_i)$ et $S'(\nu_0, \mu_{i+1})$. Cela revient approximativement à définir

$$S_i(\nu_0) = S'(\nu_0, \nu_0)$$

3.8 PLACE DE L'ALGORITHMIE DANS LE SYSTEME

Les algorithmes de traitement des données IASI qui sont décrits dans ce document vont être implantés dans plusieurs éléments du système METOP (voir la figure 3.24).

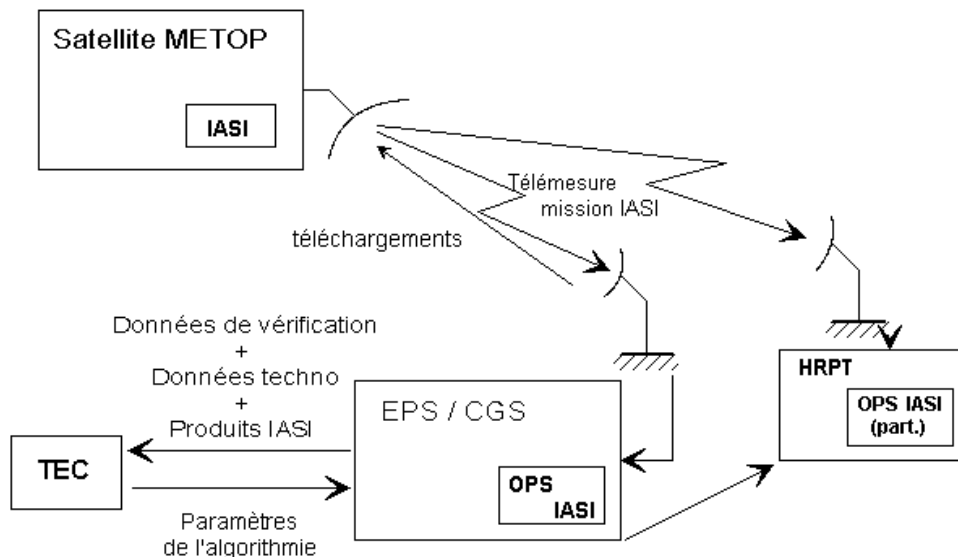


Figure 3.24 – Place de l'algorithmie dans le système IASI

Une partie des algorithmes est implantée à bord dans l'instrument IASI qui transmet au sol des spectres atmosphériques calibrés radiométriquement. Ces spectres sont traités au sol pour fournir des produits (de niveau 1A, 1B ou 1C)⁵⁷. Ce traitement opérationnel a lieu en temps très peu différé ⁵⁸

- soit au centre de traitement du segment sol EPS/CGS (European Polar System / Core Ground Segment),
- soit dans les centres de traitement des stations HRPT⁵⁹ (qui sont des stations de réception directes de la télémessure scientifique de METOP).

Le Centre d'Expertise Technique (TEC) de IASI traite une fraction de la télémessure mission ainsi que des résultats synthétiques élaborés par le logiciel opérationnel de IASI. Ce traitement a pour but de surveiller le comportement en vol de l'instrument et la qualité des produits distribués aux utilisateurs. En cas de dérive identifiée du comportement de l'instrument conduisant à une dégradation de performance non acceptable, la TEC recalcule les paramètres de l'algorithmie⁶⁰ permettant de restaurer la qualité des produits. Ces mêmes moyens sont utilisés lors de la recette en vol. On mettra à jour les paramètres qui ont été initialisés une première fois lors de la recette sol de l'instrument afin d'optimiser la performance du système IASI.

Il est nécessaire de s'assurer de la cohérence des paramètres utilisés par les différentes entités du système. Par exemple, les stations de réception sol doivent utiliser lors du décodage les mêmes tables que celles qui ont été employées à bord pour le codage des spectres. Le mécanisme mis en place pour assurer cette cohérence est le suivant :

⁵⁷ Voir § 5.1 pour les niveaux de produit.

⁵⁸ Le CGS traite les données missions enregistrées à bord lorsque le satellite n'est pas en visibilité d'une station de réception. Les données acquises en direct lors des passages sur l'Europe sont retransmises après stockage temporaire dans la mémoire qui fonctionne alors comme un tampon.

⁵⁹ la mise en place des algorithmes de traitement des données IASI dans les HRPT est du ressort d'Eumetsat

⁶⁰ On trouvera en annexe 1 la liste des données manipulées par les algorithmes du système IASI.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 61 of : 502
---	---	--	---

- la TEC est le seul responsable de la définition et du maintien de la configuration des paramètres de l'algorithmie IASI,
- Un identificateur de configuration est associé à chaque mise à jour des paramètres. L'identificateur de la configuration courante est diffusé dans la télémesure IASI.

Cet identificateur est téléchargé dans le logiciel de vol de IASI qui le recopie dans la télémesure mission. Lorsque les paramètres modifiés sont des tables de données utilisées à bord, la mise à jour de l'identificateur de configuration est synchrone de la modification des données.

Les valeurs des paramètres de l'algorithmie correspondant à une configuration donnée sont calculées à la TEC et transmis par celle-ci au CGS. Celui-ci a la charge de les diffuser tous les utilisateurs du système EPS avant la mise à jour effective de la configuration qui sera indiquée par le changement de l'identificateur de configuration.

Partage bord/sol : Comme on peut le voir à la lecture du § 4 une part importante du traitement des données sondeur est effectuée à bord de l'instrument. L'objectif de ce traitement est de réduire d'un facteur 30 environ le volume des données à transmettre. L'analyse ayant conduit à ce partage est présentée dans [DR24].

Deux grandes solutions subsistaient après une première analyse :

1. transmission des interférogrammes bruts compressés,
2. transmission des spectres calibrés radiométriquement.

C'est la deuxième qui a été choisie devant l'impossibilité de trouver des algorithmes inversibles permettant d'obtenir le taux de compression requis.

Afin d'assurer la cohérence des données échangées dans le système IASI et de minimiser les risques d'erreur la spécification système demande que tous les sous-systèmes travaillent en unité S.I. Les produits destinés aux utilisateurs pourront néanmoins être fournis dans les unités usuelles (en fonction de la décision d'Eumetsat qui est responsable du formatage des produits).

4. TRAITEMENTS BORD

4.1 ARCHITECTURE GENERALE

La figure 4.1 décrit sous forme de schéma bloc l'architecture générale de l'algorithmie bord. Ce schéma représente le traitement réalisé sur les données d'un seul pixel. Le traitement des 3 autres pixels se fait simultanément en parallèle et de manière complètement indépendante.

Chaque bloc de schéma représente un traitement. Les données principales échangées entre ces traitements sont indiquées sur la partie droite de la figure.

Certains blocs de ce diagramme correspondent à un regroupement logique de plusieurs algorithmes. La décomposition en algorithmes élémentaires de ces blocs est présentée dans les sections suivantes.

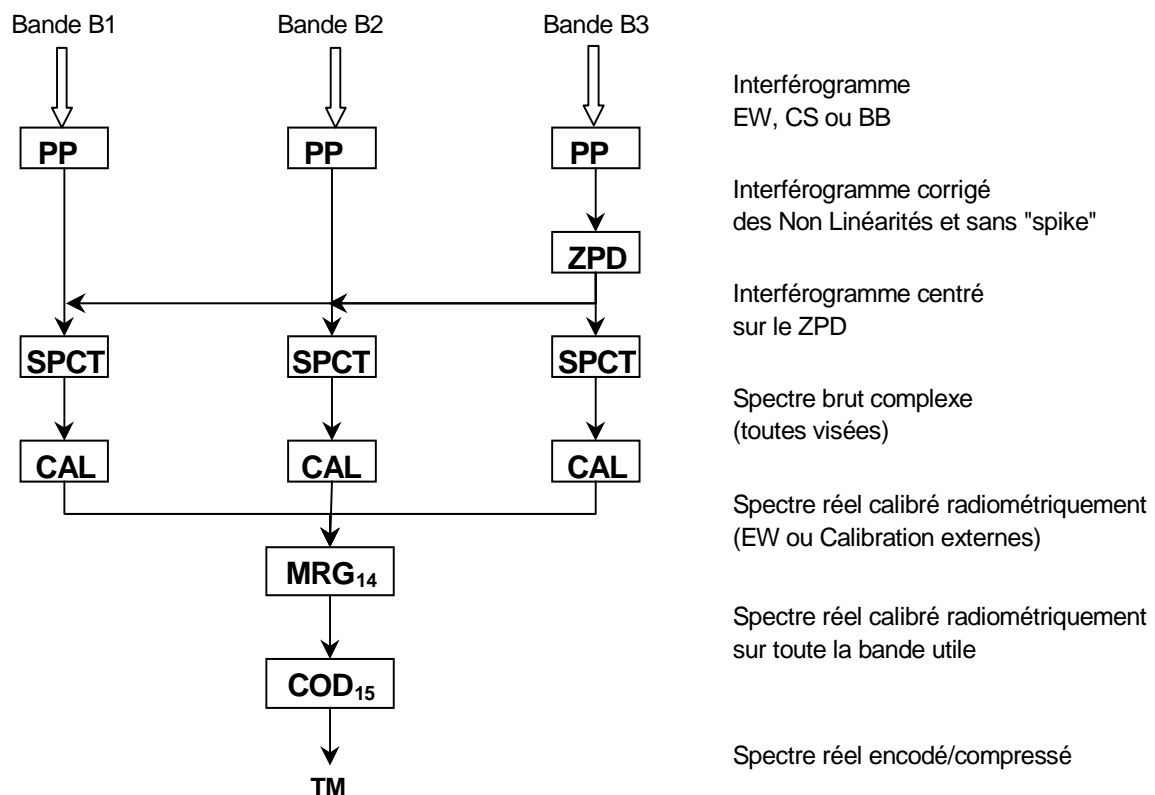


Figure 4.1 – Architecture générale de l'algorithmie bord

Le schéma général est un traitement parallèle et identique des trois bandes B1, B2 et B3 jusqu'à la calibration radiométrique. Le découpage en blocs jusqu'à ce niveau suit la description logique des principes de

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 63 of : 502
---	---	--	---

fonctionnement de l'instrument IASI décrit dans les sections 3.2 et 3.3. La seule nouveauté est l'introduction d'un bloc prétraitement⁶¹ PP (pour « Pré Processing »). Le rôle des différents blocs est le suivant :

- **PP** : fournit des interférogrammes « propres » c'est à dire corrigés des non linéarités connues de l'instrument et identifie les interférogrammes perturbés par des mesures aberrantes (*spikes*).
- **ZPD** : détermine le numéro de l'échantillon central des interférogrammes
- **SPCT** : détermine le spectre brut complexe par un calcul de FFT (Fast Fourier Transform)
- **CAL** : met à jour les coefficients de calibration radiométrique et les applique au spectre brut pour fournir un spectre réel calibré.

Les trois spectres réels obtenus après la calibration radiométrique couvrent dans leur ensemble la bande utile (645 à 2760 cm⁻¹). Ces trois spectres sont ensuite combinés par l'algorithme MRG puis encodés pour être transmis au sol sous forme compressée par l'algorithme COD.

La seule différence de traitement entre les trois bandes provient de la détermination du NZPD qui est effectuée sur les données d'une seule bande. On utilise nominaleme nt B3. En effet la sensibilité obtenue sur cette détermination est meilleure pour les nombres d'ondes élevés comme le montre la formule (10).

En mode calibration externe, les traitements bord sont identiques au mode normal. Les traitements décrits pour les visées terre (EW dans les fiches de description d'algorithme) s'appliquent donc aussi à toutes les données qui peuvent être sélectionnées dans ce mode⁶².

4.2 RELATION AVEC LES ALGORITHMES SOL

La plupart des algorithmes bord utilisent des tables de données qui sont initialisées avant le vol et éventuellement réactualisées ensuite. Les algorithmes décrivant l'initialisation de ces tables sont représentés en pointillés sur la figure 4.2 ci-dessous.

⁶¹ Dans la documentation IASI, la détermination du NZPD est généralement incluse dans les prétraitements. On l'a ici extrait pour mettre en valeur son importance dans l'algorithmie d'une part et d'autre part pour faire apparaître explicitement que ce traitement est appliqué sur les données d'une bande spectrale uniquement.

⁶² visées terre, mais aussi espace froid 1 et 2, corps noir chaud et face arrière du miroir de scan

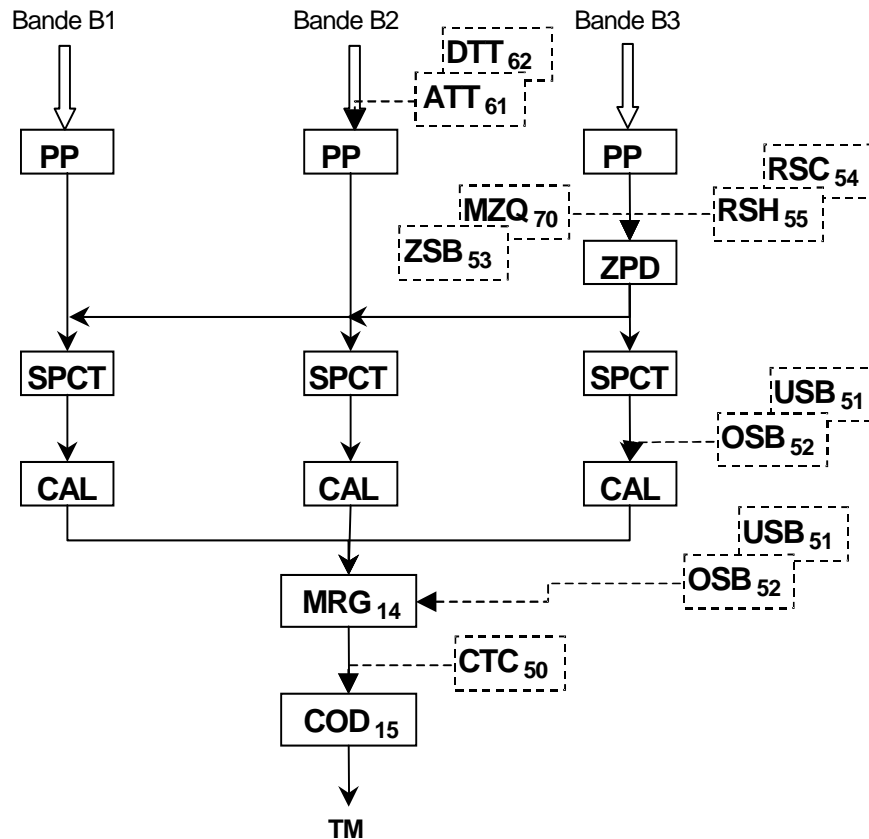


Figure 4.2 – Relations algorithmie bord / algorithmie sol

La suite de ce chapitre est maintenant consacrée à la description détaillée du principe de fonctionnement des différents blocs.

4.3 PRETRAITEMENTS

Le bloc prétraitement est constitué simplement de l'enchaînement de deux algorithmes

NLC₂ : corrige les interférogrammes des non linéarités connues de la chaîne de détection et ramène les valeurs échantillonnées dans une dynamique 16 bits.

SPK₃ : identifie les interférogrammes qui sont affectés par des mesures aberrantes. Celles-ci peuvent être dues par exemple à l'interaction d'un ion lourd avec les équipements de la chaîne de détection.

4.3.1 ALGORITHME NLC₂ « CORRECTION DES NON LINEARITES »

L'algorithme NLC ayant été particulièrement optimisé par l'industriel, la fiche correspondante est assez difficile à lire. On trouvera dans les sections 4.3.1.2 et 4.3.1.3 les clés permettant d'appréhender un peu plus facilement le fonctionnement de cet algorithme. La section 4.3.1.1 ci-dessous décrit le modèle de la chaîne de détection sur lequel repose le fonctionnement de l'algorithme.

4.3.1.1 MODELE DE LA CHAÎNE DE DETECTION

Le fonctionnement de l'algorithme NLC repose sur le modèle fonctionnel de la chaîne de détection qui est décrit par la figure 4.3.

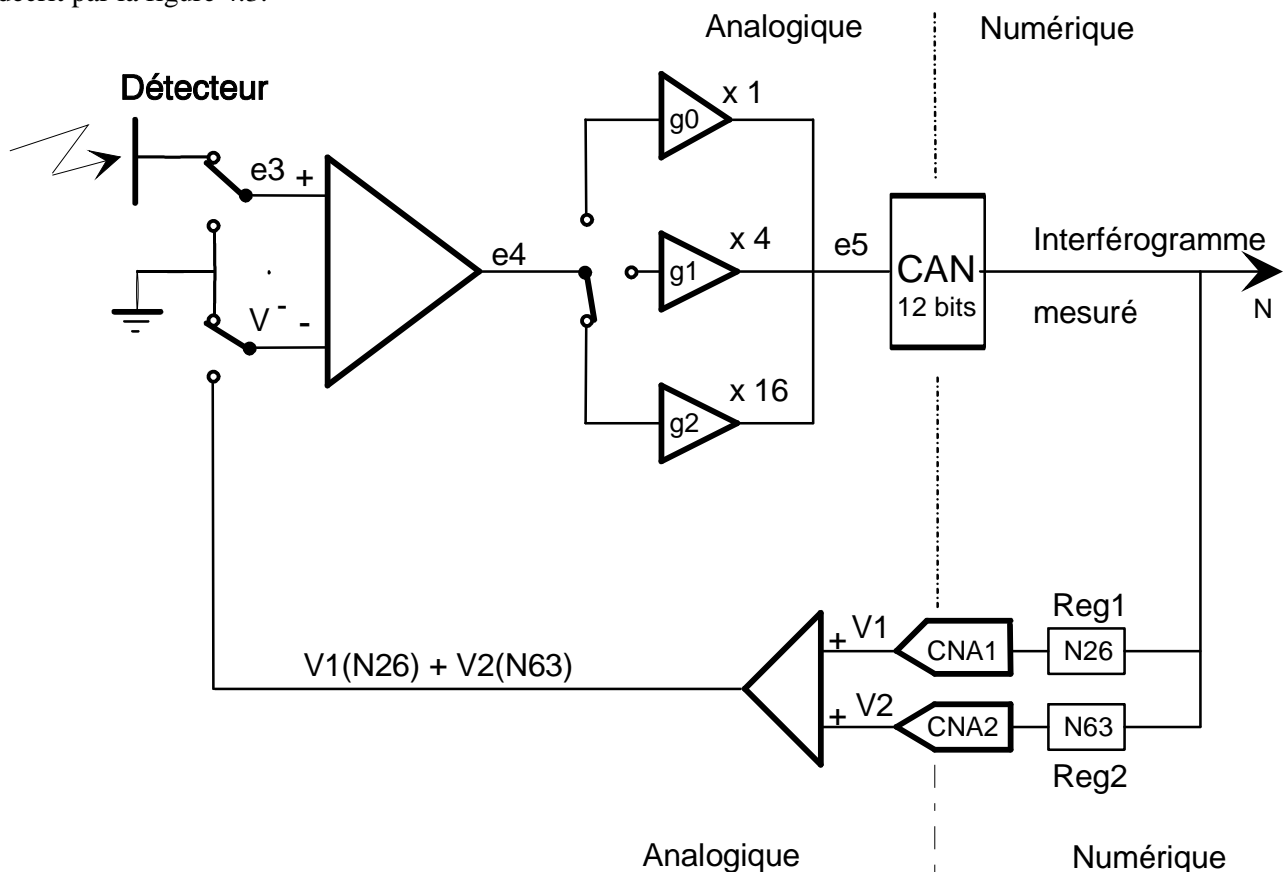


Figure 4.3 – Modèle fonctionnel de la chaîne de détection pour NLC₂

Le signal analogique en sortie du détecteur est ramené à une valeur moyenne proche de zéro par soustraction d'une valeur correspondant à la ligne de base. Une estimation grossière de cette ligne de base est déterminée comme la valeur d'un des premiers points de l'interférogramme (échantillon 26), ensuite une correction fine de cette ligne de base est effectuée sur l'échantillon 63. Sans rentrer ici dans le détail du mécanisme déterminant cette valeur, il faut savoir qu'il faut un certain temps (correspondant à environ 100 échantillons) pour que cette valeur soit stabilisée et que l'interférogramme numérisé soit utilisable.

Le signal est ensuite envoyé sur une des trois voies d'amplification selon son amplitude (ce qui correspond à une multiplication par 1, 4 ou 16). Puis il est numérisé sur 12 bits. La résolution avec laquelle le signal est numérisé dépend donc de la voie d'amplification utilisée.

- voie 0 (gain 1) : résolution équivalente 12 bits
- voie 1 (gain 4) : résolution équivalente 14 bits
- voie 2 (gain 16) : résolution équivalente 16 bits.

La très grande majorité des valeurs de l'interférogramme étant de faible niveau (donc passant par la voie 2) on obtient finalement une performance proche de celle qui serait obtenue avec un numériseur 16 bits.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 66 of : 502
---	---	--	---

L'interférogramme brut transmis par la chaîne d'acquisition au traitement bord est constitué de la succession des couples « voie d'amplification / donnée sur 12 bits » correspondant à chaque valeur échantillonnée. La valeur sur 12 bits de la ligne de base est aussi transmise, cette valeur correspond toujours à la voie d'amplification 0 (gain 1).

4.3.1.2 CORRECTIONS DE NON LINEARITE

La non linéarité de la chaîne de détection est décomposée en 3 parties :

- Non linéarité basse fréquence en amont du numériseur
- Non linéarité haute fréquence du numériseur
- Non linéarité basse fréquence du numériseur

On se reporte à la figure 4.3 pour les notations.

On appelle correction de non linéarité du numériseur la fonction qui permet de passer des comptes numériques mesurés par le MAS à la tension en entrée du numériseur (notée e_3 sur la figure). Pour simplifier, on « oublie » dans cette description les offsets.

$$e_3 = nl_{num}(p, MV, N)$$

où

- p est le numéro de la voie d'amplification,
- MV la valeur de la ligne de base,
- N le compte numérique (12 bits) mesuré par la chaîne d'acquisition.

Cette correction est décomposée en 2 parties (haute fréquence et basse fréquence). La partie HF ne dépend que du CAN. On obtient donc

$$e_3 = f_{BF}(p, MV, N + f_{HF}(N))$$

On appelle correction de non linéarité analogique amont la fonction qui permet de passer de la tension e_3 au flux Φ sur le détecteur.

$$\Phi = f_{amont}(e_3)$$

Les non linéarité basse fréquence (fonctions f_{BF} et f_{amont}) sont modélisées par des fonctions linéaires par morceau définies par 128 segments de droites. Il faut noter qu'il y a 3 tables de non linéarité amont (une par voie d'amplification) qui combinent les effets de l'électronique en amont l'amplificateur différentiel et du détecteur.

L'algorithme de correction de non linéarité consiste à soustraire les effets de non linéarité connus dans l'ordre inverse de leur introduction par les équipements de la chaîne de détection.

L'algorithme NLC contribue pour une part importante au budget CPU du DPS. Des optimisations ont donc été nécessaires.

4.3.1.3 OPTIMISATIONS

Optimisation 1

Le nombre de point d'un interférogramme (51200 + les marges) étant largement plus important que le nombre possible de codes (3*4096 valeurs), il devient intéressant de précalculer $\Phi(p, N)$ pour toutes les possibilités de

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 67 of : 502
---	---	--	---

codes qui sont possibles en sortie du numériseur. C'est ce qui est fait dans la deuxième page de pseudo-code. Ensuite l'évaluation de la fonction se fait par une simple consultation de table (table R3).

Optimisation 2

Les fonctions de correction f_{BF} , et f_{amont} sont implémentées dans l'algorithme NLC₂ comme des fonctions linéaires par morceau (128 segments de droite). Pour calculer la valeur de ces fonctions en un point, il est nécessaire d'abord de déterminer le segment dans lequel ce point tombe. Cette détermination nécessite une division⁶³ même dans le cas simple d'une subdivision régulière de l'intervalle de définition.

Pour éviter cette division la fonction nl_{num} est mise à l'échelle pour prendre ses valeurs entre 0 et 128. De cette façon, on connaît par une simple troncature le numéro de segment dans la table qui définit f_{amont} (c'est le calcul $m = \text{Partie Entière}(R2)$).

Optimisation 3

Pour minimiser les transferts entre le bord et le sol, la table définissant $f_{HF}(N)$ est codée en entier sur un faible nombre de bits (avec une résolution de 1/16 de comptes compatible avec le résidu de correction à apporter en sus de la correction BF).

4.3.2 ALGORITHME SPK₃ « DETERMINATION DES SPIKES »

Le fonctionnement de l'algorithme de détection des spikes [DR17] repose sur le fait que

- le signal de IASI est fortement suréchantillonné (voir la section 3.3) par rapport au critère de Nyquist,
- un spike crée une perturbation à haute fréquence puisqu'il ne perturbe qu'un seul échantillon de l'interférogramme.⁶⁴

Le point 1 précédent entraîne qu'il existe une bande entre la plus haute fréquence du signal utile et la fréquence de coupure du filtre anti-repliement, bande dans laquelle on ne devrait trouver aucune énergie.

L'algorithme de détection des spikes applique un filtre passe-haut sur l'interférogramme qui élimine le signal utile et teste l'amplitude (l'énergie) du signal résiduel. Si cette énergie dépasse un certain seuil défini par le sol, celle-ci est attribuée à un « spike ». Un drapeau est alors levé et transmis aux algorithmes qui travaillent en aval (bord ou sol) afin de prévenir l'utilisation de données aberrantes.

L'analyse présentée dans [DR17] indique qu'un filtre linéaire de poids 5 est suffisant pour détecter les spikes affectant la plus grande partie des échantillons de l'interférogramme, sans introduire de fausses détections. Pour les échantillons les plus proches de la frange centrale, en revanche, le filtre de poids 5 générera des détections erronées. Il est nécessaire d'utiliser un filtre plus raide comportant 13 poids pour améliorer la discrimination.

4.4 DETERMINATION DU NZPD

Les algorithmes ZPD₄, IRS₅ et FRS₆ permettent de sélectionner un échantillon central de numéro NZPD dont la position relative par rapport au point de différence de marche nulle (ZPD réel) soit la même pour tous les

⁶³ ou une multiplication

⁶⁴ Cependant il faut être conscient que le filtre anti-repliement a pour effet d'étaler un spike éventuel sur quelques échantillons consécutifs

interférogrammes d'un même pixel (pour toutes les visées). Cette condition est nécessaire pour que la calibration radiométrique des spectres fonctionne (cf. §3.3.2).

Le principe de la détermination du NZPD a été exposé dans la section 3.3.3, il ne sera pas rappelé ici. On discute en revanche de façon plus détaillée les aspect initialisation et surveillance du fonctionnement de ce groupe d'algorithmes.

Ces algorithmes travaillent sur les spectres d'une seule bande qui est nominalement la bande B3. La figure 4.4 montre l'enchaînement de ces algorithmes. Pour la clarté on a séparé le traitement des trois types d'interférogrammes :

- référence espace froid
- référence corps noir chaud
- visée d'observation (nominalement une visée terre mais on rappelle qu'en mode calibration externe cet interférogramme peut être celui d'une visée espace froid, d'une visée corps noir ou d'une visée sur la face arrière du miroir)

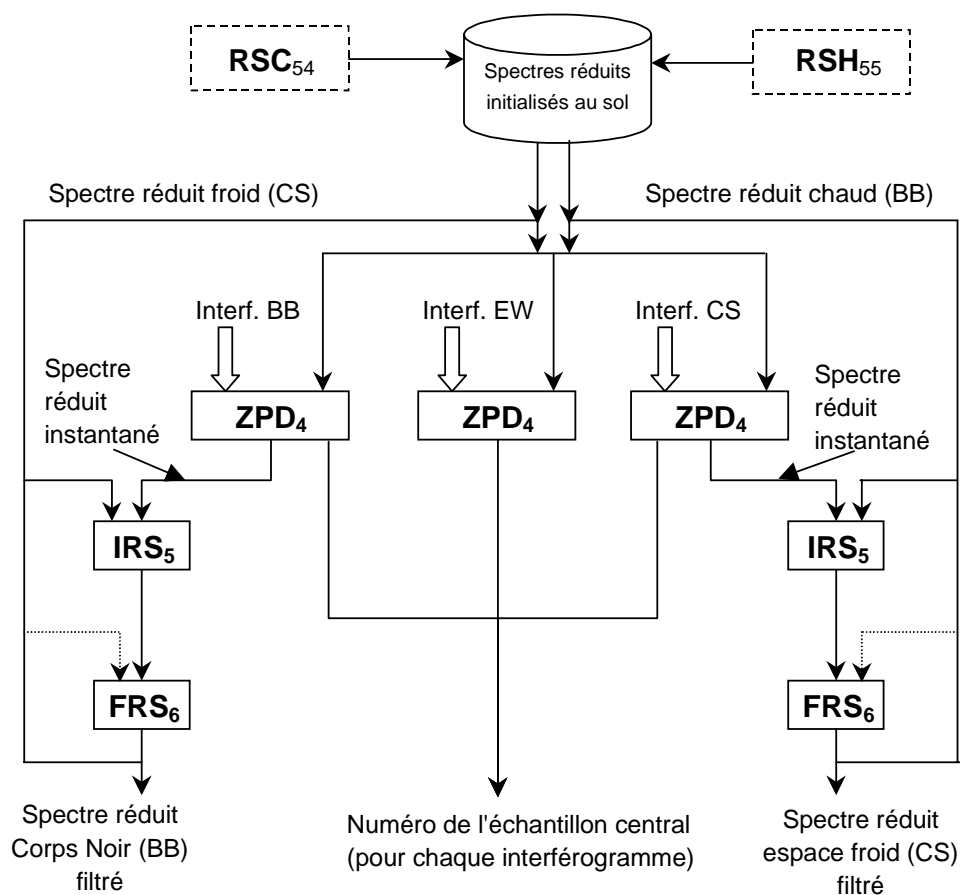


Figure 4.4 – Détermination du NZPD

Pour tous les types de visées, l'algorithme **ZPD₄** commence par déterminer le spectre réduit de l'interférogramme en cours de traitement. Ceci est réalisé pour différentes valeurs possibles du NZPD. La

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 69 of : 502
---	---	--	---

valeur du NZPD transmise aux algorithmes en aval est celle qui minimise la distance à la droite de calibration⁶⁵ définie selon la méthode décrite à la fin du § 3.3.1.⁶⁶

Les spectres réduits calculés pour cette valeur du NZPD et correspondant aux visées de calibration Espace Froid ou Corps Noir Chaud sont appelés spectres réduits instantanés.

Ces spectres réduits instantanés des visées de calibration sont affectés par le bruit des mesures élémentaires. Un filtre linéaire du premier ordre⁶⁷ qui est décrit par l'algorithme FRS₆ est appliqué sur chaque valeur échantillonnée pour obtenir les spectres réduits filtrés.

Ce sont ces spectres réduits filtrés qui sont utilisés par l'algorithme ZPD₄ pour définir la droite de calibration.

Le lecteur attentif aura noté de lui-même qu'on semble se trouver en présence d'un « cercle vicieux » : pour pouvoir obtenir des spectres réduits, il faut être capable de déterminer les NZPD qui eux-même ne peuvent être calculés que si on dispose déjà des spectres réduits. Pour démarrer le processus, les spectres réduits initiaux ont été calculés au sol au moyen des algorithmes RSC₅₄ et RSH₅₅.

Afin de prévenir une corruption de la droite de calibration qui est définie implicitement par ces deux spectres réduits un test de vraisemblance est réalisé par l'algorithme IRS₅. Ce test vérifie tout simplement que la valeur instantanée n'est pas trop éloignée de la valeur filtrée. En cas d'échec, la mise à jour des spectres réduits n'est pas effectuée⁶⁸. Lorsqu'un des 2 spectres réduits ne peut pas être mis à jour, le deuxième n'est pas, lui non plus remis à jour.

Dans le cas où le test échoue sur plusieurs lignes successives (nombre d'échecs modifiable), les spectres réduits filtrés sont réinitialisés avec leur valeur initiale qui a été déterminée par le sol.

4.5 CALCUL DES SPECTRES BRUTS

Le calcul des spectres bruts est simplement constitué de l'enchaînement de 2 algorithmes. Le premier ISI₇ extrait simplement le nombre d'échantillons nécessaires de l'interférogramme qui sont centrés autour du NZPD. Le numéro d'échantillon NZPD a été déterminé par les algorithmes décrits en 4.3.

L'algorithme FFT₈ qui réalise le calcul des quantités définies par la formule (9c) selon une méthode classique (algorithme de Cooley-Tuckey à radix multiples) qui n'est pas spécifiée ici dans le détail. L'ordre des données d'entrée et de sortie de l'algorithme est en revanche spécifié : c'est l'ordre naturel. *Il est en effet nécessaire de garantir la cohérence des tables téléchargées (par exemple les tables utilisées pour la combinaison des bandes) avec l'ordre du spectre*

⁶⁵ qui est définie implicitement par la donnée des spectres réduits froids et chauds

⁶⁶ Pour chaque interférogramme, l'algorithme ZPD₄ détermine le NZPD qui est le numéro de l'échantillon le plus proche du ZPD optique. L'algorithme commence à rechercher le maximum de l'interférogramme entre les échantillons IMzqNsfirstCF et IMzqNsLastCF. Ensuite le NZPD est recherché autour de ce maximum dans une zone de largeur 2*IDefZpdNstepSrdFT.

⁶⁷ dont la constante de temps vaut typiquement 80 secondes

⁶⁸ Note : on décrit ici ce mécanisme pour la compréhension globale. Cependant il ne faut pas le rechercher dans les fiches descriptives de ce document mais dans la spécification des algorithmes bord [DR2]. Le nombre d'occurrences de ces échecs de mise à jour est transmis au sol

4.6 CALIBRATION RADIOMETRIQUE DES SPECTRES

La calibration radiométrique des spectres bruts est réalisée par les cinq algorithmes CRC_{10} , RCI_{11} , FRC_{12} , PLK_9 et ARC_{13} dont l'enchaînement est décrit par la figure 4.5 ci-dessous.

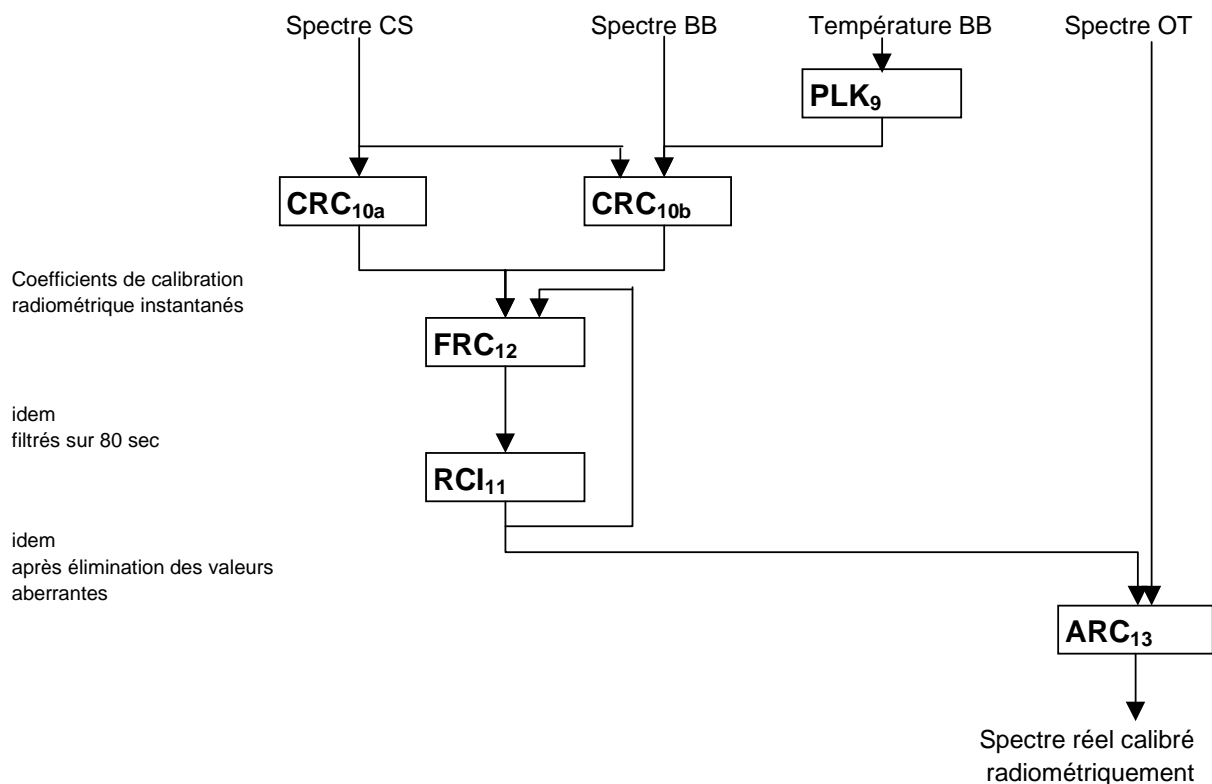


Figure 4.5 – Bloc calibration radiométrique des spectres

Le principe de la calibration radiométrique a été déjà largement présenté dans la section 3.3.2 on ne le rappelle pas ici. Cette section aborde en revanche les aspects initialisation et surveillance associés à ce groupe d'algorithmes. Une description plus complète concernant ces aspects se trouve dans le document [DR2].

Les coefficients de la droite de calibration⁶⁹ sont calculés par l'algorithme CRC_{10} au moyen de la formule (11) de la section 3.3.2 à partir des spectres bruts produits par l'algorithme FFT_8 et de la valeur du spectre du corps noir chaud calculé par PLK_9 ⁷⁰. Ce sont les *coefficients de calibration instantanés*.

Bien entendu, ces coefficients ne sont pas calculés pour tous les nombres d'ondes des spectres brut, mais seulement pour les échantillons qui tombent dans la bande utile⁷¹. Cette sélection est faite, non seulement

⁶⁹ coefficients $A(\nu)$ et $B(\nu)$ dans la formule (11)

⁷⁰ la température du corps noir T_{BB} utilisée dans cette formule est envoyée au sol dans la télémessure scientifique (measurement data).

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 71 of : 502
---	---	--	---

pour réduire le temps nécessaire pour tous les calcul qui sont effectués en aval, mais aussi et surtout pour éviter tout risque de division par 0 dans la formule (11). On pourrait avoir ce problème si par le plus grand des hasards on avait $S_{BB}(\nu) = S_{CS}(\nu)$. Cette situation pourrait éventuellement se produire (avec une probabilité sans doute très faible il faut le reconnaître) pour des nombres d'ondes en dehors de la bande en cours de traitement. Dans ce cas en effet, les deux spectres ne sont différents qu'à cause ou grâce au bruit radiométrique.

Les variables décrivant les bandes utilisées par tous les algorithmes de cette section ainsi que par l'algorithme MRG_{14} décrit dans la section suivante sont détaillées dans la section 4.9. Elles sont initialisées par l'algorithme OSB_{52} afin d'éviter de rencontrer en vol le problème évoqué ci-dessus.

Ces coefficients de calibration instantanés sont affectés par le bruit des mesures élémentaires. Afin d'en réduire l'influence, un filtre linéaire du premier ordre⁷² qui est décrit par l'algorithme FRC_{12} est appliqué sur les coefficients instantanés pour obtenir les *coefficients de calibration filtrés*.

Ce sont ces coefficients filtrés qui sont utilisés par l'algorithme ARC_{13} pour calculer la valeur du spectre réel calibré au moyen de la formule (11). Cet algorithme détermine de plus le résidu imaginaire qui permet de juger de la qualité de la calibration. Une valeur moyenne synthétique sur toute la bande utile de IASI ainsi que des valeurs plus détaillées par plage spectrale de 100 cm^{-1} environ sont transmises au sol.

Afin de prévenir une corruption de la droite de calibration un test de vraisemblance des coefficients de calibration instantanés est réalisé par l'algorithme RCI_{11} . Ce test vérifie tout simplement que le coefficient de calibration instantané ne s'éloigne pas trop de la valeur filtrée. Dans le cas où le test échoue, un indicateur d'erreur est levé et la mise à jour des coefficients filtrés n'est pas effectuée⁷³.

Dans le cas où le test échoue sur plusieurs lignes successives (nombre d'échecs modifiable), les coefficients de calibration filtrés sont réinitialisés avec la valeur instantanée. On considère en effet dans ce cas que l'échec de la mise à jour est due à un seuil de détection trop serré par rapport à la vitesse de dérive des coefficients de calibration.

De façon à réduire la durée de convergence du filtre, les coefficients filtrés sont initialisés à la valeur instantanée lors du démarrage du DPS⁷⁴.

⁷¹ Rappel : pour chaque pixel, il y a 3 spectres bruts calculés à bord (1 pour B1, 1 pour B2, 1 pour B3). Chacun de ces spectres est calculé en $N=51200$ points ν_n .

⁷² dont la constante de temps vaut typiquement 80 secondes, comme celle utilisée dans l'algorithme FRS.

⁷³ Note : on décrit ici ce mécanisme pour la compréhension globale. Cependant il ne faut pas le rechercher dans les fiches descriptives de ce document mais dans la spécification des algorithmes bord [DR2]. Le nombre d'occurrences de ces échecs de mise à jour est transmis au sol

⁷⁴ Une lecture rapide de [DR2] pourrait laisser penser que ces coefficients prennent initialement une valeur nulle. Ce n'est pas le cas car on rentre dans la logique de « non update » des coefficients à la première ligne qui suit l'initialisation du DPS (voir [DR2] pour plus de détails).

4.7 ALGORITHME MRG₁₄ « COMBINAISON DES BANDES »

La calibration radiométrique fournit trois spectres réels correspondant à chacune des bandes B1, B2 et B3 de l'instrument. L'objectif de MRG est de rassembler ces trois spectres élémentaires en un seul qui couvre toute la bande utile de IASI.

La qualité de mesure diminue en bordure de bande car le bruit de mesure augmente à cause de la diminution de transmission des optiques et de sensibilité des détecteurs ainsi qu'on l'a vu dans la section 3.4 . La figure 4.6 ci-dessous montre l'évolution du bruit de mesure de l'instrument IASI en fonction du nombre d'ondes (valeurs typiques).

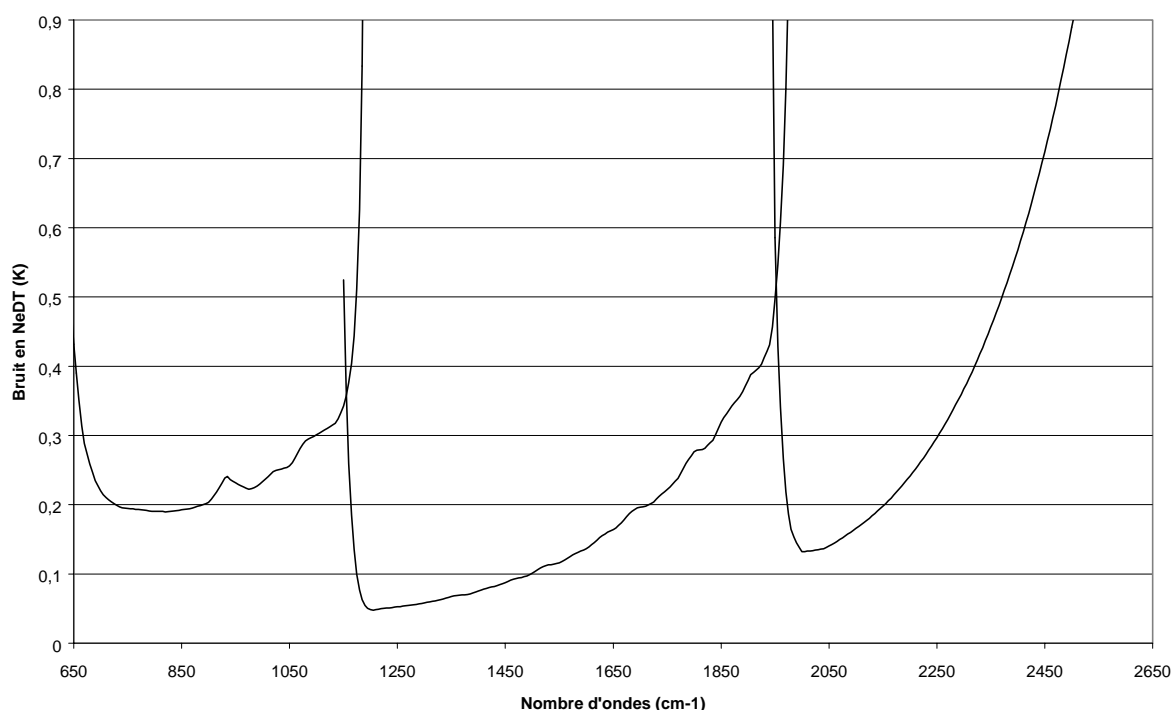


Figure 4.6 – Bruit de mesure typique de l'instrument IASI

Cette détérioration est minimisée en profitant du fait qu'il existe un certain recouvrement naturel entre les bandes B1/B2 et B2/B3. Dans les zones où on dispose de deux mesures de spectre S_i et S_j on les combine selon la formule

$$\bar{S}(\nu) = w_{ij}(\nu)S_i(\nu) + (1 - w_{ij}(\nu))S_j(\nu)$$

Une fonction de poids optimale $w_{ij}(\nu)$ est déterminée par l'algorithme d'initialisation OSB₅₂. Cette fonction affecte un poids variant entre 0 et 1 à chacune des 2 mesures disponibles en fonction du bruit radiométrique de celles-ci. Le poids le plus important est bien sûr accordé à la mesure la moins bruitée

La figure 4.7 ci-dessous illustre cette réduction de bruit à partir d'un exemple artificiel

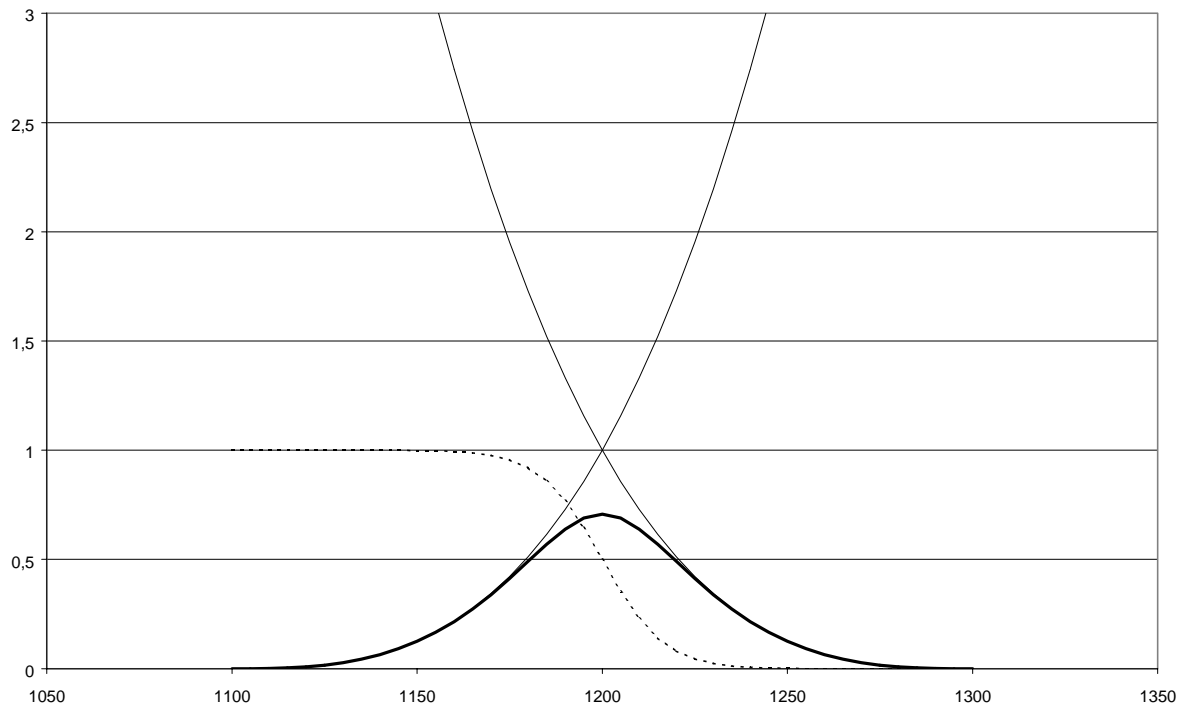


Figure 4.7 – Réduction du bruit grâce à la combinaison des bandes

En trait fin le bruit de chaque mesure élémentaire est représenté. En trait gras on a le bruit sur la mesure synthétique recombinaée. La fonction de pondération est indiquée en traits pointillés. Cette figure montre aussi l'amélioration du bruit radiométrique du spectre apportée par cette combinaison de bandes (gain maximum d'un facteur $\sqrt{2}$).

Les limites des zones de recouvrement B1/B2 et B2/B3 sont calculées par l'algorithme OSB_{52} qui cherche à obtenir les bandes de recouvrement les plus larges possible pour être sûr de profiter au mieux de la réduction de bruit tout en s'assurant que l'algorithme de calibration radiométrique continue à être applicable sur l'ensemble des bandes B1, B2 et B3 ainsi définies.

Note : Dans les zones de recouvrement B1/B2 et B2/B3 les spectres originaux issus de la calibration radiométrique⁷⁵ sont retransmis au sol dans les données de vérification uniquement (donc pour un spectre sur les 120 qui sont acquis dans chaque période de 8 secondes).

4.8 ALGORITHME COD_{15} « CODAGE DES SPECTRES »

Les valeurs échantillonnées du spectre $S(v_n)$ sont disponibles sous forme de nombres réels de 32 bits. Le codage réalisé par l'algorithme COD_{15} consiste à transformer chacun de ces nombres réels en un entier codé sur un nombre de bits beaucoup plus faible afin de réduire le volume de données à transmettre.

⁷⁵ c'est-à-dire avant la combinaison des bandes

La transformation réel vers entier est réalisée par une loi linéaire. Cette loi est définie à partir des valeurs minimum $S_{\min}(\nu_n)$ attendues et un pas de codage $S_q(\nu_n)$ qui est une fraction (typiquement 0.5) du bruit radiométrique estimé pour ce nombre d'onde. Le nombre de bits nécessaires pour le codage de $S(\nu_n)$ dépend alors des valeurs maximum $S_{\max}(\nu_n)$ attendues.

L'algorithme CTC₅₀ construit les tables de codage nécessaire à COD₁₅ à partir de ces valeurs. Afin de réduire la taille des tables de codage tout en préservant le taux de compression permis par cette technique les lois de codage sont constantes sur des plages spectrales de 4 cm⁻¹ environ (16 échantillons).

Il est nécessaire de maintenir à bord 4 types de tables de codage qui dépendent de la cible visée :

- Visées atmosphériques (EW)
- Visées espace froid (CS)
- Visées du corps noir chaud (BB)
- Visée de l'arrière du miroir de scan

En effet, des spectres correspondant aux trois derniers types de visées peuvent être transmis au sol en mode calibration externe : la table de codage utilisée dépend du type de visée sélectionnée.

4.9 LIMITES DE BANDES SPECTRALES UTILISEES A BORD

Les algorithmes bord reposent sur la définition de différentes plages spectrales qui sont représentées sur la figure 4.8 ci-dessous.

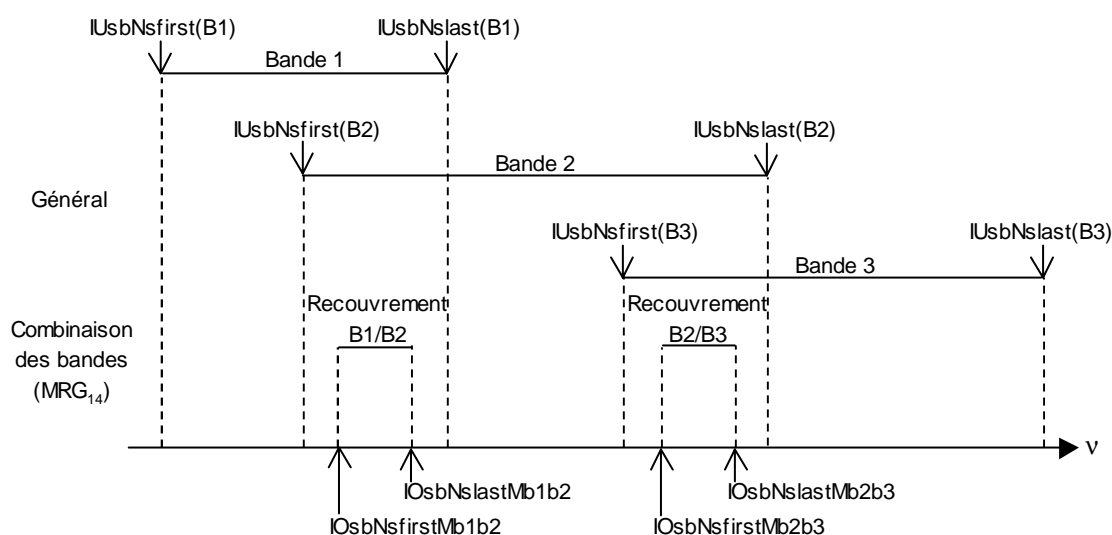


Figure 4.8 – Définition des limites de bandes spectrales utilisées à bord

Les variables de la configuration algorithmique qui contrôlent la définition de ces plages spectrales sont indiquées sur la figure.

Les valeurs affectées à ces variables sont des entiers qui sont reliés aux nombres d'ondes par la relation

$$\nu = n\Delta\nu$$

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 75 of : 502
---	---	--	---

où $\Delta\nu = 0,254 \text{ cm}^{-1}$ est l'échantillonnage⁷⁶ nominal des spectres IASI de niveau 1A.

Le logiciel bord impose des contraintes sur la définition de ces paramètres. Celles-ci sont détaillées dans la section 6.3 qui détaille l'initialisation de ces variables.

⁷⁶ Cette valeur est imposée par la longueur d'onde du laser de référence et le nombre de points de la FFT (51200)

5 ALGORITHMES IASI DU SEGMENT SOL EPS

5.1 ARCHITECTURE GENERALE DU TRAITEMENT SOL

La figure 5.1 ci-dessous décrit l'architecture générale de l'algorithmie implémentée dans le Logiciel Opérationnel IASI.

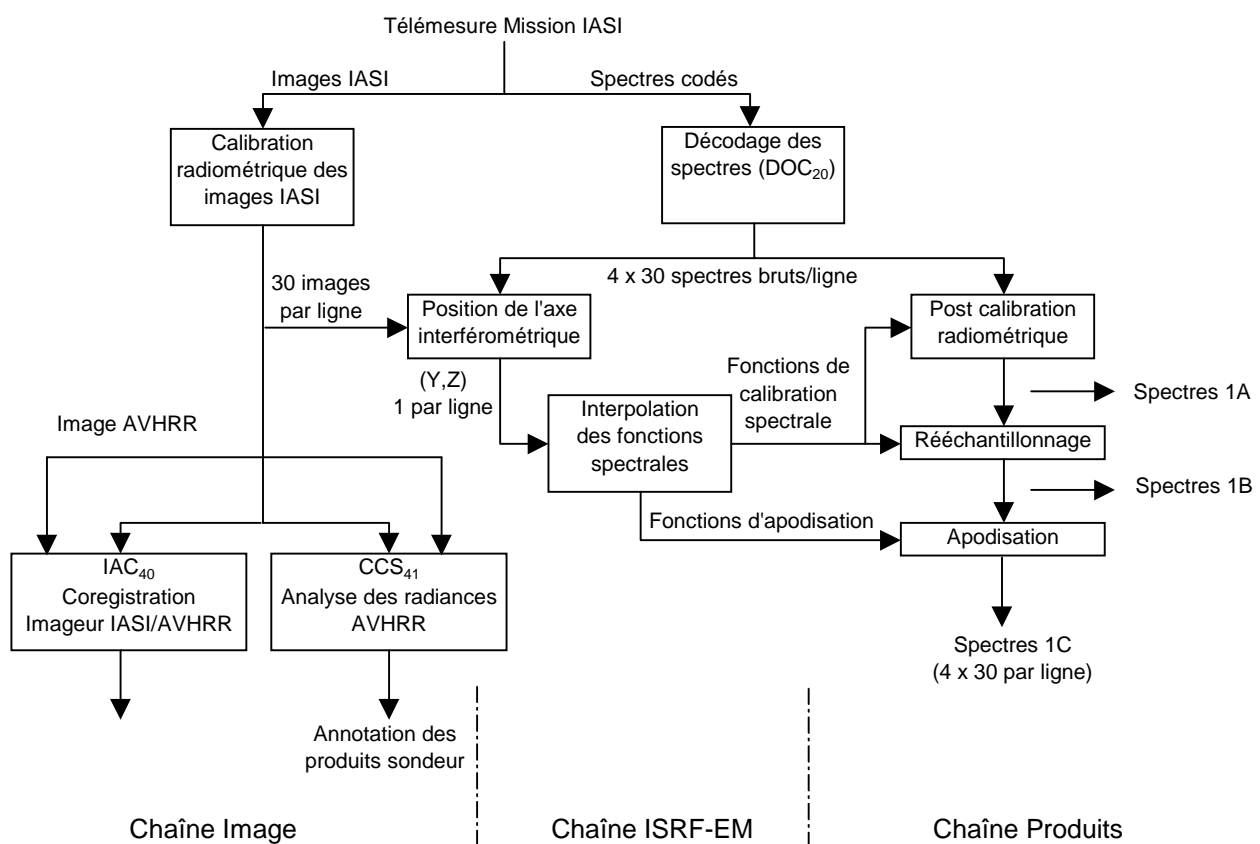


Figure 5.1 - Architecture générale du traitement sol (EPS)

Le fonctionnement de cette algorithmie peut être décrit de manière synthétique. On commence par le traitement des données sondeur par la chaîne "Produits".

Les spectres (120 par ligne de 8 secondes) sont tout d'abord décodés, c'est-à-dire ramenés en valeurs physiques. L'algorithme DOC_{20} réalise la fonction inverse de l'algorithme COD_{15} implanté à bord (aux effets de troncature près).

Les spectres pré-calibrés font alors l'objet d'un traitement de post calibration qui a pour objet de compenser quelques erreurs commises par la calibration radiométrique effectuée par les algorithmes bord. La première étape de cette post calibration consiste en particulier à tenir compte du décalage spectral introduit par le fait que les pixels IASI ne sont pas centrés (voir § 3.5). Ce décalage spectral qui n'est pas connu à bord est fourni par les fonctions de calibration spectrale. Ces fonctions sont réactualisées une fois par ligne par les

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 77 of : 502
---	---	--	---

algorithmes de la chaîne ISRF-EM (détermination de l'axe interférométrique et interpolation des fonctions spectrales).

Les fonctions de calibration spectrale sont aussi utilisées pour calculer les spectres 1B qui sont rééchantillonnés avec une résolution fixe de 0.25 cm^{-1} . Les fonctions d'apodisation (voir § 3.6) sont finalement appliquées aux spectres 1B rééchantillonnés pour fournir les spectres 1C.

Les fonctions de calibration spectrale, comme les fonctions d'apodisation, dépendent essentiellement de la position de l'axe interférométrique⁷⁷. A chaque visée une position de l'axe instantané peut être déterminée à partir des quatre ⁷⁸ spectres disponibles. Cette valeur n'est pas suffisamment précise lorsque le spectre atmosphérique varie fortement dans le champ de vue de l'instrument. Le calcul de la position filtrée sur le long terme (1 toutes les 8 secondes) ignore donc ces déterminations imprécises. Celles-ci sont détectées à partir de la variabilité de l'image acquise au même instant que les spectres.

La calibration radiométrique des images est réalisée classiquement à partir d'une image espace froid et d'une image corps noir chaud selon les mêmes principes que la calibration radiométrique du sondeur (voir § 3.3.2).

Le positionnement au sol des mesures de IASI est réalisé par rapport aux images AVHRR, instrument qui possède une excellente qualité image géométrique.

La classification des pixels AVHRR est réalisée selon un algorithme classique de nuées dynamiques. Le but de cette classification est d'annoter les produits du sondeur IASI avec des informations permettant de connaître les conditions nuageuses au moment du sondage (voir [DA2]).

5.2 RELATION AVEC LES ALGORITHMES D'INITIALISATION

La figure 5.2 ci-dessous illustre les relations existant entre les algorithmes de la chaîne de traitement sol et les algorithmes d'initialisation qui seront décrits dans le chapitre 6 (représentés en pointillés).

⁷⁷ Les autres paramètres dont dépendent ces fonctions sont supposés varier beaucoup plus lentement que la position de l'axe interférométrique.

⁷⁸ Soit seulement 3 en cas de panne d'un des 4 pixels.

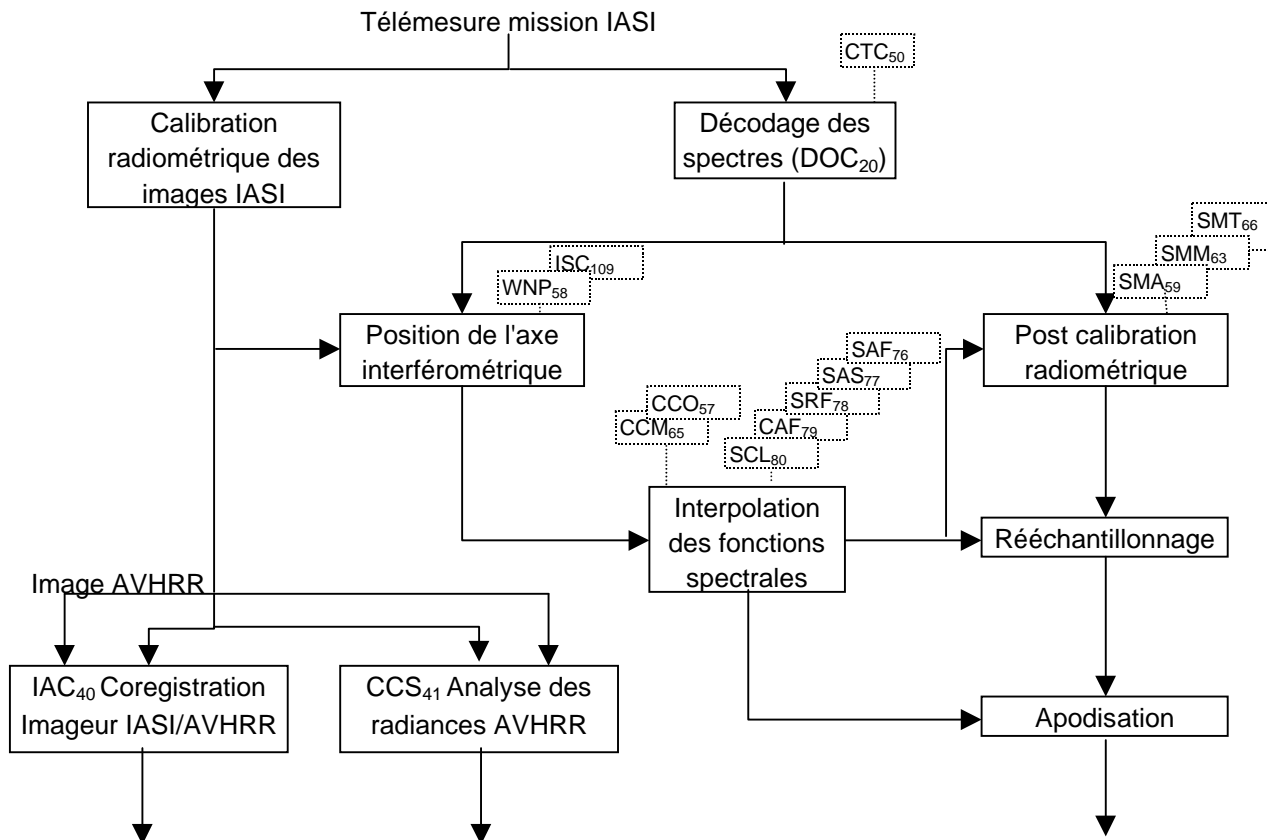


Figure 5.2 - Relation algorithmes traitement sol/initialisation

La suite de ce chapitre est maintenant consacrée à la description détaillée des différents blocs de la figure 5.1. Bien que cela ne respecte pas la séquence de traitement, on commencera par la description de la calibration des images et du rééchantillonnage des spectres 1B parce que cela facilite la logique de présentation.

5.3 CALIBRATION RADIOMETRIQUE DES IMAGES

L'objectif de la calibration radiométrique est d'obtenir pour chaque pixel la valeur de la luminance mesurée. Le principe de cette calibration est similaire à celle qui est effectuée sur les données du sondeur. A chaque ligne image on dispose d'une image espace froid (SN=36) et d'une image du corps noir chaud (SN=33). On suppose que la réponse de l'imageur est linéaire en énergie et on en déduit pour tout pixel (i, j) une relation

$$L_{ij} = A_{ij}(I_{ij}^m - B_{ij}) \quad (5-1)$$

similaire à l'équation (11) de la section 3.3.2.

Les coefficients de calibration A_{ij} et B_{ij} sont filtrés par un filtre linéaire du premier ordre dont la constante de temps est de 80 secondes (valeur typique). Ils sont calculés par l'algorithme ICC₃₈.

Les différences par rapport au sondeur sont

- que les coefficients de calibration sont évidemment réels.

- qu'il est nécessaire de prendre en compte la fonction de réponse spectrale $R(\nu)$ de l'imageur. Celle-ci n'est pas constante dans la bande de mesure (voir la figure 5.3 ci-dessous).

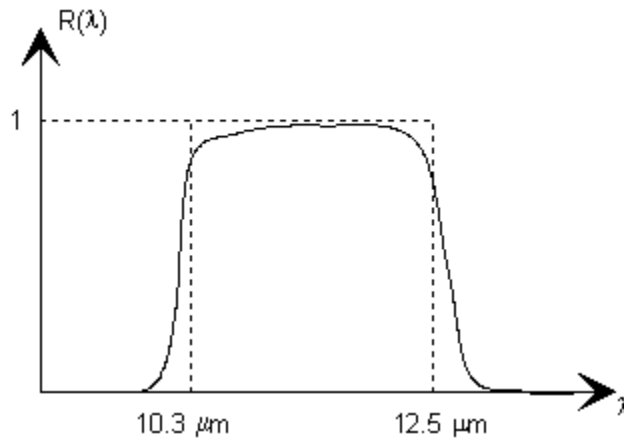


Figure 5.3 - Réponse spectrale de l'imageur (typique)

Le calcul du coefficient de calibration A_{ij} devient donc :

$$A_{ij} = \frac{\int_{\nu_m}^{\nu_n} R(\nu) \text{Planck}(T_{BB}, \nu) d\nu}{L_{ij}^{BB} - L_{ij}^{CS}} \quad (5-2)$$

(L'intégrale étant approximée par une somme dans l'algorithme ICC₃₈).

Note : (1) Les micro bolomètres qui constituent les capteurs de l'imageur IASI présentent par conception un signal d'obscurité très important par rapport au signal utile mesuré. D'autre part, les valeurs de ce signal d'obscurité sont très dispersées d'un pixel à l'autre. Afin d'éviter de consommer une part importante de la dynamique, ce signal d'obscurité (image d'égalisation) est soustrait de chaque image avant qu'elle soit transmise au sol.

Il est donc nécessaire de réinitialiser les coefficients de calibration image chaque fois que l'offset est modifié à bord. Cette opération est peu fréquente. Elle est indiquée par un changement d'état dans la télémessure mission.

(2) Les algorithmes imageur sont encore en cours d'évolution même si les principes présentés ici sont valables (Ex : introduction (AC) de la variation de réflectivité du miroir de balayage avec l'incidence).

5.4 REECHANTILLONNAGE DES SPECTRES

Les spectres 1A obtenus après application des corrections de post calibration radiométrique ont le défaut de ne pas être échantillonnés de façon régulière (en nombre d'ondes). Plus précisément, la valeur S_k^{1A} du tableau résultant de la post calibration radiométrique correspond à la valeur mesurée $S(\nu_k^{1A})$ du spectre en entrée instrument⁷⁹. Ce que l'on cherche en rééchantillonnant le spectre c'est à obtenir les valeurs de S aux points ν_k^{1B} , ces nombres d'ondes étant eux, régulièrement espacés.

⁷⁹ En ignorant volontairement la convolution par les fonctions d'instrument pour ne pas alourdir la rédaction.

$$\nu_k^{1B} = (k-1)\Delta\nu^{1B} \text{ avec } \Delta\nu^{1B} = 0.25 \text{ cm}^{-1}$$

Cette opération ne présente pas de difficulté majeure dès que l'on connaît la relation entre les bases spectrales ν^{1B} et ν^{1A} , relation qui est fournie par les fonctions de calibration spectrale $fcs_i(\nu)$ ⁸⁰.

$$\nu_k^{1A} = fcs_i(\nu_k^{1B})\nu_k^{1B} \quad (5-3)$$

L'algorithme S1B₃₅ de rééchantillonnage du spectre consiste donc à calculer les valeurs $S(\nu_k^{1B})$ d'une fonction dont on connaît les valeurs tabulées aux points $\nu_k^{1B} fcs(\nu_k^{1B})$. Il s'agit d'un simple problème d'interpolation.

Il est cependant nécessaire de prendre certaines précautions pour faire cette interpolation à cause de la variation rapide des spectres dans certaines régions (présences de raies espacées de 1 ou 2 cm⁻¹). On ne peut donc pas employer directement une méthode d'interpolation polynomiale.

Le rééchantillonnage du spectre est réalisé par deux algorithmes

- S0S₂₂ est utilisé en premier lieu pour sur échantillonner fortement (typiquement 5 fois) le spectre. Cet algorithme préserve le contenu fréquentiel du spectre (voir la section 5.1.4.1) mais ne peut réaliser qu'un suréchantillonnage à pas constant.
- S1B₃₅ réalise ensuite une interpolation par spline cubique entre les points du spectre suréchantillonné précédent.

Ces deux algorithmes vont être détaillés dans les sections suivantes.

5.4.1 SURECHANTILLONNAGE PAR TRANSFORMEE DE FOURIER (S0S₂₂)

Si S est un spectre échantillonné avec un pas $\Delta\nu$ et que l'on veuille suréchantillonner ce spectre d'un facteur F , l'algorithme commence par calculer $I = TF(S)$, puis il calcule F fois la TF inverse d'un interférogramme I' obtenu par déphasage de I ⁸¹

$$I'(x) = I(x)e^{i2\pi\frac{ns-1}{F}x\Delta\nu} \text{ pour } ns = 1, 2, \dots, F$$

En effet

$$\begin{aligned} TF^{-1}(I')(\nu) &= \int_{-\infty}^{\infty} I(x)e^{i2\pi\frac{ns-1}{F}x\Delta\nu} e^{i2\pi\nu x} dx \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} I(x)e^{i2\pi(\nu + \frac{ns-1}{F}\Delta\nu)x} dx \\ &= TF^{-1}(I)(\nu + \frac{ns-1}{F}\Delta\nu) \end{aligned}$$

⁸⁰ C'est la définition des fonctions de calibration spectrale. Celles-ci dépendent évidemment du pixel i .

⁸¹ En fait, $F-1$ TF^{-1} suffisent puisque $I' = I$ pour $ns = 1$.

$$TF^{-1}(I')(v) = S(v + \frac{ns-1}{F} \Delta v)$$

On a donc bien réalisé un suréchantillonnage d'un facteur F.

5.4.2 REECHANTILLONNAGE DU SPECTRE (S1B₃₅)

Soient les bases d'abscisses spectrales suivantes

$(v^{1B}) \quad v_k^{1B} = (k-1)\Delta v^{1B}$ positions des échantillons spectraux 1B

$(v^{CS}) \quad v_k^{CS} = (k-1)\Delta v^{CS}$ positions de calcul des fonctions de calibration spectrales fcs(v)

$(v^S) \quad v_k^S = (k-1)\frac{\Delta v^{1B}}{F}$ abscisses du spectre suréchantillonné

L'algorithme commence par calculer les valeurs $fcs(v_k^S)$ et en déduit les abscisses $\mu_k = v_k^S fcs(v_k^S)$ pour lesquelles le spectre sur échantillonné est connu.

Il obtient finalement le spectre aux points v_k^{1B} par interpolation spline cubique entre les points (μ_k) .

5.5 APODISATION DES SPECTRES (S1C₃₇)

On ne reprend pas ici la théorie qui a été traitée au § 3.6.3.

La bande utile de IASI est discrétisée avec un pas de 15 cm^{-1} .

$$v_1 = 645 \text{ cm}^{-1} ; v_2 = 660 \text{ cm}^{-1}, \dots, \dots, v_{141} = 2760 \text{ cm}^{-1}$$

On a défini la fonction

$$S(v, \mu) = TF^{-1} \left[TF(S1B) \frac{TF(G)}{A_\mu} \right] (v) \quad (5-4)$$

et le spectre S1C(v) par interpolation linéaire entre les 2 fonctions $S(v, \mu_k)$ et $S(v, \mu_{k+1})$ pour

$$\mu_k \leq v < \mu_{k+1}$$

On voit donc que les valeurs $S(v, \mu_k)$ ne sont utilisées que dans une bande

$$[\mu_k - 15 \text{ cm}^{-1}, \mu_k + 15 \text{ cm}^{-1}] \text{ (voir la figure 5-4)}$$

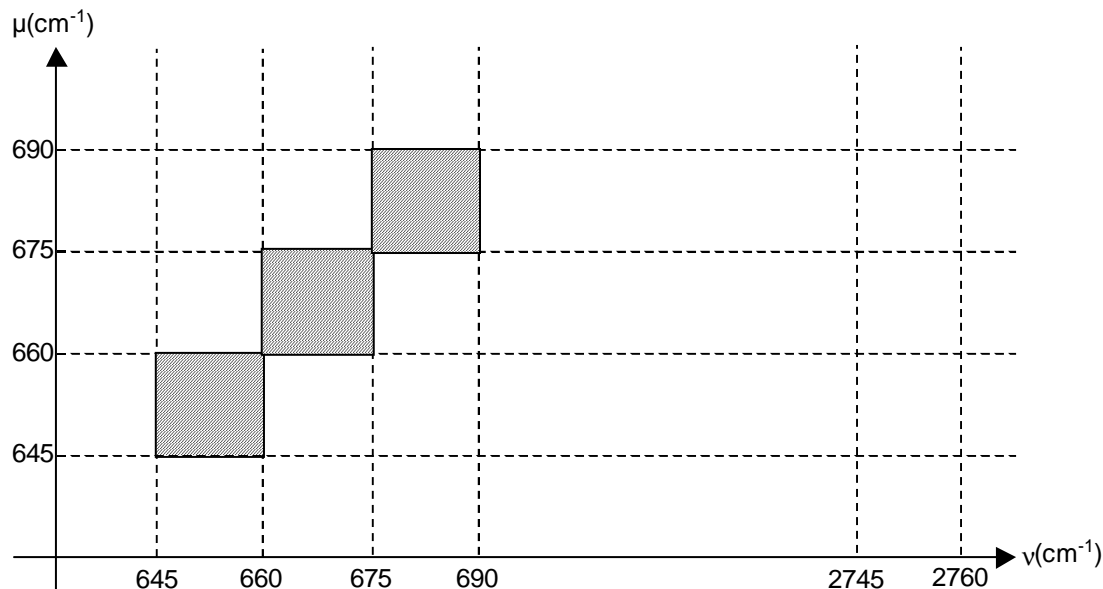


Figure 5-4 - Zones d'utilisation des fonctions $S(v, \mu_k)$

Afin de diminuer fortement la puissance de calcul consommée par l'algorithme $S1C_{37}$ la transformation (5-4) n'est appliquée que sur une fenêtre de largeur 128 cm^{-1} (soit 1024 points).

La FFT de S_{1B} est donc un interférogramme de 1024 points $I(x)$ pour $-2 \text{ cm} \leq x \leq 2 \text{ cm}$.

Cet interférogramme $I(x)$ est multiplié par la fonction d'apodisation

$$Af(x) = \frac{TF(G)(x)}{A_\mu(x)}$$

qui doit donc elle aussi avoir été calculée sur 1024 points (interpolation dans la table de 300 points qui définit $Af(x)$).

La FFT inverse fournit alors le spectre S_{1C} dans la fenêtre initiale.

Afin d'éviter les rebonds de Gibbs le spectre 1B a été prémultiplié avant d'en prendre la TF par une fonction d'amortissement. Cette fonction est définie en annexe 7. Son allure est donnée par la figure 5-5 ci-dessous.

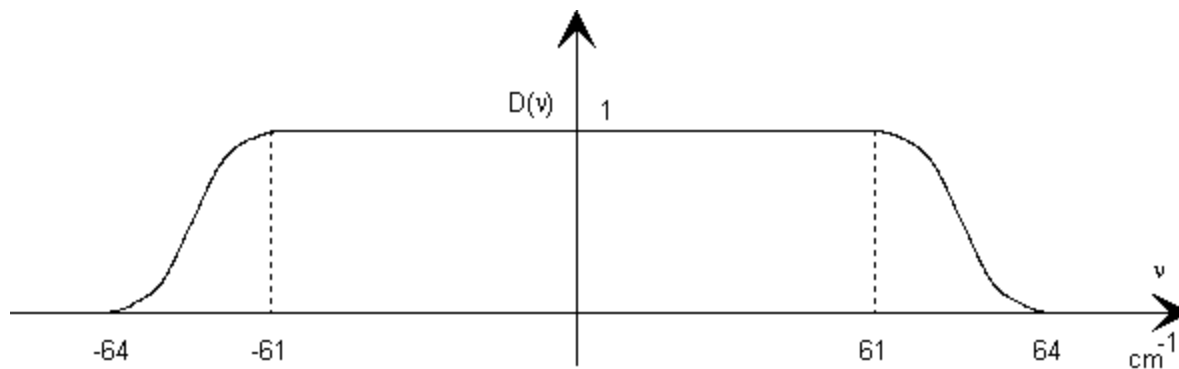


Figure 5-5 - Fonction d'amortissement

Note : Le traitement des fenêtres situées sur le bord de la bande utile de IASI est différent de celui des fenêtres internes. Il sera précisé plus tard dans les fiches d'algorithmes.

5.6 INTERPOLATION DES FONCTIONS SPECTRALES

On a utilisé dans les sections précédentes les fonctions de calibration spectrales fcs et les fonctions d'apodisation Af sans se préoccuper de la façon dont elles étaient calculées. Or ces fonctions ainsi qu'on l'a dit en introduction (§ 5.1.1) sont très dépendantes de la position (Y, Z) de l'axe interférométrique.

Le temps de calcul de ces fonctions à partir d'une position (Y, Z) étant très important il a été décidé de réaliser ce calcul par interpolation. Pour ce faire, les fonctions $fcs_i(v, Y, Z)$ et $Af(x, Y, Z)$ sont pré calculées pour certaines positions (Y_c, Z_i) situées sur une grille 11 x 11 (voir la figure 5-6 ci-dessous). Cette grille n'est pas nécessairement à pas constant.

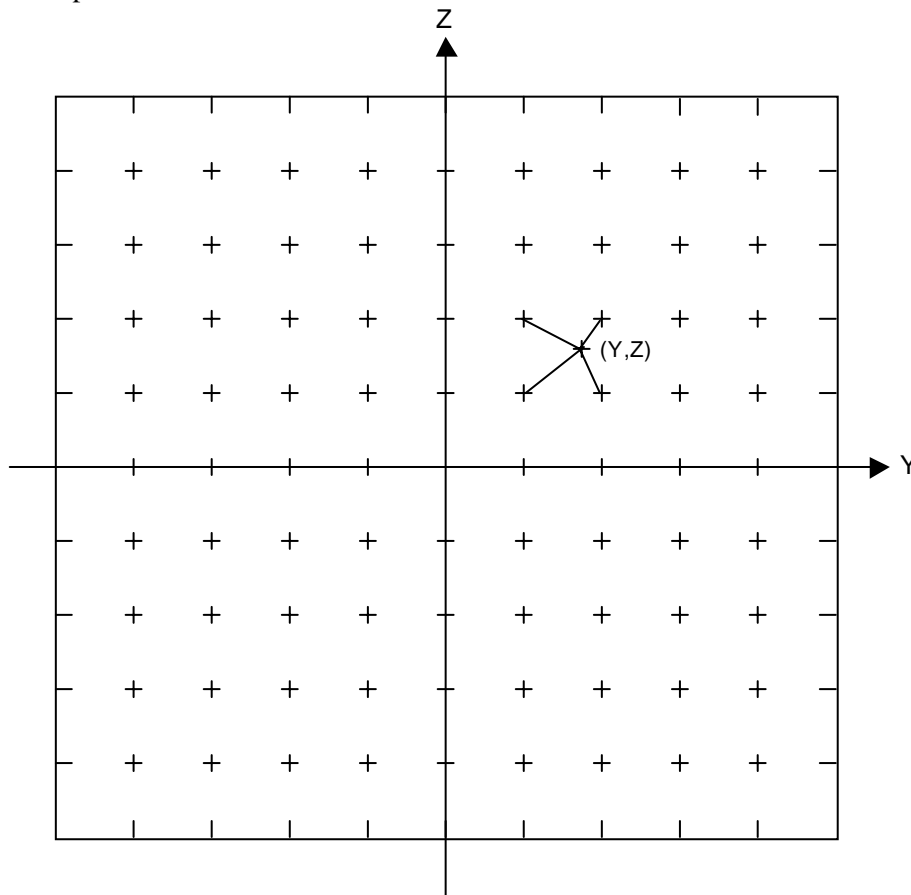


Figure 5-6 - Interpolation des fonctions dépendant de la position de l'axe interférométrique

La méthode d'interpolation est définie par l' algorithme ISF₄₃. Cet algorithme correspond à une interpolation (2D) bilinéaire qui est décrite dans l'annexe 7, section 4.

Voyons maintenant comment la position de l'axe interférométrique est déterminé.

5.7 POSITION DE L'AXE INTERFEROMETRIQUE

La détermination de la position de l'axe interférométrique repose sur l'enchaînement de 5 algorithmes (voir la figure 5-7 ci-dessous).

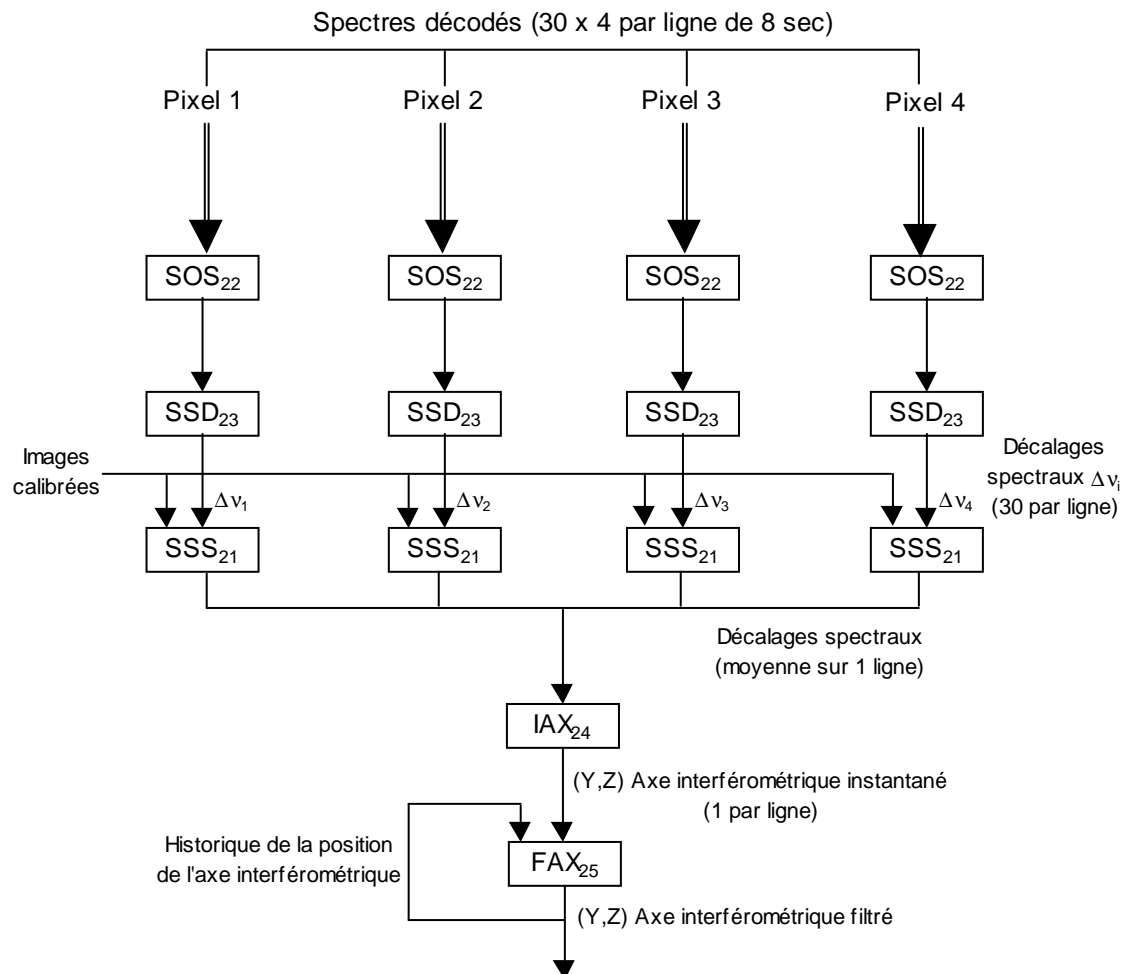


Figure 5-7 - Algorithmes de détermination de la position de l'axe interférométrique⁸²

Le principe de la méthode est le suivant.

On a vu précédemment (§ 5.4 et § 5.6) que si l'on se donne un nombre d'ondes particulier v_{ref} , les fonctions de calibration spectrale permettent de prédire le nombre d'ondes v_i correspondant dans le spectre brut (i.e. non calibré spectralement) mesuré par le pixel i

$$v_i = v_{ref} fcs_i(v_{ref})$$

ou ce qui est équivalent le décalage spectral

⁸² La méthode qui est décrite à 4 pixels fonctionne aussi lorsque seules les données de 3 pixels sont disponibles.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 85 of : 502
---	---	--	---

$$\Delta v_i = v_i - v_{\text{ref}} = v_{\text{ref}}(fcs_i(v_{\text{ref}})-1)$$

En fait, ce décalage spectral dépend (par l'intermédiaire des fonctions fcs) de la position (Y, Z) de l'axe interférométrique. On voit donc que si l'on peut disposer d'une mesure Δv_i^m du décalage spectral pour un nombre d'ondes v_{ref} , on sera capable de déterminer la position de l'axe interférométrique : on minimise pour cela l'écart entre les $\Delta v_i(Y, Z)$ prédits et les Δv_i^m mesurés.

Plus précisément, la position (calculée par IAX₂₄) de l'axe interférométrique instantané (Y, Z) est celle qui minimise la valeur

$$D2(Y, Z) = \sum_{\text{pixels } i} [\Delta v_i(Y, Z) - \Delta v_i^m]^2 \quad (5-5)$$

Cette position calculée une fois par ligne (i.e. toutes les 8 sec) est ensuite filtrée par l'algorithme FAX₂₅.

Les valeurs Δv_i^m des décalages spectraux correspondant au pixel i sont calculées par l'algorithme SSD₂₃ pour chaque visée atmosphérique. SSS₂₁ moyenne alors ces valeurs en éliminant les déterminations pour lesquelles l'uniformité spatiale du spectre atmosphérique n'est pas suffisante (détectées à partir de l'analyse de la variance des images fournies par l'IIS IASI).

On va décrire maintenant l'algorithme de détermination des décalages spectraux proprement dit.

5.7.1 DETERMINATION DES DECALAGES SPECTRAUX (SSD₂₃)

5.7.1.1 PRINCIPE

Il y a tout d'abord quelques points fondamentaux à avoir en tête avant de comprendre la « mécanique » de l'algorithme :

1. Les erreurs de calibration spectrales sont essentiellement des erreurs d'échelle (en gros, le nombre d'ondes où l'instrument positionne une raie du spectre est proportionnel au nombre d'ondes réel de cette raie).
2. Compte-tenu de la résolution spectrale limitée de l'instrument, il n'est pas possible de mesurer l'erreur de calibration spectrale en utilisant une raie fine particulière d'un spectre atmosphérique (0,25 cm⁻¹ autour de 2500 cm⁻¹ correspond à une erreur relative de 10⁻⁴ alors qu'on cherche à retrouver avec la calibration spectrale une erreur de l'ordre de 10⁻⁶). Il faut donc utiliser des structures particulières qui comportent plusieurs raies pour faire la corrélation entre les mesures et la réalité.
3. On dispose d'un algorithme (FFT) qui permet de déterminer l'écart (supposé constant) entre 2 peignes de raies qui ont la même période.

A partir de ces éléments, le principe de l'algorithme SSD₂₃ est le suivant :

A) On calcule le décalage Δv entre le peigne de raie théorique (spectre synthétique) et la mesure qu'en fait l'instrument IASI

Comme les erreurs de calibration spectrales ne sont pas des Δv constants mais sont proportionnelles au nombre d'ondes v , l'erreur n'est pas totalement compensée pour toutes les raies du peigne.

B) On calcule donc le coefficient de proportionnalité C pour un nombre d'ondes v_{ref} particulier (sensiblement au milieu de la fenêtre spectrale qui contient le peigne) tel que

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 86 of : 502
---	---	--	---

$$C = \frac{\Delta \nu}{\nu_{ref}}$$

C) Le peigne de raies synthétique est alors recalculé sur une nouvelle échelle $\nu_{i+1} = (1+C_i)\nu_i$

Le processus est ensuite itéré jusqu'à la convergence.

Il y a convergence puisque à partir du moment où l'erreur $\Delta \nu$ devient suffisamment faible pour pouvoir être considérée comme nulle, il n'y a plus de différence entre les 2 transformations d'échelle (qui se ramènent alors à l'identité)

$$T1: \nu \mapsto \nu + \Delta \nu$$

$$T2: \nu \mapsto (1 + C)\nu$$

Le processus converge toujours en moins de 5 itérations. Si ce n'est pas le cas, c'est le signe d'un problème lié à l'initialisation des données par l'algorithme WNP₅₈. Dans ce cas, l'analyse du problème passe par la comparaison du spectre mesuré ayant posé problème avec le spectre synthétique ayant servi dans l'algorithme WNP₅₈ (voir § 6.8).

5.7.1.2 DETERMINATION DU $\Delta \nu$ ENTRE 2 PEIGNES DE RAIES

La méthode suivante permet de déterminer le décalage spectral $\Delta \nu$ supposé indépendant du nombre d'ondes ν entre :

- un peigne de raies atmosphériques $S_t(\nu)$ (extrait d'une base de données spectroscopiques),
- la mesure $S_m(\nu)$ de ce peigne par l'instrument IASI.

D'après les hypothèses, on a :

$$S_m(\nu) = S_t(\nu + \Delta \nu)$$

d'où l'on déduit après quelques calculs simples :

$$TF(S_m)(x) = e^{i2\pi x \Delta \nu} TF(S_t)(x)$$

Si on écrit

$$TF(S_t)(x) = \rho_0(x) e^{i\Phi_0(x)} \quad TF(S_m)(x) = \rho(x) e^{i\Phi(x)}$$

On obtient

$$\Delta \nu = \frac{\Phi(x) - \Phi_0(x)}{2\pi x} \quad (5-6)$$

La formule (5-6) fournit pour chaque valeur de x une estimation de la valeur de $\Delta \nu$. On voit cependant (voir la figure 5-8 ci-dessous) que la précision donnée par cette formule sera d'autant meilleure que le module $\rho(x)$ est plus élevé.

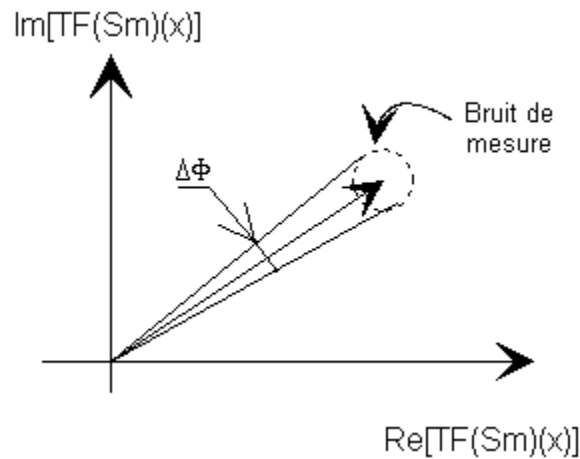


Figure 5-8 - Influence du bruit de mesure sur la détermination de $\Phi(x)$

Comme la fonction $S_\lambda(\nu)$ est périodique, disons de période Δ , on sait que sa TF présente des pics marqués autour de $x_0 = \frac{1}{\Delta}$ (fondamentale), $x_1 = \frac{2}{\Delta}$ (premier harmonique), et $x_2 = \frac{3}{\Delta}$ (deuxième harmonique). C'est donc pour une de ces valeurs de x que la formule (5-6) va être appliquée. Le choix d'utiliser x_0 , x_1 ou x_2 dépend de la fenêtre spectrale contenant le peigne.

En général c'est la position de la fondamentale qui est utilisée. Par exemple, c'est le cas pour la fenêtre spectrale $[2340, 2380 \text{ cm}^{-1}]$, qu'il est prévu⁸³ d'utiliser nominalement (peigne de raies du CO_2). Cette fenêtre contient environ 30 raies espacées de 1.3 cm^{-1} .

Pour d'autres fenêtres en revanche, des résonances provenant d'autres structures périodiques du spectre perturbent la fondamentale et il est nécessaire d'utiliser un des harmoniques.

5.7.1.3 ADAPTATION NECESSAIRE

La technique précédente demande à être adaptée car le peigne de raies synthétique $S_t(\nu)$ n'est pas strictement périodique. Pour résoudre cette difficulté, on définit une nouvelle échelle de nombres d'ondes ν' dans lequel le peigne de raies synthétiques est périodique.

⁸³ voir [DR21]

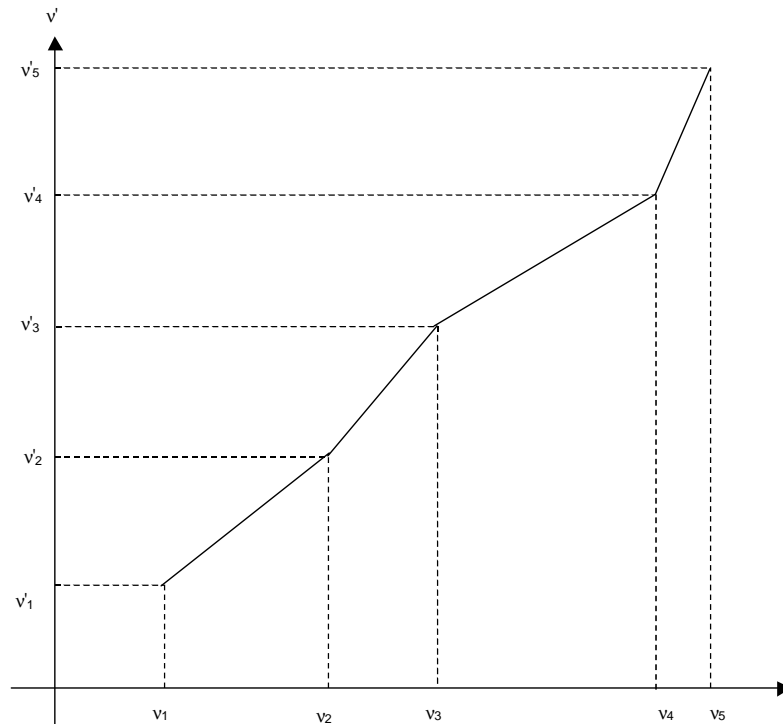


Figure 5-9 -

Le spectre mesuré $S_m(v)$ est alors interpolé sur une base spectrale suréchantillonnée à pas constant en v' avant d'effectuer le calcul de TF.

Les valeurs $\Phi_0(x)$, v_{ref} , $v'(v)$ sont calculées par l'algorithme d'initialisation WNP₅₈ qui

- simule le spectre synthétique sur la plage spectrale sélectionnée,
- calcule les positions des raies synthétiques et en déduit la base $v'(v)$
- calcule la phase de la TF du spectre synthétique $\Phi_0(x)$.

On trouvera dans la section 6.8 quelques indications sur le choix de la fenêtre spectrale utilisée. Pour plus de détails, le lecteur se reportera à [DR18].

5.7.2 POSITION DE L'AXE INTERFEROMETRIQUE INSTANTANE (IA_{X25})

Les valeurs Δv_i^m de l'équation (5-5) ayant été déterminées comme cela est décrit dans la section précédente, il reste à trouver le minimum de la fonction $D2(Y, Z)$.

Pour cela l'algorithme calcule cette fonction aux points (Y_c, Z_l) de la grille 11x11 définie dans la section 5.6 et détermine le point de la grille (Y_{cm}, Z_{lm}) pour lequel $D2$ est minimum. Le véritable minimum de la fonction (Y_m, Z_m) se situe donc au voisinage de ce point (voir figure 5-10 ci-dessous).

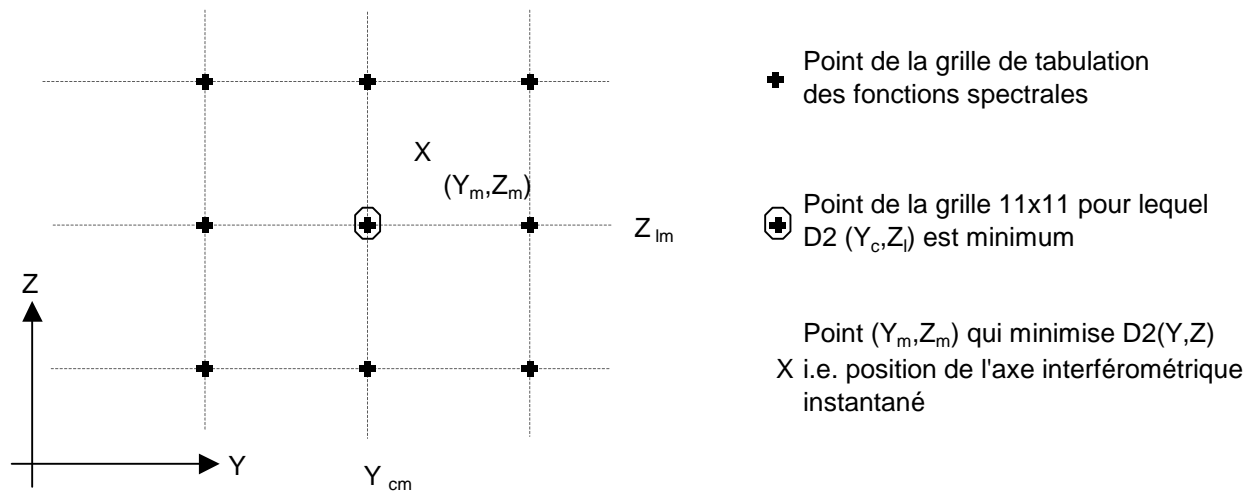


Figure 5-10 - Position de l'axe interférométrique instantané

La position de ce minimum est alors calculée en approximant la fonction $D2(Y, Z)$ par un parabolioïde

$$D2(Y, Z) = a_1 + a_2Y + a_3Z + a_4Y^2 + a_5Z^2 + a_6YZ$$

obtenu en ajustant au sens des moindres carrés la valeur des six coefficients a_1, \dots, a_6 sur le point (Y_{cm}, Z_{lm}) et ses 8 voisins. (Voir annexe 7, § 2.3).

L'incertitude sur la position de ce minimum est aussi calculée, ce qui fournit un indice de la qualité de la position de l'axe interférométrique.

5.7.3 FILTRAGE DE L'AXE INTERFEROMETRIQUE (FAX₂₅)

La calibration spectrale est extrêmement sensible à la position de l'axe interférométrique. Il est donc essentiel que les traitements qui produisent cette valeur ne risquent pas d'introduire des discontinuités à cause de mesures aberrantes isolées.

Pour cette raison, l'axe interférométrique est filtré par un algorithme robuste (ajustement polynomial par moindres carrés pondérés) qui travaille sur un horizon d'une orbite environ. Le poids affecté à chaque valeur décroît avec son ancienneté. Un paramètre (durée d'oubli) permet de régler l'importance que l'on donne aux mesures récentes par rapport aux mesures anciennes. Ce paramètre sera réajusté en vol afin d'obtenir le meilleur compromis en fonction du bruit sur l'axe instantané et les variations observées de la position moyenne.

5.8 POST CALIBRATION RADIOMETRIQUE

Elle tient compte des phénomènes suivants qui sont, pour des raisons de simplicité, ignorés par la calibration radiométrique effectuée à bord.

- L'échantillonnage des spectres bruts n'est pas réalisé aux nombres d'ondes nominaux : il faut donc corriger l'erreur commise sur le calcul des coefficients de calibration en utilisant la valeur de la fonction de Planck en un point légèrement erroné (algorithme SCR₃₁).
- On tient compte au sol des défauts d'émissivité du corps noir et de la température des parois de la cavité instrument qui vont s'y réfléchir (algorithme HEC₃₂). On tient compte aussi d'une valeur filtrée au sol de la température du corps noir interne fournie par l'algorithme FTB₃₀.
- Le réflectivité du miroir de balayage dépend de l'angle d'incidence. La correction prend aussi en compte sa température (algorithmes SME₃₃ et SMC₃₄).

Cette post calibration radiométrique repose sur l'enchaînement des 6 algorithmes suivants (voir figure 5-11 ci-dessous).

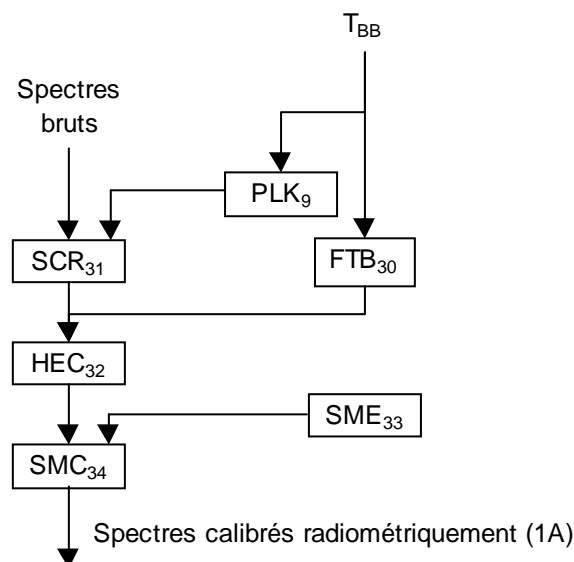


Figure 5-11 - Algorithmes de post calibration radiométrique

Note : Ces algorithmes sont de la responsabilité du maître d'œuvre satellite. La définition qui en est donnée ici correspond à une version préliminaire issue de la phase B CNES. Cette définition est donc AC.

5.8.1 PRINCIPE DE L'ALGORITHME SCR₃₁

Les spectres sont calculés à bord par la formule (11).

$$L(\nu) = Planck(T_{BB}, \nu) Re \left[\frac{S_{EW}(\nu) - S_{CS}(\nu)}{S_{BB}(\nu) - S_{CS}(\nu)} \right]$$

En fait, cette luminance ne correspond pas au nombre d'ondes nominal ν mais à $\nu.fcs(\nu)$.

Il faut donc la corriger par :

$$L'(\nu) = \frac{Planck(T_{BB}, \nu.fcs(\nu))}{Planck(T_{BB}, \nu)} L(\nu) \quad (5-7)$$

Remarque : ① Dans l'application de la formule (5-7) c'est la fonction de Planck telle qu'elle a été implémentée à bord (algorithme PLK₉) qui doit être utilisée au dénominateur.

② Dans l'application de la formule (5-7) c'est la température T_{BB} mesurée à la ligne LN-1 qu'il faut utiliser pour traiter les spectres de la ligne LN.

5.8.2 PRINCIPES DES ALGORITHMES SMC₃₄ ET SME₃₃

La réflectivité du miroir de balayage en fonction de l'incidence θ est modélisée par l'équation suivante

$$R(\theta) = R(0) - \beta(1 - \cos \theta)^\alpha$$

où α et β sont deux coefficients caractérisés avant le vol.

β est remis à jour en vol grâce à l'utilisation de la seconde direction de visée espace froid.

Si on note

- θ_1 l'angle d'incidence pour la visée espace froid,
- θ_2 l'angle d'incidence pour la visée corps noir chaud,
- θ l'angle d'incidence pour le spectre mesuré,
- T_{sm} la température du miroir de scan.

Le spectre corrigé s'écrit

$$S_c(\nu) = S(\nu) - \frac{(R(\theta_2, \nu) - R(\theta_1, \nu))S(\nu)(B(\nu, T_{sm}) - B(\nu, T_{BB}))}{B(\nu, T_{BB})} - (R(\theta_1, \nu) - R(\theta, \nu))(B(\nu, T_{sm}) - S(\nu))$$

Les valeurs de θ étant connues à l'avance, les réflectances sont tabulées.

La température T_{sm} du miroir de balayage n'est pas directement mesurée à bord. Elle est déterminée par l'algorithme SME₃₃ à partir d'un modèle reposant sur les prédictions théoriques de température et qui est recalé par la TEC (algorithme SMT₆₆ : voir § 6.10).

L'évolution de la température du miroir de scan est alors donnée par une fonction $T_{sm}(t, t_N)$

où t est la date courante

t_N est la date de passage au nœud ascendant précédent du satellite Metop.

La fonction T_{sm} est définie par une table (< 200 réels). Le modèle définitif est encore AC.

5.8.3 PRINCIPE DE L'ALGORITHME HEC₃₂

Dans l'équation de calibration (11) de la section 3.3.2. le terme $\text{Planck}(T_{BB}, \nu)$ représente la luminance émise par le corps noir chaud de calibration (Black Body ou BB) uniquement dans le cas d'une émissivité égale à 1.

Plus généralement, si l'émissivité du corps noir vaut ϵ , la luminance en provenance de la source de calibration chaude sera donnée par (où la fonction de Planck est maintenant noté B pour plus de lisibilité).

$$L_{BB}(\nu) = \epsilon B(\nu, T_{BB}) + \sum_i r_i B(\nu, T_i)$$

où

- la somme est calculée pour toutes les températures (T_i) mesurées dans la cavité de l'instrument.
- r_i caractérise la fraction de la luminance émise par la i -ième composante de l'instrument reflétée par le corps noir dans les pixels du sondeur. Ces valeurs r_i sont calculées à partir des résultats de mesure de réflectivité bidirectionnelle du corps noir.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 92 of : 502
---	---	--	---

- T_i sont des températures de l'instrument dont l'évolution en fonction du temps est fournie par une tabulation en fonction de (t et t_N) comme pour la température du miroir de balayage.

La correction d'émissivité du corps noir se déduit de la formule précédente. Le spectre corrigé S_c s'écrit

$$S_c(\nu) = S(\nu) \frac{L_{BB}(\nu)}{B(\nu, T)}$$

5.9 GEOLOCALISATION DES PRODUITS IASI

5.9.1 INTRODUCTION ET PRINCIPE

La spécification du système IASI [DA2] demande que les produits IASI contiennent la localisation du point au sol correspondant, au moment de la mesure

- au centre des 4 pixels du sondeur
- aux points d'une sous grille des pixels de l'imageur

De plus, la connaissance de divers angles de mesure⁸⁴ est requise. Le calcul de ces angles à partir des données suivantes

- date
- latitude du point
- longitude du point

n'est pas spécifique à l'instrument IASI. Il a donc été demandé à Eumetsat de fournir un outil permettant d'effectuer cette conversion afin de garantir la cohérence⁸⁵ entre les différents instruments embarqués sur METOP. La disponibilité de ce traitement est AC. Plus généralement, les interfaces entre l'algorithme présenté dans ce document et le système EPS-CGS sont mises en évidence dans le § 5.9.2.6.

Le positionnement au sol des mesures de IASI est réalisé par rapport aux images AVHRR, instrument qui possède une excellente qualité image géométrique. L'entrée de ce traitement est un ensemble de lignes image AVHRR déjà géoréférencées. Cela signifie que l'on connaît la position (latitude et longitude par exemple) des points d'une sous-grille de cette image (1 point tous les 64 AC).

On commence par positionner approximativement l'image IASI dans cette image AVHRR (voir la figure 5.12 ci-dessous). Puis on ajuste finement cette position en cherchant la position de corrélation maximum (algorithme IAC₄₀).

⁸⁴ permettant de connaître la direction du satellite et la direction du soleil. Ces angles sont définis plus précisément au §5.9.4

⁸⁵ La précision requise sur les données n'est pas très contraignante. On juge cependant que la définition des différents intermédiaires de calcul à utiliser (repère inertiel, géodésique, etc). est suffisamment complexe pour être « cachée » au niveau des instruments.

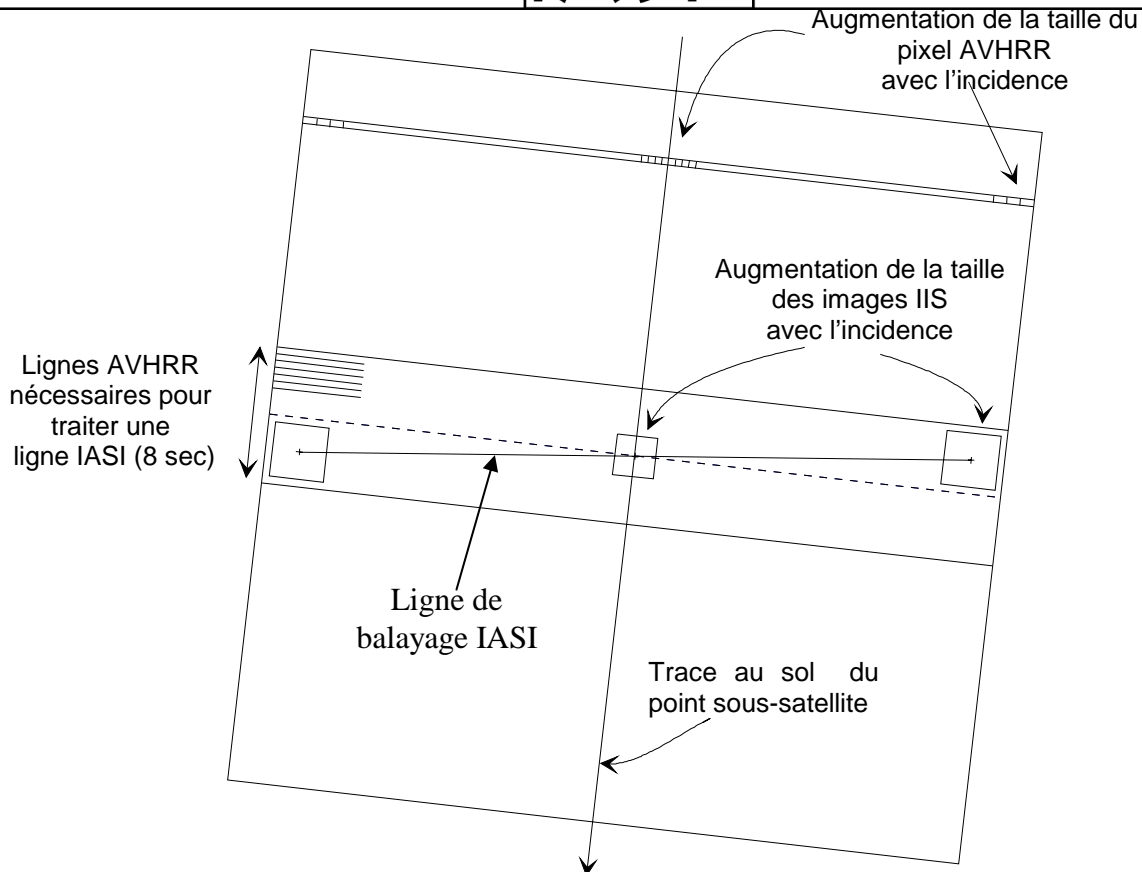


Figure 5.12 – Géométrie relative des images IASI et AVHRR

Dans ce calcul il est nécessaire de tenir compte des points suivants

- La période de balayage de la ligne IASI est de 8 secondes contre 0.167 seconde environ pour AVHRR. La ligne qui joint le centre des images IASI n'est donc pas parallèle aux lignes AVHRR.
- La taille du pixel augmente pour les angles de visée extrêmes à cause de l'augmentation de distance entre le satellite et le point visé au sol. Ce grandissement a lieu dans les 2 dimensions de l'image IASI mais seulement le long des lignes pour AVHRR.

Ces deux points conditionnent la nécessité de rééchantillonner les images IASI avant de réaliser la corrélation des images qui se fait dans le raster AVHRR.

Remarque : le nombre de lignes AVHRR nécessaires pour traiter l'ensemble des images d'une ligne IASI est supérieur au nombre de lignes qui sont acquises en 8 secondes.

Le chapitre 5.9.7 décrit la séquence d'opérations qui est nécessaire pour calculer la position au sol du centre des pixels sondeur ou des pixels imageur. Cette séquence est décrite en terme d'algorithmes élémentaires définis dans le § 5.9.6.

5.9.2 REFERENTIELS UTILISES

On identifie dans cette section les référentiels qui sont strictement nécessaires pour une définition non ambiguë de la géolocalisation des produits IASI. L'implémentation de ces repères par rapport aux repères déjà définis au niveau Metop et IASI est AD.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 94 of : 502
---	---	--	---

5.9.2.1 REFERENTIEL TERRESTRE

Ce référentiel est défini au niveau système afin d'assurer la cohérence de la localisation des produits provenant des différents instruments du système EPS [DR38]. Il est déterminé par

- la donnée d'un repère de référence $R_T = (O_T, \vec{x}_T, \vec{y}_T, \vec{z}_T)$
- la donnée d'un modèle de surface terrestre (ellipsoïde de référence complété éventuellement par un modèle d'élévation).

5.9.2.2 REPERE SATELLITE METOP $R_M = (O_M, \vec{x}_M, \vec{y}_M, \vec{z}_M)$

Le changement de repère entre R_M et R_T dépend évidemment du temps au travers des informations d'orbite et d'attitude du satellite Metop.

5.9.2.3 REPERE INSTRUMENT IASI NOMINAL $R_I(O_I, \vec{x}_I, \vec{y}_I, \vec{z}_I)$

Le changement de repère entre R_I et R_M est supposé fixe dans le temps. Il a été déterminé lors de l'alignement de IASI sur Metop. C'est le repère de référence auquel sont rapportées toutes les mesures qui sont effectuées au niveau instrument IASI. (voir la figure 3.10 du § 3.4.1 pour la position nominale de ce repère). L'axe \vec{y}_I est confondu avec l'axe de rotation du miroir de balayage par définition.

5.9.2.4 REPERE PLAN FOCAL SONDEUR $R_S(O_S, \vec{x}_S, \vec{y}_S, \vec{z}_S)$

Il est obtenu à partir du repère instrument IASI par une rotation autour de l'axe \vec{y}_I ,

5.9.2.4 REPERE IIS $R_{IIS}(O_{IIS}, \vec{x}_{IIS}, \vec{y}_{IIS}, \vec{z}_{IIS})$

Les positions des pixels de l'imageur intégré IIS sont données dans le repère R_{IIS} qui est défini à partir du repère plan focal du sondeur R_S par une rotation autour de l'axe \vec{z}_S .

5.9.2.5 LIGNE DE VISEE

Une direction particulière du champ de vue de l'instrument IASI (point de l'IPSF sondeur ou pixel IIS) est définie pour une position donnée du miroir de balayage SP par rotation d'une direction fixe définie dans le repère instrument R_I . Cette rotation est définie par un axe \vec{A}_S ($\vec{A}_S = \vec{y}_I$) et un angle dépendant de SP = $\alpha(\text{SP})$.

5.9.3 COREGISTRATION IMAGEUR IASI / AVHRR (IAC₄₀)

Il s'agit de déterminer la loi qui fournit la position de chacun des pixels $(i, j)_{IASI}$ de l'imageur en coordonnées $(l, c)_{AVHRR}$. La description de l'algorithme faite dans cette section restant générale il ne sera pas nécessaire de préciser comment la loi de transformation est définie.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 95 of : 502
---	---	--	---

La première étape de l'algorithme consiste à reconstruire une image IASI (de 64 x 64 pixels) à sa position nominale dans le raster image AVHRR⁸⁶. Cette étape nécessite un rééchantillonnage de l'image IASI.

On dispose alors de 2 images, disons x_{ij} (IASI) et y_{ij} (AVHRR) et on calcule le coefficient de corrélation R entre ces deux images.

Par définition :

$$R = \frac{\sum_{ij} (x_{ij} - \tilde{x})(y_{ij} - \tilde{y})}{\sqrt{\sum_{ij} (x_{ij} - \tilde{x})^2 \sum_{ij} (y_{ij} - \tilde{y})^2}} \quad (5-8)$$

où

N = Nombre de points de l'image

$$\tilde{x} = \frac{1}{N} \sum_{ij} x_{ij}$$

$$\tilde{y} = \frac{1}{N} \sum_{ij} y_{ij}$$

Plus les images sont semblables et plus la valeur absolue du coefficient R est proche de 1 (valeur maximum).

La détermination de la coregistration imageur IASI / AVHRR se fait en déplaçant légèrement l'image IASI en lignes (de 1 pixels) et en colonnes (de c pixels) par rapport à sa position nominale et en calculant le coefficient de corrélation R(l, c) entre cette image et la sous image AVHRR sous jacente.

Avec le dimensionnement actuel $-10 \leq l \leq 10$ $-10 \leq c \leq 10$

La coregistration consiste à déterminer les valeurs l_0 et c_0 qui maximisent R(l, c). Une coregistration à la précision du pixel est d'abord obtenue en déterminant les valeurs l_0 et c_0 entières sur la grille $-10 \leq l \leq 10$, $-10 \leq c \leq 10$. Puis une coregistration plus précise est obtenue en prolongeant la fonction R précédemment définie à des coordonnées non entières. Pour cela, la fonction R(l, c) est assimilée à un paraboloïde⁸⁷ autour du point (l_0 , c_0) et la position (l_M , c_M) du maximum de ce paraboloïde fournit la coregistration souhaitée avec une précision sub pixel.

Optimisation : L'algorithme tel qu'il est écrit n'est pas compatible avec la puissance de calcul allouée aux algorithmes IASI par le segment sol EPS. Une optimisation de cette méthode est décrite dans [DR4].

Cette coregistration est répétée à haute fréquence (à chaque SP) car il n'y a pas de garanties suffisantes sur la stabilité de la position relative des référentiels IASI et AVHRR⁸⁸.

⁸⁶ Cette position nominale tient compte à la fois du numéro de ligne (coordonnées le long de la trace) et du numéro de sous cycle SN (coordonnée perpendiculaire à la trace).

⁸⁷ Obtenu par ajustement au sens des moindres carrés sur les 9 points de grille les plus proches.

⁸⁸ Notamment à cause de l'incertitude concernant le comportement des amortisseurs de vibration qui isolent l'instrument IASI de la plate-forme Metop.

5.9.4 ANALYSE DES RADIANCES AVHRR (CCS₄₁)

Le but de cette analyse est de fournir un produit destiné à faciliter l'initialisation de l'inversion par les utilisateurs qui souhaitent traiter des données de sondage perturbées par des couvertures nuageuses partielles. Le produit proposé est défini dans [DA2].

On définit pour chaque visée atmosphérique la sous image AVHRR (120 x 60 pixels maxi AC) qui recouvre largement le champ des 4 pixels IASI.

Les pixels de cette imagerie sont, chacun, caractérisés par n ($n = 5$ AC) valeurs de radiance dans les différents canaux AVHRR. Chaque pixel de l'image peut donc être représenté comme un point dans un espace à n dimensions. L'imagerie, elle, est représentée par un ensemble de nuages de points (voir la figure 5-13 pour une représentation dans le cas $n = 3$).

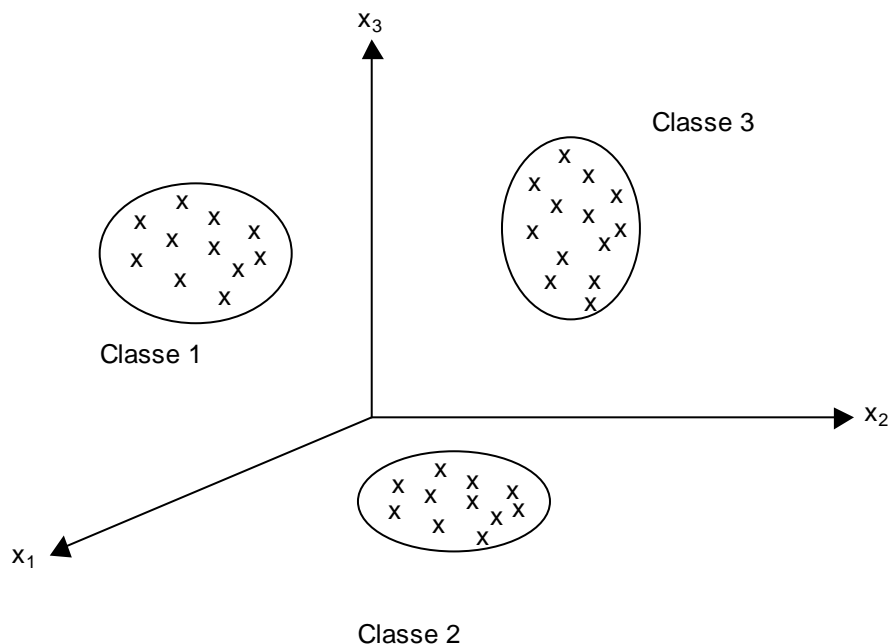


Figure 5-13 - "Classification" d'une image AVHRR

La classification de l'imagerie consiste à caractériser les nuages de points (centre de gravité, dimensions) et à affecter à chaque pixel de l'image la classe (i.e. le nuage de points) à laquelle il appartient.

Cette classification est réalisée par l'algorithme des nuées dynamiques (décrit dans la fiche descriptive CCS₄₁) ou par tout autre algorithme qui pourrait être conseillé par l'ISSWG.

Pour les produits IASI, le nombre de classes sera au maximum de 6. Les classes sont déterminées localement (i.e. il n'y a pas de continuité d'une imagerie à l'autre dans la définition des classes par exemple le long de l'orbite). A chaque produit sondeur sera associé la définition du barycentre des classes ainsi que la répartition dans les différentes classes des pixels AVHRR compris dans le pixel sondeur.

5.9.5 CALCUL DES ANGLES DE MESURE

Il s'agit de définir pour une date t donnée en UTC, les directions dans lesquelles sont vues le satellite et le soleil depuis un point M situé au sol (donné par ses coordonnées géographiques). Ces coordonnées doivent être dans le référentiel qui sert à définir la localisation des pixels AVHRR.

Les angles retenus sont (AC) :

- l'azimut : Az⁸⁹
- l'angle zénithal : z

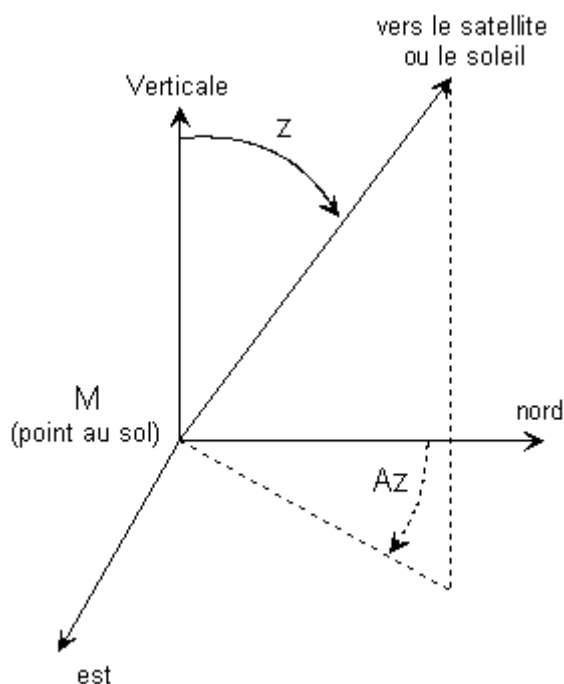


Figure 5.14 – Définition des angles de mesures

5.9.6 INTERFACES AVEC LE SYSTEME EPS-CGS

Les calculs de base suivants sont nécessaires pour l'algorithme fournissant les produits de niveau 1. Ces calculs sont identifiés dans les fiches descriptives des algorithmes par des appels à des fonctions. Le corps de ces fonctions n'est pas décrit pour le moment car on suppose qu'il s'agit de fonctions de base qui devraient être fournies par le système EPS afin de faciliter la vérification de la cohérence système. La disponibilité des logiciels correspondant par EPS est encore AC.

5.9.6.1 POSITION D'UN POINT VISE AU SOL

Donnée :

- une direction \vec{u} donnée par ses coordonnées dans le repère R_M
- une date t (UTC)

Résultat :

⁸⁹ avec la définition : nord : 0 degré, est : 90 degrés, sud : 180 degrés, ouest : 270 degrés.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 98 of : 502
---	---	--	---

- coordonnées géodésiques du point d'intersection entre la surface terrestre et la droite tracée depuis le satellite Metop (O_M) dans la direction \vec{u} .

Note : Les coordonnées géodésiques (latitude, longitude, altitude) doivent être calculée dans un repère de référence commun à tous les instruments et défini par EPS (en tout cas pour ce qui concerne IASI il est nécessaire d'avoir un référentiel cohérent avec AVHRR).

5.9.6.2 EXTRACTION DE N LIGNES AVHRR ENTRE 2 INSTANTS

Données :

- la date de référence d'une ligne IASI (synchro satellite AC)

Résultat :

- l'image AVHRR couvrant les 30 images IIS de cette ligne ou une référence pointant sur ces lignes dans un produit AVHRR donné (cette image contient N lignes AVHRR, N est défini dans [DR4])
- la configuration des canaux AVHRR correspondants (Jour ou Nuit)

5.9.6.3 CONVERSION ENTRE LE REPERE METOP ET LE RASTER IMAGE AVHRR

Données :

- l'image AVHRR obtenue en 5.9.6.2
- une direction \vec{u} donnée par ses composants dans le repère R_M
- une date t (UTC)

Résultat :

- les coordonnées⁹⁰ (u,v) dans le raster image AVHRR du point d'intersection entre la surface terrestre et la droite tracée depuis le satellite Metop (O_M) dans la direction \vec{u}

5.9.6.4 CONVERSION ENTRE LE RASTER IMAGE AVHRR ET LE REPERE METOP

Données :

- l'image AVHRR obtenue en 5.9.6.2
- un point P au sol donné par ses coordonnées (u, v)⁹¹ dans le raster image AVHRR
- une date t (UTC)

Résultat :

- les composantes dans le repère Metop R_M du vecteur $\overrightarrow{O_M P}$

⁹⁰ Partie entière et fractionnaire.

⁹¹ Partie entière et fractionnaire.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 99 of : 502
---	---	--	---

5.9.6.5 CALCUL DE LA DIRECTION DU SOLEIL ET DE METOP VUE DEPUIS UN POINT DONNE AU SOL

Données :

- un point P au sol donné par ses coordonnées géodésiques
- une date t (UTC)

Résultat :

- les angles (Azimut, angle zénithal⁹²) des 2 directions

- $\overrightarrow{PO_M}$

- \overrightarrow{PS} où S est le soleil

5.9.7 CALCULS DE GEOLOCALISATION (GEO₄₄)

Etant donnée une direction nominale et une date de prise de vue

- centre d'un pixel sondeur (corrigé de l'offset IIS – sondeur)
- pixel de l'IIS

le but est de déterminer le point visé au sol (latitude et longitude).

Ce calcul est réalisé par l'enchaînement suivant :

- calcul des composantes de la direction visée dans le repère IASI en prenant en compte la rotation définie par § 5.9.2.4
- calcul des composantes dans le repère Metop (§ 5.9.2.2)
- décalage de la direction de la valeur de l'offset IIS-AVHRR exprimé en écart de la ligne de visée (IAC₄₀)
- calcul du point visé au sol dans cette direction § 5.9.6.1).

Cet algorithme se termine par le calcul des angles de vue du satellite Metop et du soleil.

5.10 ALGORITHMES DE « SURVEILLANCE »

Les algorithmes de surveillance implantés dans le logiciel IASI intégré au segment sol EPS sont au nombre de 3. Ces 3 algorithmes sont indépendants. Plus que des algorithmes de surveillance ce sont en fait des algorithmes calculant systématiquement des paramètres synthétiques qui sont ensuite surveillés et analysés sur le long terme par une autre entité (TEC).

1. L'algorithme EXS100 détermine les spectres d'énergie maximale et minimale vus dans chaque canal à partir des spectres de niveau 0.

⁹² Définis par la figure 5.14.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 100 of : 502
---	---	--	--

2. L'algorithme DPT_{110} détermine la table des pixels douteux de l'imageur.
3. L'algorithme MXC_{111} analyse la qualité de la calibration radiométrique effectuée à bord par l'algorithme ARC_{13} . Il est décrit dans la section 5.10.3.

5.10.1 MISE A JOUR DES SPECTRES D'ENERGIE MINIMALE ET MAXIMALE (EXS_{100})

Cet algorithme est suffisamment trivial pour qu'il n'y ait pas besoin de le détailler ici.

Le seul point à noter est que l'on est intéressé uniquement par l'évolution des spectres extrêmes atmosphériques. Il faudra donc prendre garde à ne pas les polluer par des spectres des visées de calibration acquis en mode calibration externe.

D'autre part, comme on souhaite pouvoir analyser l'évolution des spectres min et max au cours d'une orbite, ces spectres extrêmes sont calculés sur des séquences de 10 lignes consécutives et transmis à la TEC toutes les dix lignes. Pour réduire le débit ils sont transmis sous forme de température de brillance T_e arrondie à l'entier le plus proche. Plus précisément l'entier $T_e - 100$ codé sur 8 bits est transmis. Une seule valeur par segment de 16 échantillons (définition des plages compatible des tables de codage) est transmise.

5.10.2 DETERMINATION DE LA TABLE DES PIXELS MORTS (DPT_{110})

La détermination de la table des pixels morts de l'IIS est du ressort de la TEC. Cependant, afin que les utilisateurs soient informés rapidement en cas de problème sur l'imageur IASI, un algorithme de surveillance est implanté dans le logiciel OPS. Cet algorithme peut déclarer certains pixels "douteux". Les résultats de ce traitement sont inclus dans les annotations des produits IASI et transmis en parallèle à la TEC à des fins d'analyse.

Un pixel est déclaré douteux si :

- son gain est nettement plus faible que le gain moyen des autres pixels ou que son bruit est trop élevé
- et que cette situation a été détectée plusieurs fois consécutivement.

5.10.3 SURVEILLANCE DE LA CALIBRATION RADIOMETRIQUE COMPLEXE (MCX_{111})

Comme on l'a vu dans la section 3.3.2 la calibration radiométrique complexe effectuée à bord devrait, si elle était parfaite, fournir un spectre de partie imaginaire nulle pour tous les nombres d'ondes. Cette hypothèse est optimiste. En effet, un certain nombre de défauts de l'instrument (par exemple des dérives de température de l'interféromètre) sont susceptibles d'introduire des erreurs de calibration radiométrique qui se traduiront par une partie imaginaire non nulle des spectres calibrés par ARC_{13} . C'est pourquoi cet algorithme transmet au sol une synthèse du résidu imaginaire (voir §4.6) qui permet de détecter des dysfonctionnements éventuels de la calibration radiométrique.

L'algorithme MCX_{111} ne réalise que quelques traitements simples destinés à convertir en erreur de température les résultats produits par ARC_{13} . Cette conversion est faite pour chacune des bandes spectrales de 400 échantillons.

La figure 5.16 ci-dessous en illustre le principe. On voit facilement que l'erreur en luminance s'écrit (avec les notations de la figure)

$$\|S\|(1 - \cos \Phi)$$

Cette erreur en luminance est ensuite convertie en erreur sur la température mesurée.

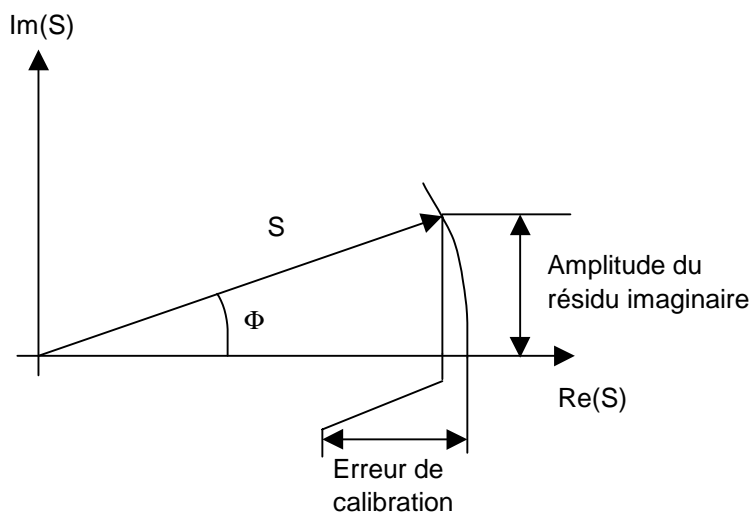


Figure 5.16 – Estimation des erreurs de calibration radiométrique

6. ALGORITHMES D'INITIALISATION (TEC)

Les algorithmes décrits dans cette section préparent les données (tables, etc) qui sont nécessaires pour le fonctionnement des algorithmes bord décrits dans le chapitre 4 ou des algorithmes du segment sol opérationnel décrits dans le chapitre 5.

Certaines parties des traitements décrits ici sont aussi utilisées pour la surveillance de la performance du système IASI. On y fera référence dans la section 8.2

6.1 ARCHITECTURE GENERALE

La figure 6.1 ci-dessous fait apparaître la majorité⁹³ des algorithmes d'initialisation qui sont implantés dans le centre d'expertise technique. Elle fournit, d'autre part, les liens logiques existant entre ces différents algorithmes, liens qui conditionnent l'ordre chronologique d'activation.

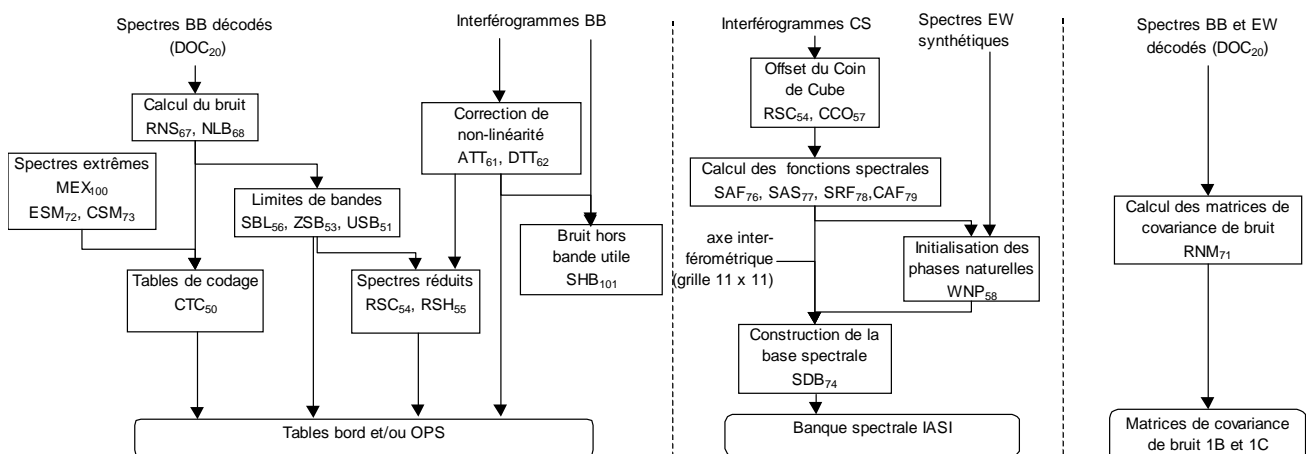


Figure 6.1 – Architecture générale des algorithmes d'initialisation (TEC)

On voit apparaître clairement 3 groupes d'algorithmes.

- ceux qui sont chargés de calculer les tables nécessaires pour le fonctionnement du logiciel de vol et de l'OPS⁹⁴.
- ceux qui sont chargés de calculer la base spectrale qui est transmise à l'OPS et aux utilisateurs,
- ceux qui sont chargés de calculer les matrices de covariance de bruit qui sont transmises aux utilisateurs des produits IASI de niveau 1.

⁹³ quelques algorithmes très simples (PSP₇₅, PDT₈₁) et n'ayant que des liens très faibles avec le reste de l'algorithmie n'ont pas été représentés ici pour éviter de surcharger plus la figure.

⁹⁴ d'autres valeurs nécessaires au fonctionnement des logiciels bord et OPS (seuils de surveillance) sont déterminés à l'aide des fonctions de surveillance implémentées dans la TEC.

6.2 INITIALISATION DES TABLES DE CODAGE (CTC₅₀)

Cet algorithme calcule les tables qui sont utilisées à bord pour le codage des spectres (COD₁₅) et pour leur décodage au sol (DOC₂₀).

L'objectif du codage est de réduire d'un facteur 4 environ le nombre de bits nécessaires pour la transmission d'un spectre. La taille d'un spectre dans la télémétrie IASI est en effet de 69104 bits (soit 8.3 bits par échantillon en moyenne) alors que les spectres sont calculés à bord sous forme de flottants sur 32 bits.

Le codage réalisé par l'algorithme COD₁₅ consiste à transformer chacun de ces flottants en un entier codé sur un nombre de bits beaucoup plus faible. La transformation réel vers entier est réalisée par une loi linéaire.

$$N = \text{ROUND}(Scale * S - Off + 1)$$

où ROUND(x) est l'entier le plus proche de x.

Une valeur initiale du pas de codage $S_q = 1/Scale$ est déterminé par le niveau de bruit radiométrique de l'instrument. Plus précisément, S_q est une fraction du bruit radiométrique ΔS (typiquement la moitié) ce qui rend le bruit de codage négligeable.

$$S_q = F \cdot \Delta S \quad (6-1)$$

Le nombre de bits k nécessaires pour obtenir ce pas de codage est déterminé par les valeurs minimales (S_{\min}) et maximales (S_{\max}) de la luminance S qui sont attendues de telle sorte que

$$2^k > \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_q}$$

Ensuite le choix de paramètres

$$Scale = \frac{2^k - 3}{S_{\max} - S_{\min}} \quad (6-2a)$$

et
$$Off = Scale * S_{\min} \quad (6-2b)$$

assure que toutes les valeurs de luminance S comprise entre S_{\min} et S_{\max} pourront être encodées par l'algorithme COD₁₅ sans déclencher de débordements.

Note : Les valeurs $N=0$ et $N=2^k-1$ sont utilisées comme des indicateurs de débordement de table

$$S < S_{\min} \Rightarrow N=0 \quad (\text{UNDERFLOW})$$

$$S > S_{\max} \Rightarrow N=2^k-1 \quad (\text{OVERFLOW})$$

On a détaillé dans ce qui précède les paramètres qui permettent de calculer la loi de codage pour une échantillon spectral

- Niveau de bruit radiométrique de l'instrument ΔS
- Spectres extrêmes susceptibles d'être rencontrés S_{\min} et S_{\max}

Or, comme on l'a vu auparavant (voir figure 6.2 ci-dessous), ces quantités dépendent de la position de l'échantillon spectral n dans la bande utile de l'instrument. Les lois de codage de IASI dépendent donc de n

afin de réaliser une compression maximum des spectres. Toutefois, afin de ne pas augmenter exagérément la taille des tables de codage, celles-ci sont définies par plages de 16 échantillons spectraux (soit nominale-ment 4 cm^{-1}).

De plus, les tables $S_q(\text{nseg})$, $\text{Off}(\text{nseg})$ et $k(\text{nseg})$ sont encodées sous forme de petits entiers toujours pour réduire la taille des tables (TabScale, TabOffset et TabNbBits).

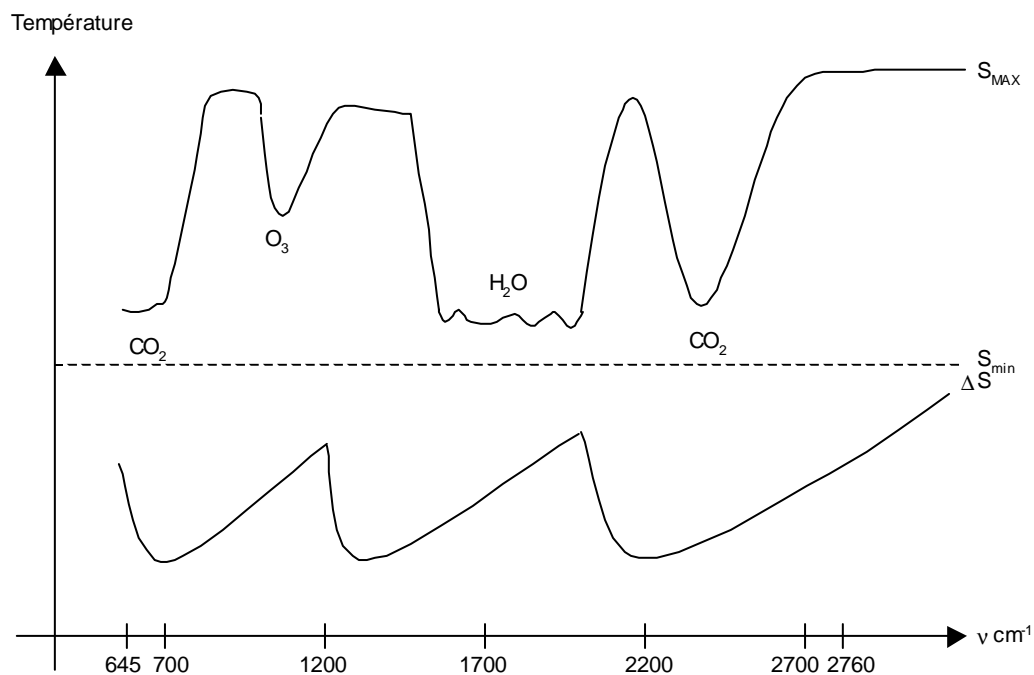


Figure 6.2 – Evolution approximative des spectres extrêmes et du bruit radiométrique dans la bande utile de IASI

Comme on l’a vu dans le § 3.4.5, quatre types de spectres peuvent être transmis par l’instrument :

- visées atmosphériques
- visées espace froid
- visées corps noir chaud
- visées de l’arrière du miroir de scan.

Le niveau de bruit de l’instrument ne dépend que très peu du type de cible visée⁹⁵. En revanche, les valeurs des spectres extrêmes S_{\min} et S_{\max} sont très différents pour ces différents types de cibles. Il y aura donc quatre tables de codage chargées à bord.

Note 1 : Les spectres obtenus sur des visées de calibration ont évidemment une variabilité beaucoup plus faible que les spectres atmosphériques. On en profite pour coder les spectres corps noir avec un

⁹⁵ Cela n'est pas tout à fait vrai pour les visées espace froid dont le bruit en bande B3 est plus faible que celui des autres visées.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 105 of : 502
---	---	--	--

pas de codage notablement plus faible que le bruit radiométrique de l'instrument⁹⁶. Cela permettra de négliger le bruit de codage lorsqu'on estimera en vol le bruit radiométrique de l'instrument à partir de visées corps noir obtenues en mode calibration externe (algorithme RNS₆₇ décrit au § 6.3.3).

Note 2 : Le nombre de bits nécessaires pour coder un spectre augmente lorsqu'on diminue le facteur F de la formule (6-1). On utilise donc ce facteur comme moyen de réglage pour atteindre la limite autorisée sans la dépasser.

Note 3 : La technique de codage utilisée permet de privilégier certaines bandes spectrales (au détriment d'autres qui présenteraient un intérêt moindre pour la mission). On rend donc le facteur F dépendant de ν par une formule du type $F=F' \cdot f(\nu)$ où :

- . F' est un coefficient qui sert comme précédemment à régler le nombre de bits générés,
- . f(ν) est une fonction permettant de privilégier certaines bandes mission.

Logique de remise à jour

En début de vie, les tables de codage seront initialisées avec des valeurs issues de la recette sol de l'instrument (bruit) et des valeurs prédites par un modèle de transfert radiatif pour les spectres extrêmes atmosphériques. Des marges généreuses auront été prises afin d'éviter des saturations. Ces tables ne seront donc pas forcément optimales. Elles seront remises à jour par la TEC à partir

- des observations des spectres extrêmes accumulées par le logiciel opérationnel (algorithme EXS₁₀₀),
- des mesures de bruit de l'instrument qui sont réalisées par acquisition en mode calibration externe d'un grand nombre de spectres corps noir chaud (algorithme RNS₆₇). Ces mesures de bruit seront discutées dans la section 6.3.

6.3 INITIALISATION DES LIMITES DE BANDES

Les limites de bandes spectrales discutées ici sont utilisées dans pratiquement tous les algorithmes implémentés à bord de l'instrument IASI et dans le segment sol. La figure 6.3 ci-dessous rappelle les définitions employées.

⁹⁶ On prendra toutefois des marges suffisantes de façon à s'assurer que les imprécisions liées à la représentation des tables de codage sous forme de petits entiers ne conduisent pas à des saturations (OVERFLOW ou UNDERFLOW).

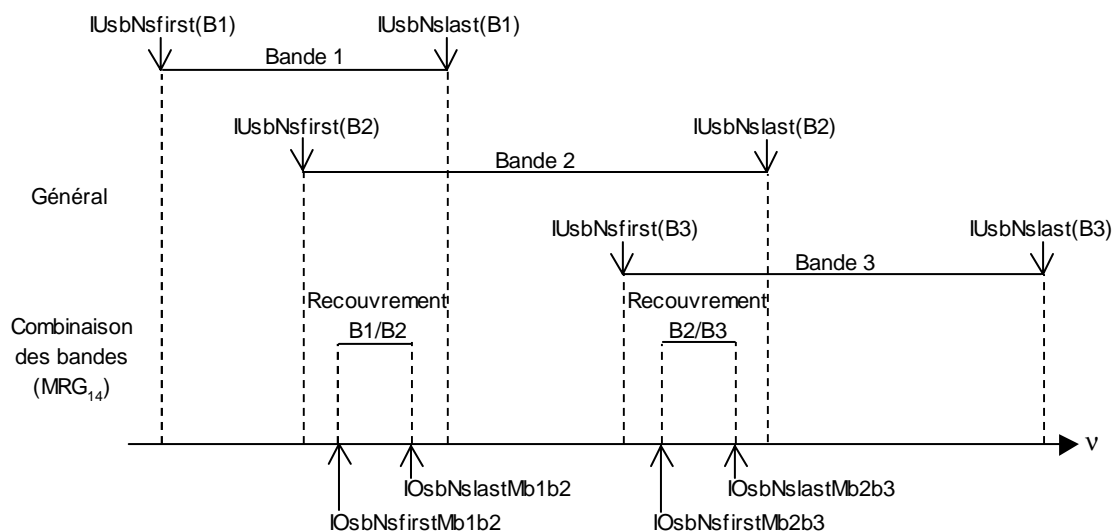


Figure 6.3 – Définition des limites de bandes spectrales utilisées à bord

La définition de ces bandes spectrales est déterminée par :

- l'évolution du bruit radiométrique de l'instrument qui, comme on l'a vu dans le § 4.7, varie fortement en fonction de ν et en particulier augmente fortement en limite de bande,
- les contraintes imposées par le logiciel bord.

On commence dans la section 6.3.1 par rappeler les contraintes. La section 6.3.2 présente l'interaction entre les différents algorithmes impliqués. La section 6.3.3 détaille les algorithmes d'estimation de bruit de l'instrument. La section 6.3.4 décrit les algorithmes d'initialisation des limites de bande proprement dits.

6.3.1 CONTRAINTES BORD

La spécification du DPS [DR23] fait apparaître les contraintes suivantes qui doivent être prises en compte pour définir les limites de bandes.

	Nombre d'échantillons maxi	Définition
Bande utile IASI	8500	$IUsbNslast(B3) - IUsbNsfirst(B1) + 1$
Bande B1	2500	$IUsbNslast(B1) - IUsbNsfirst(B1) + 1$
Bande B2	3500	$IUsbNslast(B2) - IUsbNsfirst(B2) + 1$
Bande B3	3600	$IUsbNslast(B3) - IUsbNsfirst(B3) + 1$
Zone de recouvrement B1/B2	240	$IOsbNslastMb1b2 - IOsbNsfirstMb1b2 + 1$
Zone de recouvrement B2/B3	400	$IOsbNslastMb2b3 - IOsbNsfirstMb2b3 + 1$

Table 6.1 – Largeur maximum des différentes bandes spectrales

6.3.2 ARCHITECTURE DES ALGORITHMES

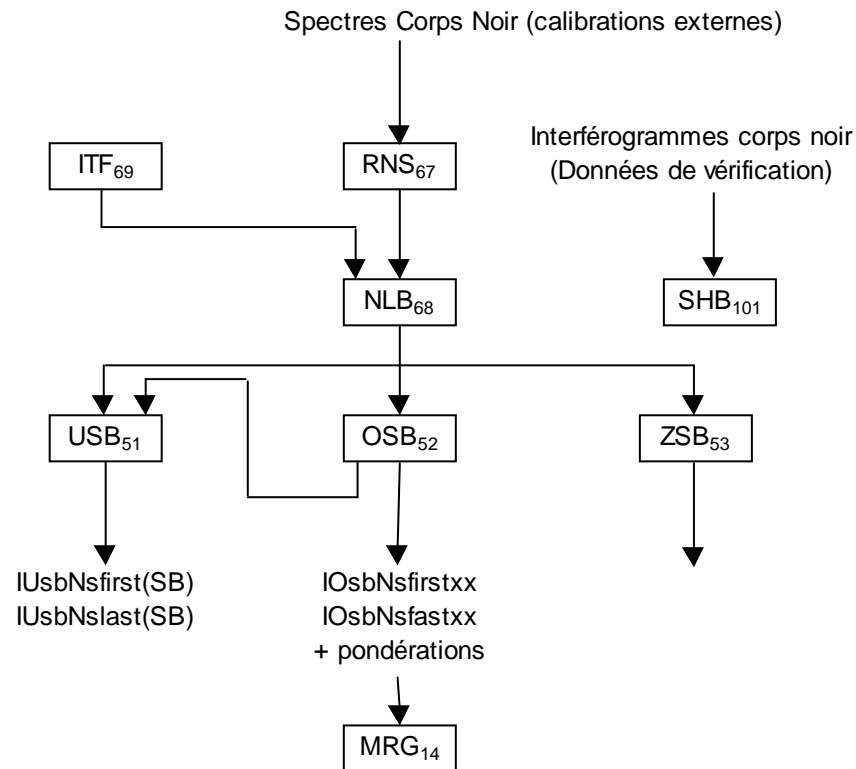


Figure 6.4 – Algorithmes d’initialisation des limites de bandes

L’algorithme RNS_{67} calcule le spectre de bruit de l’instrument IASI sur toute la bande utile. Cette détermination peut être rapide car elle repose sur l’évaluation de la dispersion de spectres corps noir (visée BB acquis en mode calibration externe. On dispose dans ce mode de 27 spectres toutes les 8 secondes pour chaque pixel (voir §3.4.6).

Cette méthode présente toutefois l’inconvénient de ne pas fournir le spectre de bruit brut sur la totalité de la bande acquise par une chaîne de mesure (voir la figure 6.5 ci-dessous). Or cette information est nécessaire pour le calcul des poids à utiliser dans l’algorithme MRG_{14} (voir § 4.7).

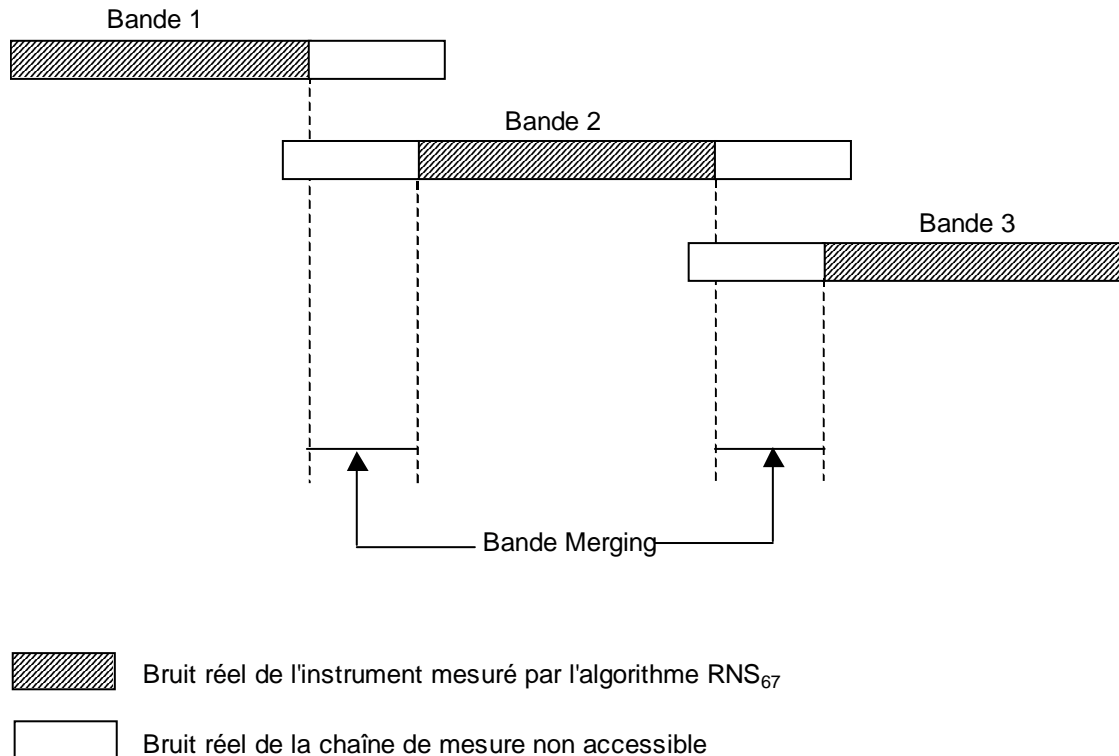


Figure 6.5 – Mesure du bruit de l'instrument fourni par l'algorithme RNS₆₇

Plusieurs solutions sont toutefois possibles pour accéder au bruit réel de la chaîne dans les zones de "band merging".

1. Extrapoler le bruit à partir des mesures fournies par RNS₆₇, de la connaissance de la fonction de transmission de l'interféromètre et de l'évolution connue du signal (spectre du corps noir) : algorithme NLB₆₈
2. Une autre solution plus drastique consisterait à réduire au minimum les plages de bande merging avant de faire les acquisitions en calibration externe pour l'estimation du bruit par RNS₆₇.

Une fois caractérisé le bruit de l'instrument pour chaque pixel et pour les 3 bandes spectrales, on commence par déterminer les zones de recouvrement entre bandes (SBL₅₆). En fait, cet algorithme calcule l'ensemble des données qui sont nécessaires à l'algorithme bord (MRG₁₄) (limites de bandes et poids).

A partir de ces zones de recouvrement, l'algorithme SBL_{56} détermine les limites de chacune des 3 bandes. Après validation de ces chiffres par l'opérateur de la TEC, l'algorithme USB_{51} calcule les valeurs de limites bandes qui sont effectivement utilisées par les algorithmes bord et sol.⁹⁷

Les limites de bandes calculées par ZSB_{53} sont utilisées pour le calcul des spectres réduits.

6.3.3 ESTIMATION DU BRUIT

A partir de spectres du corps noir de calibration obtenus dans le mode calibration externe (nombre de lignes AD), l'algorithme RNS_{67} détermine le bruit de l'instrument de la manière suivante.

1. Calcul de la moyenne du spectre sur chaque ligne (typiquement)
2. Calcul des écarts à cette moyenne pour chaque spectre de la ligne
3. Calcul des écarts quadratiques moyens (pour chaque échantillon spectral) sur l'ensemble des données disponibles.

Les spectres de bruit issus de RNS_{67} sont exprimés en luminance et en $Ne\Delta T$ pour une scène à 280 K afin de pouvoir les comparer facilement avec les spécifications instrument. En phase de routine, les spectres de bruit seront évalués à partir des spectres 1B calculés par l'OPS (accès aux données archivées dans le segment sol EPS).

L'algorithme SHB_{101} réalise les mêmes opérations mais sur un nombre de spectres nécessairement plus limité. En effet, ces spectres sont obtenus directement comme les transformées de Fourier inverses d'interférogrammes (visées BB) transmises dans les données de vérification. On obtient donc un seul interférogramme toutes les 8 secondes donnant l'information pour 1 pixel et 1 bande au lieu de 120 spectres couvrant les 3 bandes B1, B2 et B3 à disposition de l'algorithme RNS_{67} .

L'avantage des spectres de bruit obtenus par l'algorithme SHB_{101} est qu'ils fournissent beaucoup d'informations. En effet l'interférogramme étant fortement suréchantillonné, le spectre brut est obtenu jusqu'à un nombre ν_{max} approximativement égal à 6500 cm^{-1} . La présence d'une énergie importante (bruit ou moyenne) en dehors des bandes utiles définies est certainement le signe d'un problème (voir la section 8.2.1). Mais d'autre part, l'analyse de ce signal est la clé pour corriger certains défauts de l'instrument (voir § 6.6 et en particulier 6.6.3).

6.3.4 INITIALISATION DES LIMITES DE BANDES

6.3.4.1 ZONES DE RECOUVREMENT INTERBANDES (SBL_{56})

La détermination des zones de recouvrement interbandes (par exemple B1/B2) utilisées par l'algorithme MRG_{14} repose sur l'analyse de l'évolution du rapport entre les niveaux de bruit observé dans les deux bandes. La figure 6.6 ci-dessous montre une évolution théorique de ce rapport et illustre la méthode employée dans l'algorithme.

⁹⁷ Pour des raisons historiques, les conventions sur les numéros d'échantillons spectraux qui sont utilisés à bord et au sol sont différentes. $\nu_i = i \Delta\nu$ à bord, $\nu_k = (k-1)\Delta\nu$ au sol. Afin de minimiser le risque d'erreur, la conversion entre ces deux conventions est localisée dans l'algorithme USB_{51}

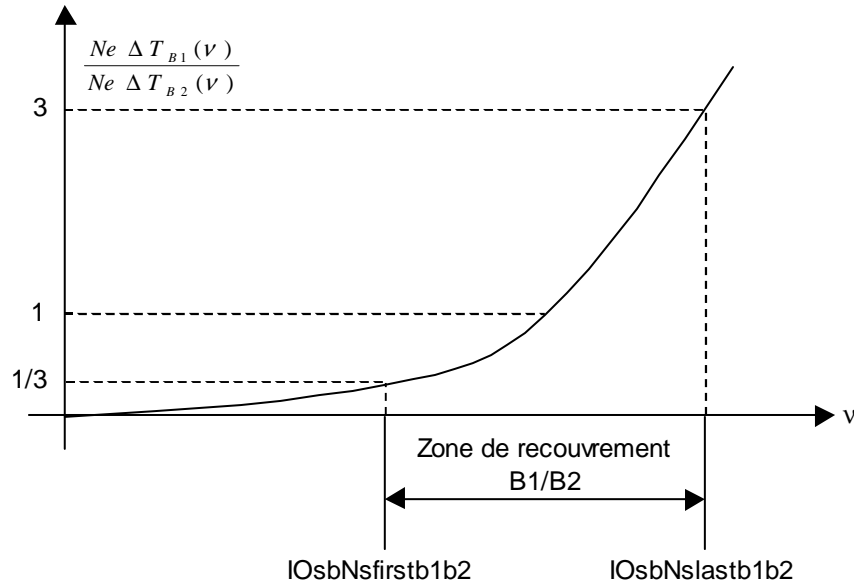


Figure 6.6 – Illustration de la méthode de détermination des limites de recouvrement (OSB₅₂)

Note : Le chiffre 3 est une valeur typique.

Le spectre combiné s'écrivant $S(v) = w(v)S_1(v) + (1 - w(v))S_2(v)$ (voir § 4.7).

La valeur de $w(v)$ qui minimise la variance du spectre $S(v)$

$$\sigma^2(v) = w^2(v)\sigma_1^2(v) + [1 - w(v)]^2\sigma_2^2(v)$$

vaut

$$w(v) = \frac{1}{\frac{\sigma_1^2(v)}{\sigma_2^2(v)} + 1} \quad (6-4)$$

La valeur 3 choisie ci-dessus pour illustrer la méthode correspond au choix d'arrêter les combinaisons de spectres dès que $w(v) \notin [0.1, 0.9]$.

Si les contraintes imposées par le logiciel bord (§ 6.3.1) le permettent, on peut prendre une valeur plus élevée pour cette valeur.

6.3.4.2 DETERMINATION DES LIMITES DES BANDES SPECTRALES UTILES (SBL₅₆)

L'algorithme part des limites de zones de recouvrement déterminées précédemment et des limites théoriques de la bande utile de IASI. Les 3 bandes qui sont définies par ces 6 valeurs sont arbitrairement étendues dans chaque direction d'une valeur constante. Ensuite, l'algorithme détermine s'il est encore possible d'étendre la bande sans dépasser un seuil fixé sur le bruit.

Encore une fois l'algorithme fait l'hypothèse d'un spectre de bruit "lisse". La sélection des limites de bandes pourrait ici aussi se faire manuellement au vu de tracés du spectre de bruit. Il serait sage toutefois d'implémenter une vérification automatique du respect des contraintes imposées par le logiciel bord.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 111 of : 502
---	---	--	--

6.3.4.3 DETERMINATION DES LIMITES DE BANDES DES SPECTRES REDUITS DE CALIBRATION (ZSB₅₃)

Cet algorithme fournit pour la bande de détermination du ZPD (nominalement B3) les limites de la zone à l'intérieur de laquelle le rapport signal à bruit est supérieur à une borne donnée. Il s'agit donc d'un algorithme très similaire à celui qui détermine les bandes utiles. Toutes les remarques faites dans la section précédente s'appliquent et ne seront pas reprises ici.

Les bornes déterminées ici sont celles qui définissent la plage spectrale utilisée pour le calcul de la moyenne à la droite de calibration dans l'algorithme ZPD₄ (voir § 3.3.3 pour un rappel de ces notions).

6.4 INITIALISATION DES FONCTIONS SPECTRALES

L'objectif de cette section est de définir comment sont calculées les tables décrivant les fonctions spectrales utilisées notamment par les algorithmes du segment sol opérationnel (voir section 5). Il s'agit :

- des fonctions de calibration spectrale
- des fonctions d'apodisation.

De plus on verra aussi comment sont calculées les fonctions d'instrument qui sont transmises à Eumetsat pour les utilisateurs qui souhaiteraient utiliser les produits 1B.

Enfin on trouvera dans la section 6.4.2 la véritable définition précise de l'axe interférométrique.

Note importante : tous les algorithmes décrits dans cette section correspondent à une définition préliminaire issue de la phase B. Ils sont de la responsabilité du maître d'œuvre instrument et sont susceptibles d'être modifiés à la suite des caractérisations de l'instrument effectuées au cours de la recette sol.

6.4.1 ARCHITECTURE GENERALE

Ainsi que le montre la théorie décrite dans les sections 3.5 à 3.7, toutes les caractéristiques spectrales de l'instrument se déduisent de la fonction d'autoapodisation. Le modèle optique et géométrique de l'instrument sur lequel repose le calcul de cette fonction est décrit en détail dans la section 6.4.2.

L'algorithme correspondant est SAF₇₆ (complété par SAS₇₇).

Les entrées du modèle nécessaires à cet algorithme sont préparées par CCO₅₇ (calcul de l'offset long terme du coin de cube) et CCM₆₅ (initialisation du mouvement du coin de cube).

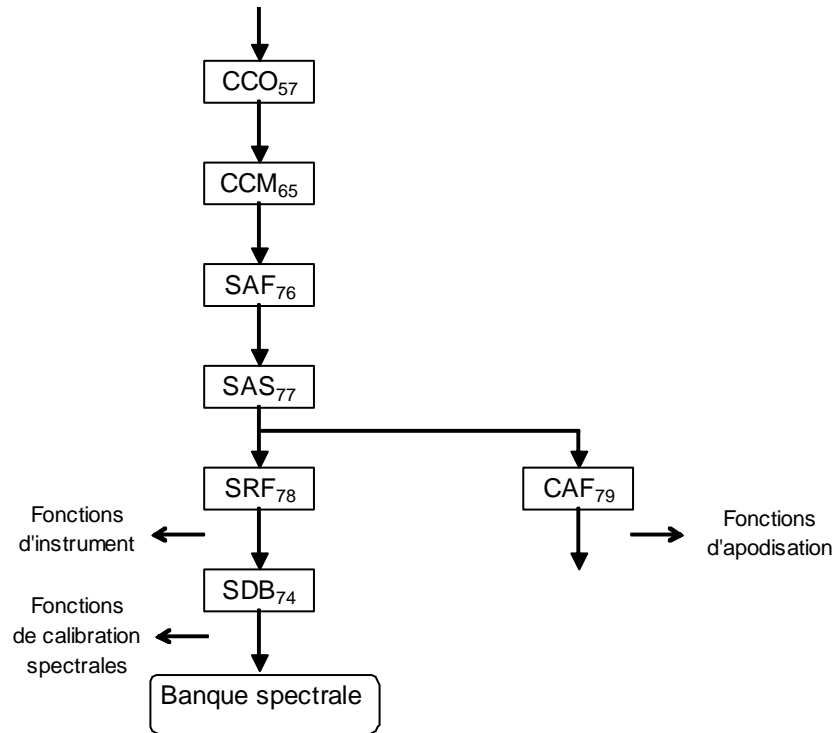


Figure 6.7 – Initialisation des fonctions spectrales

Enfin, les trois derniers algorithmes SRF₇₈, CAF₇₉ et SDB₇₄ calculent ce qui est réellement la sortie de ce groupe d'algorithmes, c'est-à-dire :

- les fonctions d'instrument (SRF₇₈)
- les fonctions d'apodisation (CAF₇₉)
- les fonctions de calibration spectrales (SDB₇₄)

Toutes ces fonctions doivent être tabulées pour les 121 positions de l'axe interférométrique de la grille définie au § 5.1.6. Collectivement ces tables constituent la banque spectrale IASI qui est calculée par l'algorithme SDB₇₄.

6.4.2 MODELE OPTIQUE ET GEOMETRIQUE DU SONDEUR IASI

6.4.2.1 INTEGRATION DANS LE CHAMP

On conserve pour le moment le modèle extrêmement simple de l'interféromètre qui a été introduit dans la section 3.5 et qui fait l'hypothèse que tous les éléments (coins de cube, lame séparatrice et mécanisme de mouvement du coin de cube) sont parfaits sans être forcément parfaitement alignés.

La fonction d'autoapodisation a été introduite en §3.6.1. On a vu qu'elle était définie par la formule (13)

$$A(x, \nu) = I(x, \nu) e^{i2\pi x \nu} \quad (6-5)$$

$I(x, \nu)$ représente l'interférogramme correspondant à une onde plane monochromatique ν pour une position du coin de cube mobile conduisant à une différence de marche x sur l'axe. Tout le problème revient donc à calculer l'interférogramme théorique $I(x, \nu)$.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 113 of : 502
---	---	--	--

Comme l'état d'interférence varie dans le champ (voir par exemple les figures 3.20) on doit se donner une forme de pixel pour pouvoir calculer cet interférogramme théorique. Cette forme de pixel est donnée par une fonction $IPSF(\vec{u})$ dépendant de la direction de visée \vec{u} . Cette fonction décrit la non uniformité de réponse du pixel dans le champ. Elle est normalisée ($\int_{pixel} IPSF(\vec{u}) dS = 1$).

On obtiendra donc l'interférogramme théorique en intégrant sur toute la surface du pixel

$$I(x, \nu) = \int_{pixel} I(x, \nu, \vec{u}) IPSF(\vec{u}) dS \quad (6-6)$$

$I(x, \nu, \vec{u})$ est l'interférogramme qui serait observé par un pixel infiniment petit situé dans la direction \vec{u} . On s'intéresse ici aux deux composantes de l'interférogramme complexe. On a donc :

$$I(x, \nu, \vec{u}) = e^{i2\pi\nu 2\overrightarrow{C1C2} \cdot \vec{u}} \quad (6-7)$$

x est la différence de marche comptée sur l'axe de déplacement théorique du coin de cube (axe \vec{x})

$$x = 2\overrightarrow{C1C2} \cdot \vec{x}$$

Avant d'aller plus loin, c'est-à-dire avant de définir le repère de référence (\vec{x} , \vec{y} , \vec{z}) et la trajectoire du vecteur $\overrightarrow{C1C2}$, il est nécessaire de modifier légèrement le modèle pour tenir compte de l'épaisseur finie de la lame séparatrice. C'est ce qui va être décrit dans la section suivante.

6.4.2.2 OFFSET CHROMATIQUE

Le modèle de calcul présenté dans la section précédente doit être modifié légèrement pour tenir compte du chromatisme introduit par la configuration optique de l'instrument qui n'est pas tout à fait classique⁹⁸.

On se référera à [DR36] pour une présentation détaillée des propriétés de cette configuration. On peut toutefois comprendre qualitativement le phénomène qui conduit à la nécessité de la correction de « l'offset chromatique » selon la terminologie employée dans la fiche SAF₇₆.

Cette notion d'offset chromatique est liée au décalage latéral des rayons qui sortent d'une lame à face parallèle attaquée sous incidence. Ce décalage dépend de l'indice de réfraction du matériau et donc de la longueur d'onde de la radiation incidente. On se reportera à la figure 6.8 ci-dessous sur laquelle on a tracé 2 rayons ayant une même origine mais de longueur d'onde différente.⁹⁹

⁹⁸ la lame compensatrice déportée est orthogonale au faisceau au lieu d'être parallèle à la séparatrice

⁹⁹ les angles d'incidence sur la lame ne sont pas respectés pour faciliter la représentation des rayons réfractés

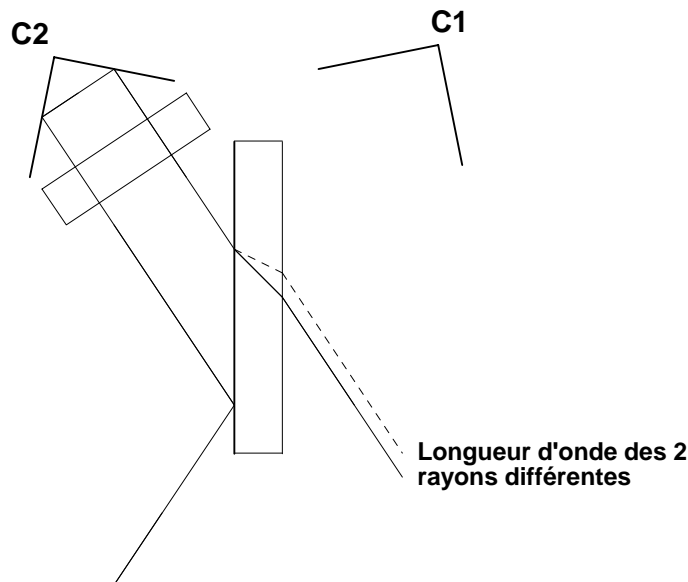


Figure 6.8 – Chromatisme d’une lame à faces parallèles

Sur la figure 6.9 on a tracé la trajectoire de ces mêmes rayons cette fois dans les deux bras de l’interféromètre de manière à montrer les effets différentiels qui sont à l’origine de « l’offset chromatique ».

On voit sur cette figure que, pour une longueur d’onde particulière (rayon tracés en traits continus), les rayons issus des 2 bras sont confondus. Un observateur qui placerait son oeil à la sortie de l’interféromètre verrait donc les sommets des 2 coins de cube confondus pour cette longueur d’onde particulière.

Pour une autre longueur d’onde en revanche les rayons des 2 bras sont décalés. L’observateur observerait alors un décalage entre les deux coins de cube. Ce phénomène purement optique est absolument indiscernable d’un décalage qui serait dû à un déplacement d’un des 2 coins de cube. On parle donc de l’« offset chromatique »¹⁰⁰ qui est représenté sur la figure 6.10 ci-dessous.

¹⁰⁰ les différences de trajet optique entre les deux bras dont on vient de discuter ici induisent aussi une variation de la position du ZPD en fonction de la longueur d’onde de la radiation incidente. C’est l’explication de la fonction d’erreur de phase théorique dont il sera question au paragraphe suivant.

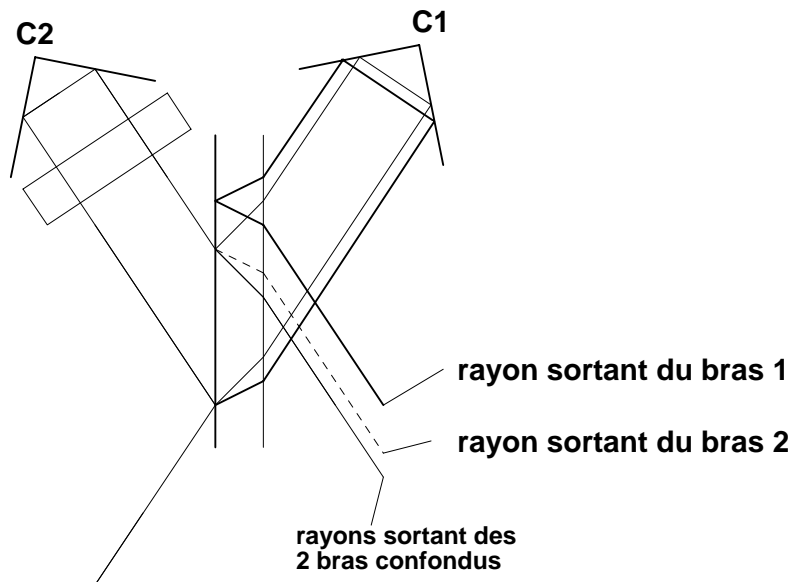


Figure 6.9 – Chromatisme différentiel entre les deux voies

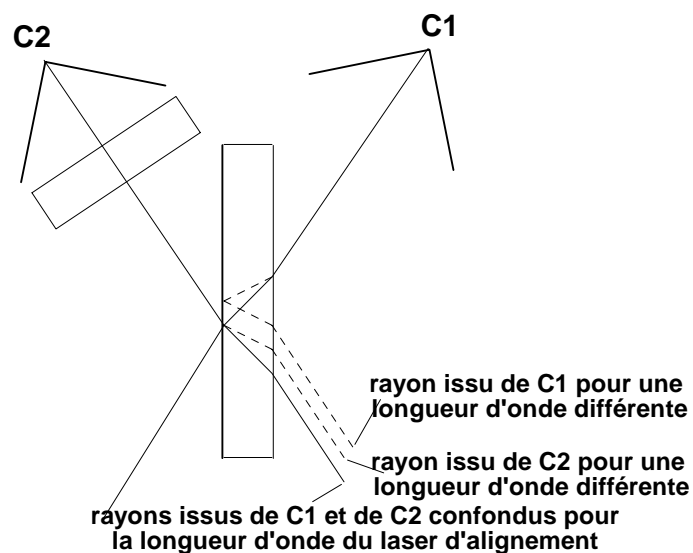


Figure 6.10 – “Offset chromatique” du coin de cube

6.4.2.3 REPERE DE REFERENCE

Il nous reste maintenant à rassembler ce qui vient d’être dit ci-dessus pour préciser le modèle de calcul de la fonction d’autoapodisation. Pour cela il faut définir l’espace dans lequel on travaille.

Dans la section d’introduction (§3.5) on a présenté l’offset du coin de cube à partir de l’image CC2’ du coin de cube mobile CC2 dans l’espace du coin de cube fixe CC1. En fait, parler d’image devient un abus de langage à partir du moment où on a introduit une lame séparatrice épaisse dans le modèle. **Ce qu’on cherche**

réellement, c'est à déterminer la position, dans l'espace de sortie de l'interféromètre, des coins de cube qui donneraient les mêmes plans d'onde que l'interféromètre réel ¹⁰¹.

C'est donc dans cet espace de sortie qu'est défini le repère de référence $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$:

- l'axe \vec{x} est l'axe nominal de déplacement du coin de cube,
- l'axe \vec{z} est dans le plan de la lame séparatrice orthogonal à \vec{x} ,
- l'axe \vec{y} complète le trièdre direct $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

6.4.2.4 TRAJECTOIRE DU COIN DE CUBE

La trajectoire relative des 2 coins de cube (vecteur $\overrightarrow{C1C2}$) peut alors être donnée sous forme paramétrique par ses 3 composantes dans cet espace (variables $ApexX$, $ApexY$, $ApexZ$ dans les fiches descriptives)

$$\overrightarrow{C1C2}(t) = ApexX(t) \vec{x} + (y_0 + ApexY(t)) \vec{y} + (z_0 + ApexZ(t)) \vec{z} + \vec{\delta}_c(v, \vec{u}) - \vec{\delta}_c(v_0, \vec{x}) \quad (6-8)$$

(y_0, z_0) est « l'offset constant » du coin de cube dont on a déjà parlé (qui peut être réévalué en vol grâce à l'algorithme CCO₅₇)

$(ApexX(t), ApexY(t), ApexZ(t))$ est une correction qui a été caractérisée en recette équipement (composante linéaire ou parabolique du mouvement par exemple)

$\vec{\delta}_c(v, \vec{u})$ est l'offset chromatique discuté en § 6.4.2.2

v_0 est le nombre d'ondes pour lequel l'effet de l'offset chromatique est minimisé¹⁰² C'est normalement le nombre d'ondes du laser d'alignement

6.4.2.5 DESCRIPTION DES PIXELS DU SONDEUR (IPSF)

La géométrie des pixels du sondeur ¹⁰³ est définie par le diaphragme de champ placé dans le plan focal du miroir M4 (voir la figure 3.17). Cette géométrie est donc parfaitement figée et déterminée une fois pour toute lors des caractérisations de l'instrument qui sont effectuées pendant le recette au sol.

Cependant la position de ce diaphragme est susceptible d'évoluer par rapport à la trajectoire du CC. C'est la cause du déplacement de l'axe interférométrique.

La géométrie relative des pixels ainsi que leur taille reste donc fixe au cours du temps. On la décrira dans un repère de référence (O, \vec{y}, \vec{z}) où le point O est une origine quasiment arbitraire située approximativement au milieu des 4 pixels et qui est nominalement située sur l'axe \vec{x} si l'interféromètre est parfaitement aligné. Elle

¹⁰¹ c'est aussi ce que l'on faisait implicitement dans le modèle à lame séparatrice infiniment mince, puisqu'alors il n'y a pas de différence entre l'espace du CC1 et l'espace de sortie.

¹⁰² l'effet ne peut pas être annulé dans tout le champ de l'instrument. On le minimise en l'annulant au centre du champ, c'est-à-dire dans la direction \vec{x}

¹⁰³ forme et position relative des pixels

sera donnée pour chaque pixel p par une matrice W_{ij}^p donnant la valeur de l'IPSF du pixel p sur une grille régulière¹⁰⁴ (voir fig. 6.11 ci-dessous).

Note : La figure ci-dessous n'a pas vocation à décrire la position des pixels du sondeur dans le repère plan focal. Cette description est en effet contenue dans le fichier de configuration OPS et pourra donc être modifiée au cours de la recette en vol de l'instrument IASI.

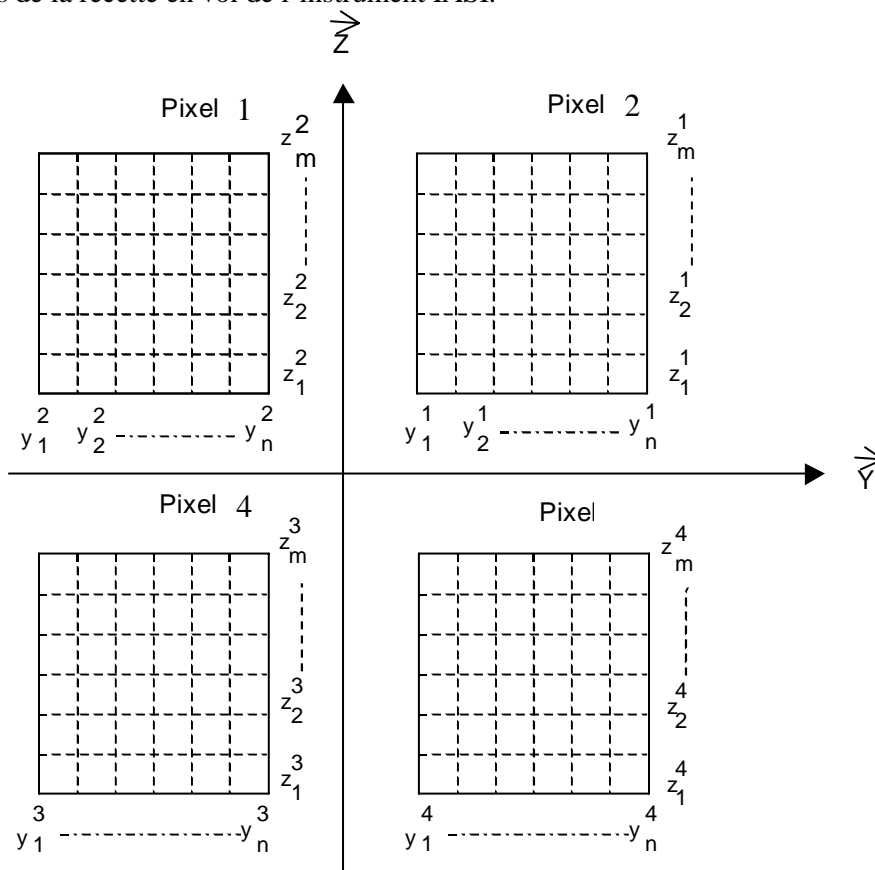


Figure 6.11 – Grille de description des IPSF dans le repère nominal instrument

Compte tenu de cette description des pixels sondeurs, on obtient l'IPSF dans la direction $\vec{u} = \vec{x} + Y\vec{y} + Z\vec{z}$ et pour une position donnée de l'axe interférométrique $\vec{a} = \vec{x} + Y_A\vec{y} + Z_A\vec{z}$ par $IPSF^p(\vec{u}) = W_{ij}^p$ où i et j sont définis par $y_i \leq Y - Y_A < y_{i+1}$ et par $z_j \leq Z - Z_A < z_{j+1}$.

La position de l'axe interférométrique est donc l'endroit où l'axe \vec{x} "perce" le plan des pixels.

¹⁰⁴ La grille définissant l'IPSF de chaque pixel est de taille 100 x 100 ou inférieure ; elle décrit le pixel avec une résolution angulaire de 0,5 mrad nominalement.

6.4.2.6 ECHANTILLONNAGE

On a vu dans la section 3.2.4 que l'interférogramme est échantillonné tous les $0,7 \mu\text{m}$ environ. La valeur de ce pas doit être rigoureusement constante et connue avec une grande précision car c'est elle qui fixe les nombres d'ondes ν_n pour lesquelles les spectres bruts sont calculés à bord (formules (9a) et (9b)).

Comme la vitesse de déplacement du miroir mobile ne peut pas être stabilisée avec une précision suffisante, les instants d'échantillonnage ne sont pas fournis par une horloge stable. En fait, ils sont fournis par un deuxième interférogramme auxiliaire obtenu à partir d'une source de référence monochromatique (L) dont la longueur d'onde est parfaitement connue (laser). La figure 6.12 ci-dessous montre le schéma de principe d'obtention d'un tel interférogramme auxiliaire.

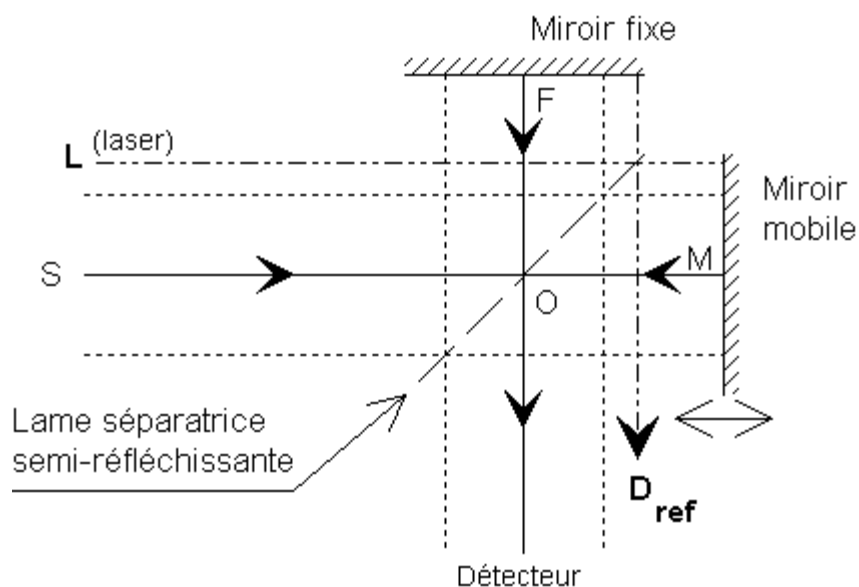


Figure 6.12 – Interférogramme de référence

L'analyse du §3.2.1 qui s'applique directement montre alors que l'interférogramme de référence s'éteint régulièrement avec une périodicité spatiale rigoureusement constante¹⁰⁵, égale à la moitié de la longueur d'onde du laser de référence. Les passages à zéro de ce signal (dits signal RPD pour *Reference Path Difference*) sont utilisés pour déclencher le prélèvement des échantillons de l'interférogramme mesuré.

Plus précisément, l'interférogramme laser s'écrit :

$$I(x) = \cos(2\pi\nu_{\text{laser}}x)$$

où

$$x = 2C_1C_2 \cdot \vec{u}_{\text{laser}}$$

on voit que les positions d'échantillonnage sont obtenues pour :

¹⁰⁵ Laser stabilisé par une transition moléculaire de l'acétylène.

$$\overrightarrow{C_1 C_2} \cdot \vec{u}_{laser} = \frac{k}{4\nu_{laser}} + \varepsilon \quad k=\text{entier} \quad (6-9)$$

Le terme ε est induit par le retard dans les chaînes électroniques.

La figure 6.13 fournit une interprétation géométrique de l'équation (6-9). Elle montre les positions géométriques du coin de cube (vecteur $\overrightarrow{C_1 C_2}$) correspondant aux échantillons de l'interférogramme.

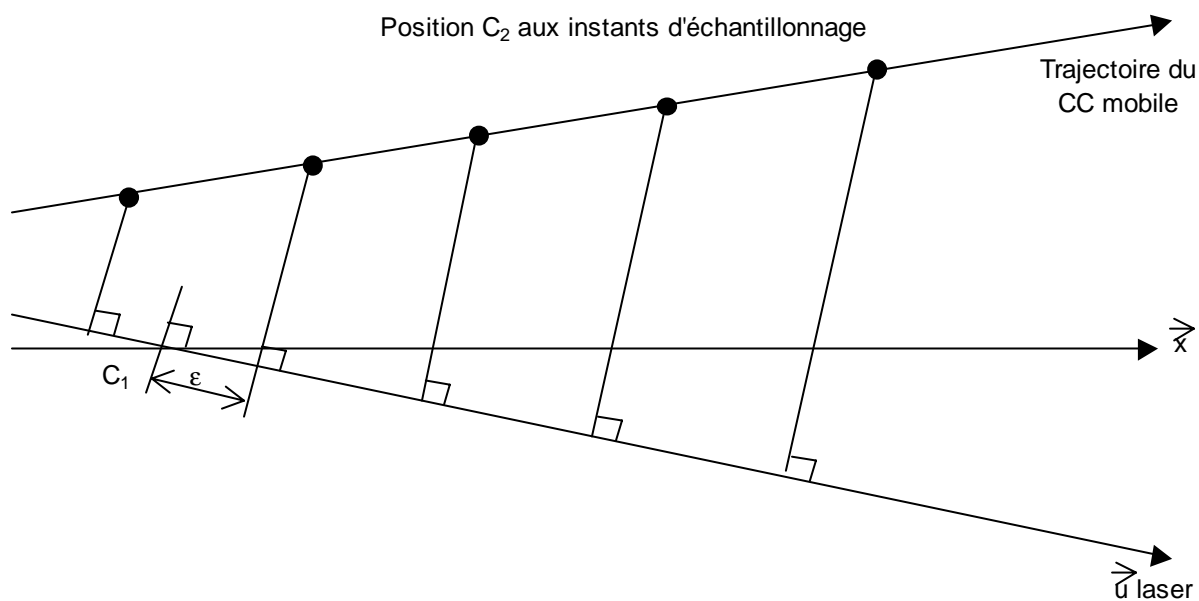


Fig . 6.13 – Géométrie de l'échantillonnage

Note : Si l'alignement de l'interféromètre était parfait, la trajectoire du coin de cube mobile serait parallèle à l'axe du laser \vec{u}_{laser} .

D'autre part l'axe de référence \vec{x} qui pour le moment n'a pas été matérialisé peut être considéré comme étant confondu avec \vec{u}_{laser} (par définition).

6.4.3 DETERMINATION DE L'OFFSET DU COIN DE CUBE (CCO₅₇)

6.4.3.1 INTRODUCTION

Un paramètre d'entrée pour le calcul des fonctions spectrales est "l'offset constant" du coin de cube

$$y_0 \vec{y} + z_0 \vec{z}$$

qui intervient dans l'équation (6-8). On a vu son importance dans le § 3.6.1 (figure 3.21b).

Ce défaut d'alignement sera caractérisé en recette sol instrument (on cherche à le réduire au maximum) mais il est susceptible d'évoluer notamment à cause des charges subies au lancement. Il est donc prévu de le réestimer en vol (algorithme CCO₅₇).

Au sol, la caractérisation peut se faire en analysant l'enveloppe d'un interférogramme laser qui fournit "directement" le module de la fonction d'auto-apodisation.

6.4.3.2 PRINCIPE DE L'ALGORITHME

En vol, on est amené à utiliser une technique complètement différente. Celle-ci repose sur le fait que la position du Zpd par rapport aux points d'échantillonnage dépend de l'amplitude de l'offset constant du coin de cube pour un pixel hors axe (voir figure 6.14 ci-dessous).

Pour tracer cette figure on a utilisé le fait que la différence de marche nulle (Zpd) pour une direction d'observation \vec{u} est obtenue lorsque le vecteur $\overrightarrow{C_1 C_2}$ est perpendiculaire à \vec{u} (puisque la différence de marche vaut $x = 2\overrightarrow{C_1 C_2} \cdot \vec{u}$). On a d'autre part considéré pour simplifier la figure que l'axe \vec{x} était défini par la direction du laser Rpd et que la direction de déplacement du coin de cube était parallèle à cet axe.

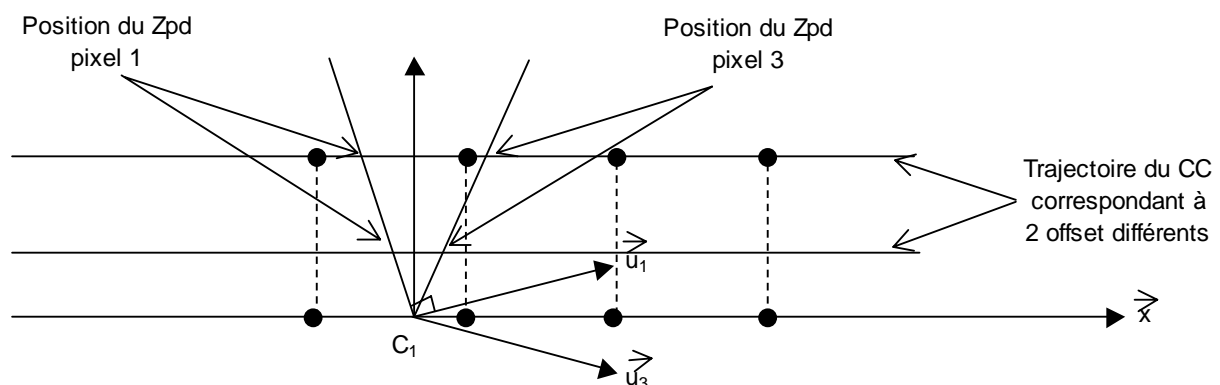


Fig. 6.14 – Principe de détermination de l'offset constant du CC en vol

La figure est tracée dans le plan qui contient le centre de 2 pixels symétriques par rapport à l'axe (par exemple les pixels 1 et 3).

On voit que la distance entre les positions du Zpd déterminées sur les interférogrammes 1 et 3 croît linéairement avec l'amplitude de l'offset du CC (on utilise la différence entre 2 valeurs pour éliminer l'erreur ε due au retard dans les chaînes électroniques).

Plus précisément, on obtient les équations de la fiche algo CCO₅₇ de la façon suivante.

Si on écrit la trajectoire¹⁰⁶ :

$$\overrightarrow{C_1 C_2}(x) = \overrightarrow{C_1 C_{2_0}} + x\vec{x} = y_0\vec{y} + z_0\vec{z} + x\vec{x}$$

La position x_p du Zpd pour chaque pixel p est donnée par :

$$\overrightarrow{C_1 C_2}(x_p - \varepsilon) \cdot \vec{u}_p = 0$$

¹⁰⁶ Cette équation est cohérente avec l'équation (6-8) parce qu'on construit les fonctions ApexY et ApexZ de telle sorte qu'elles soient nulles lorsque $x = 0$.

où \vec{u}_p est la direction du centre du pixel p

d'où
$$\overrightarrow{C_1 C_{20}} \cdot \vec{u}_p + (x_p - \varepsilon) \vec{x} \cdot \vec{u}_p = 0$$

et en choisissant un pixel particulier p_0 (par exemple le pixel 1 s'il est disponible) on obtient 3 équations

$$\overrightarrow{C_1 C_{20}} \cdot (\vec{u}_p - \vec{u}_{p0}) = (x_{p0} - x_p) \vec{x} \cdot \vec{u}_p \quad (6-10)$$

qui permettent de déterminer les 2 composantes (y_0, z_0) de $\overrightarrow{C_1 C_{20}}$ lorsqu'on connaît les 4 valeurs de x_p ¹⁰⁷.

Ces valeurs sont un sous produit des calculs des spectres réduits (algorithmes RSC₅₄ et RSH₅₅) et d'un post traitement qui va être expliqué dans la section suivante.

On peut noter que la géométrie fait qu'une erreur de détermination de la position du Zpd entraîne une erreur sur l'offset restitué qui est environ 50 fois plus importante. Il est donc nécessaire de moyenner les positions x_p sur plusieurs interférogrammes avant de les utiliser en entrée de CCO₅₇ pour diminuer le bruit.

On a le choix de faire la détermination d'offset du coin de cube à partir des Zpd de visées espace froid (fournis par RCS₅₄) ou de visée corps noir (fournis par RSH₅₅).

On utilisera nominalelement les visées espace froid car cela demande deux fois moins d'interférogrammes et donc réduit la durée nécessaire à l'acquisition des interférogrammes de vérification.

L'inconvénient est que le bruit risque d'être un peu plus élevé que sur les Zpd corps noir. Si le bruit est trop élevé, on se rabattra sur cette dernière solution.

6.4.3.3 MISE EN COHERENCE DES ZPD SUR LES 4 PIXELS

Les algorithmes de calcul des spectres réduits (RSC₅₄ et RSH₅₅) fournissent comme sous produit la position du Zpd pour chaque interférogramme qui leur est transmis.

Cette position est définie par le nombre d'échantillons qui séparent le Zpd du premier point de l'interférogramme (partie entière et fraction d'échantillon).

On sait que la position géométrique correspondant au Zpd évolue très peu au cours du temps et pourtant on va observer des fluctuations importantes (de quelques dizaines d'échantillons) de la position du Zpd restitué d'une ligne à l'autre. Ces fluctuations sont simplement dues au fait que le premier point des interférogrammes ne correspond pas toujours à la même position géométrique du CC (jitter de l'horloge ASE qui déclenche le début de l'acquisition).

Comme les 4 Zpd utilisés pour déterminer l'offset CC sont acquis sur des lignes différentes¹⁰⁸, il est nécessaire de corriger les sorties de RSC₅₄ et RSH₅₅ avant d'appeler CCO₅₇. On va décrire la méthode en considérant l'utilisation de 4 interférogrammes seulement.

La généralisation à un nombre d'interférogrammes plus important pour réduire le bruit est immédiate.

¹⁰⁷ Pour obtenir les formules de la fiche CCO₅₇, il faut tenir compte de l'approximation $\vec{x} \cdot \vec{u}_p \approx 1$.

¹⁰⁸ On les obtient nominalelement à partir d'interférogrammes CS transmis dans les données de vérification ; il n'y en a donc qu'un seul par ligne.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 122 of : 502
---	---	--	--

On dispose de :

- 4 positions y_p de ZPD déterminées au sol à partir des interférogrammes de vérification I_p ($p = 1, 2, 3$ ou 4 est le numéro du pixel correspondant),
- 16 valeurs n_{pq} de NZPD déterminées à bord par l'algorithme ZPD₄ (transmises dans la télémessure scientifique).

$n_{p1}, n_{p2}, n_{p3}, n_{p4}$ sont les valeurs de NZPD déterminées sur les interférogrammes acquis en même temps que l'interférogramme de vérification I_p (on doit donc avoir la relation $n_{pp} = E(y_p)$).

Comme on suppose que la position géométrique du Zpd n'évolue pas, on peut reconstituer un ensemble cohérent (x_1, x_2, x_3, x_4) de position de ZPD sur les 4 pixels par :

$$x_q = n_{pq} + \delta_q$$

où

$$\delta_1 = y_1 - n_{11}, \delta_2 = y_2 - n_{22}, \delta_3 = y_3 - n_{33}, \delta_4 = y_4 - n_{44}$$

6.4.4 CALCUL DES FONCTIONS D'AUTO-APODISATION

La fonction d'auto-apodisation $A(x, \nu)$ est tabulée pour :

- les 301 points x_i correspondant à une discrétisation régulière de la différence de marche,
- les 142 nombres d'ondes $\mu_k = 645, 660, \dots, 2760 \text{ cm}^{-1}$,
- les 121 positions de l'axe interférométrique correspondant à la grille définie au § 5.1.6 conformément au modèle de calcul décrit au § 6.4.2.

Le résultat est modifié légèrement par l'algorithme SAS₇₇ pour prendre en compte les défauts éventuels (négligeables en théorie) du laser d'échantillonnage.

Ce dernier algorithme détermine d'autre part l'argument (phase) des 142 nombres complexes $A(0, \mu)$. Ces valeurs représentent la fonction d'erreur de phase modélisée $\varphi_{\text{ext}}(\mu)$ qui est due à la configuration à lame compensatrice déportée. Cette fonction est définie et utilisée dans la section 6.5 (initialisation des spectres réduits) où ces affirmations sont justifiées.

Enfin, les nombres complexes $A(x, \mu)$ sont remplacés par $(A(x, \mu)e^{-i \arg[A(0, \mu)]})$ afin que le module de A ne soit pas modifié et que $A(0, \mu)$ soit un nombre réel.

Cette "normalisation" est nécessaire pour que les fonctions d'instrument modélisées soient compatibles avec les spectres calibrés radiométriquement.

6.4.5 FONCTIONS D'INSTRUMENT (SRF₇₈)

Celles-ci sont les transformées de Fourier inverses des fonctions d'auto-apodisation (voir la formule (19) du § 3.7). Les fonctions d'auto-apodisation étant calculées pour un nombre fini de fréquences μ_k (cf § précédent) distantes de 15 cm^{-1} , les fonctions d'instrument seront aussi calculées pour ces fréquences.

La fonction d'instrument globale ISRF(ν, ν_0) sera alors calculée par interpolation linéaire entre ISRF(ν, ν_0, μ_k) et ISRF(ν, ν_0, μ_{k+1}). On n'a donc besoin de connaître les ISRF que sur un intervalle de 30 cm^{-1} (c'est la même chose que pour l'apodisation des spectres 1C, voir § 5.1.5). Elles sont tabulées dans la base de données spectrale sur $\pm 16 \text{ cm}^{-1}$ autour du centroïde. Le nombre de points de discrétisation est égal à 2049.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 123 of : 502
---	---	---	--

A l'intérieur de l'algorithme, elles sont en fait calculées sur une largeur d'environ $\pm 32 \text{ cm}^{-1}$ pour tenir compte de la nécessité de les recentrer sur leur centre de gravité.

Le pas de discrétisation en x des fonctions d'autopodisation est choisi pour avoir un point de la discrétisation aux deux extrémités de la différence de marche effective des interférogrammes bord. Du fait que cette différence de marche maximale n'est pas exactement égale à $\pm 2 \text{ cm}$ (env. 1.968 cm), la TF de la fonction d'autoapodisation ne fournit pas les ISRF sur la base de nombre d'ondes désirée. C'est le rééchantillonnage, qui est de toute façon nécessaire pour recentrer les ISRF sur leur centre de gravité, qui permet d'obtenir les ISRF tabulées sur la base spectrale nominale.

Les fonctions d'apodisation ont été tabulées avec un pas approximativement égal à $\frac{4.02 \text{ cm}}{300}$. Il est donc

nécessaire de les rééchantillonner.

L'algorithme SRF_{78} réalise toutes ces opérations et calcule ensuite par FFT

$$F(\nu) = \text{TF}^{-1}(A_\mu)(\nu - \mu)$$

Le centre de gravité de F

$$\nu_G = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \nu |F(\nu)|^2 d\nu}{\int_{-\infty}^{\infty} |F(\nu)|^2 d\nu}$$

représente le décalage spectral de la fonction d'instrument (lié essentiellement au fait que les pixels IASI ne sont pas sur l'axe comme le montre l'annexe 6).

L'algorithme SRF_{78} se termine par le recentrage de la fonction d'instrument sur son centre de gravité et par sa normalisation.

$$\text{ISRF}(\mu, \nu) = \text{Re} \left[F(\nu - \nu_G) / \int_{-\Delta\nu}^{\Delta\nu} F(\nu - \nu_G) d\nu \right]$$

6.4.6 FONCTIONS DE CALIBRATION SPECTRALE (SDB₇₄)

Le calcul est immédiat une fois que celui des fonctions instrument est terminé. En effet, le décalage spectral $\Delta\nu(\mu_k)$ a été calculé pour chaque nombre d'ondes μ_k par l'algorithme SRF_{78} .

La fonction de calibration spectrale fcs au point μ_k est tout simplement

$$fcs(\mu_k) = 1 + \frac{\Delta\nu(\mu_k)}{\mu_k}$$

La fonction $fcs(\nu)$ est obtenue en tous les points ν^{IB} par une simple interpolation spline cubique.

6.4.7 FONCTIONS D'APODISATION (CAF₇₉)

L'algorithme applique simplement la définition

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 124 of : 502
---	---	--	--

$$Af(x, \mu) = \frac{TF(G)(x)}{A(x, \mu)}$$

et rééchantillonne cette fonction avec un pas (AD).

6.5 INITIALISATION DES SPECTRES REDUITS

6.5.1 INTRODUCTION

Le but de ce groupe d'algorithmes (RSC₅₄, RSH₅₅) est de calculer les spectres initiaux qui sont nécessaires au fonctionnement de l'algorithme bord ZPD₄.

Ces spectres sont le résultat du traitement d'interférogrammes de calibration (visées corps noir chaud BB ou espace froid CS)

- dont le nombre de points est réduit (512 nominale)
- qui sont centrés sur l'échantillon central NZPD.

C'est bien sûr la détermination de cet échantillon central qui constitue la principale difficulté de ces algorithmes. La suite de cette section 6.5 sera donc consacrée à cet aspect.

Mise à jour des spectres réduits

Une valeur initiale des spectres réduits est déterminée en recette sol instrument et est implantée à bord avant le lancement. Cette version peut être calculée par les méthodes décrites dans cette section.

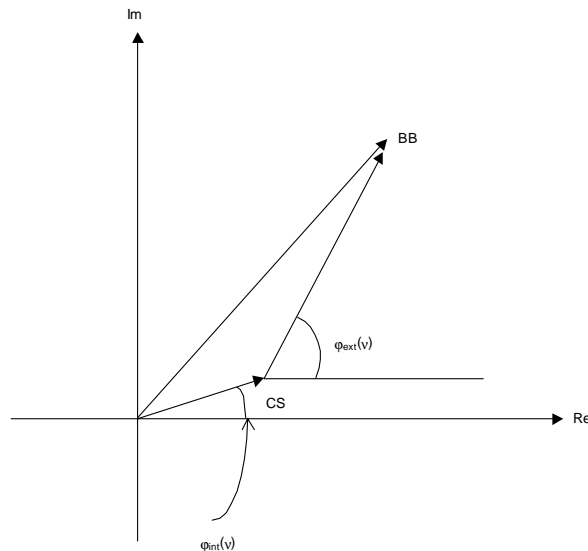
Il serait toutefois possible que, par suite de perturbations induites par le lancement, ces spectres initiaux ne soient plus suffisamment proches des spectres observés et que cela interdise la détermination à bord du NZPD. Dans cette éventualité des interférogrammes des visées de calibration¹⁰⁹ seraient traités au sol (à la TEC) afin de régénérer des spectres réduits qui seraient ensuite rechargés dans le logiciel de vol.

6.5.2 DEFINITION DES FONCTIONS D'ERREUR DE PHASE

Les algorithmes d'initialisation des spectres réduits reposent sur le traitement de la phase des spectres de visées de calibration. On distingue :

- la phase interne qui est la phase du spectre S_{CS}
- la phase externe qui est la phase du spectre S_{BB}-S_{CS}

¹⁰⁹ Interférogrammes transmis dans les données de vérification (i.e. 1 interférogramme toutes les 8 secondes).



Plus précisément les fonctions d'erreur de phase $\varphi_{\text{int}}(v)$ et $\varphi_{\text{ext}}(v)$ sont les composantes non linéaires de ces fonctions de phase.

En effet, la partie linéaire de la phase étant liée au choix de l'échantillon central, ce n'est pas une caractéristique de l'instrument. Au contraire, la partie non linéaire est liée au chromatisme de l'instrument (traitements des surfaces optiques, configuration déportée, variation des retards en fonction de la fréquence dans les électroniques). C'est donc bien elle qui est la caractéristique instrumentale.

6.5.3 INITIALISATION DU SPECTRE REDUIT ESPACE FROID (RSC₅₄)

Le principe de détermination du NZPD adopté est celui de la méthode de Connes qui a déjà été évoquée dans la section 3.5.1 et qui va être détaillée ici.

Dans un premier temps, une valeur grossière du NZPD est déterminée en recherchant la position approximative de la frange centrale dans l'interférogramme puis en calculant le centre de gravité d'un interférogramme réduit centré sur cette position (figure 6.15 ci-dessous).

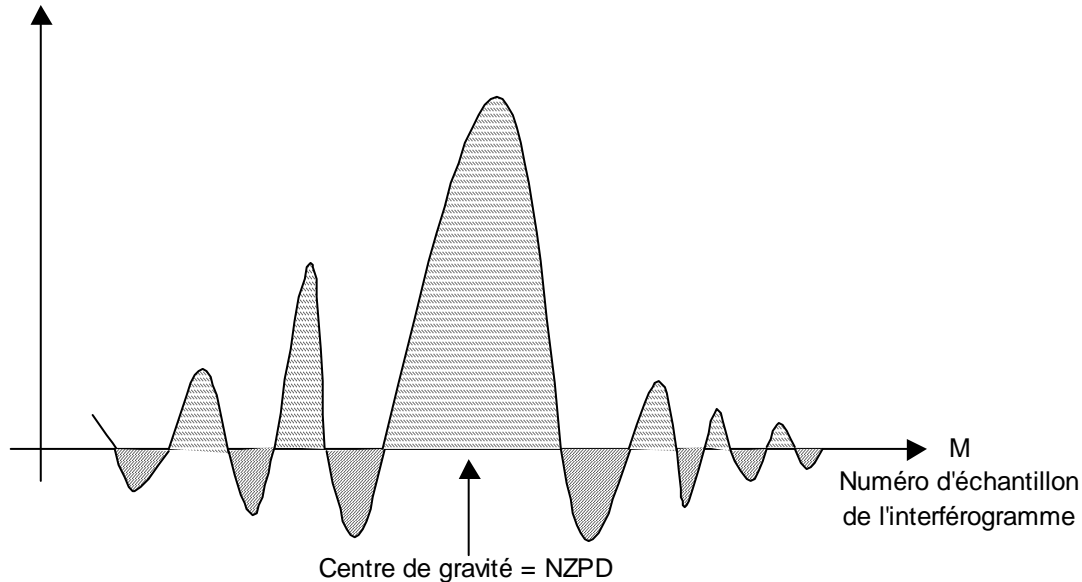


Figure 6.15 – Détermination approchée du NZPD (1^{ère} étape)

Un spectre réduit de 512 points est alors calculé à partir de l'interférogramme recentré sur l'échantillon le plus proche de ce centre de gravité¹¹⁰.

$$S(\nu) = TF^{-1}(I)(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} I(x) e^{i2\pi\nu x} dx$$

Si la différence de marche réelle est $x' = x - \varepsilon$, le spectre (théorique) de l'interférogramme centré sur ZPD serait

$$T(\nu) = TF^{-1}(I)(\nu) \int_{-\infty}^{\infty} I(x') e^{i2\pi\nu x'} dx'$$

On voit donc que la relation entre les deux spectres S et T est

$$S(\nu) = e^{i2\pi\nu\varepsilon} T(\nu) = e^{i\varphi(\nu)} T(\nu) \quad (6-11)$$

Avec un instrument parfait, le spectre $T(\nu)$ serait parfaitement réel et la relation (6-11) montre que la phase du spectre $\varphi(\nu)$ varie linéairement avec ν . La valeur de la pente $\frac{d\varphi}{d\nu} = 2\pi\varepsilon$ fournit alors la position du ZPD réel en relatif par rapport au NZPD (figure 6.16 ci-dessous).

¹¹⁰ Pour ne pas alourdir la présentation, on néglige dans la suite le fait que l'interférogramme est échantillonné et est de taille finie. On travaille donc avec des TF mathématiques. Cela ne change rien au principe de la méthode.

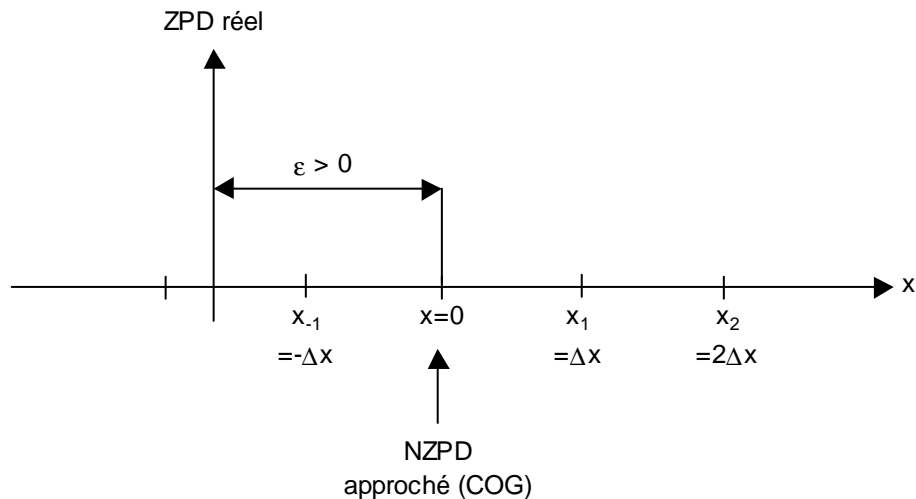


Figure 6.16 – Position du ZPD réel donné par la méthode de Connes

En réalité la phase $\varphi(v)$ n'est pas parfaitement linéaire (voir la figure 6.17 ci-dessous).

L'approximation du graphe de cette fonction par une droite fournira une pente entachée d'erreur à cause :

- du bruit de mesure de l'instrument,
- d'effets non linéaires dus à l'optique (fonction d'erreur de phase).

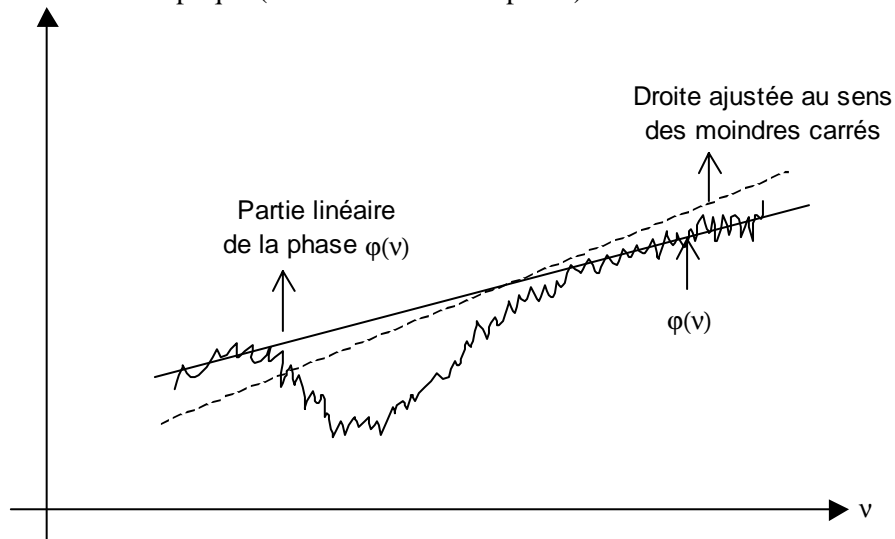


Figure 6.17 – Impact des fonctions d'erreur de phase sur la détermination du NZPD

A priori, les non linéarités de la phase interne sont faibles et on appellera l'algorithme RSC_{54} avec $\varphi_{int}(v)=0$.

Dans le cas contraire, on recalculerait à partir d'un nombre important d'interférogrammes CS une fonction d'erreur de phase interne $\varphi_{int}(v)$ par l'algorithme PEF_{60} (qui est utilisé pour effectuer des surveillances).

L'algorithme ainsi défini fournit pour chaque interférogramme :

- un spectre réduit,

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 128 of : 502
---	---	---	--

- la position estimée du Zpd (numéro de l'échantillon le plus proche + partie fractionnaire).

On conçoit que si la position du Zpd est située quasiment à mi-chemin entre deux échantillons consécutifs alors l'échantillon le plus proche sera évalué tantôt par défaut tantôt par excès à cause du bruit de mesure. Lorsqu'il y a de tels basculements, il est difficile de combiner les spectres réduits obtenus afin de diminuer le bruit.

Pour éviter ce phénomène, lorsque RSC_{54} fournit une partie fractionnaire r_{ZPD} proche de 0,5, on relance l'algorithme avec cette valeur approchée ce qui supprime l'oscillation. On pourra alors éventuellement faire des moyennes des spectres réduits pour réduire le bruit.

6.5.4 INITIALISATION DU SPECTRE REDUIT CORPS NOIR (RSH₅₅)

La méthode employée diffère de celle utilisée dans l'algorithme RSC_{54} . En effet, on souhaite ici que le NZPD choisi pour calculer le spectre réduit BB corresponde à la position du coin de cube qui a été choisie pour calculer le spectre réduit CS.

Dans le cas contraire, on observerait :

- une erreur de calibration radiométrique trop importante,
- ou une impossibilité de déterminer le NZPD des visées terres (voir la discussion dans les § 3.3.2 et 3.3.3).

La méthode employée part du fait qu'une erreur d'un échantillon sur le NZPD entraîne une non linéarité significative dans la fonction d'erreur de phase externe. Le NZPD choisi par RSH_{55} est donc le numéro d'échantillon qui minimise le résidu non linéaire de la phase $S_{BB}(v)-S_{CS}(v)$.

Une petite complication de l'algorithme est induite par le fait que la phase de $S_{BB}(v)-S_{CS}(v)$ présente naturellement une composante non linéaire (sensiblement parabolique) à cause du chromatisme de l'instrument induit par la configuration à lame compensatrice déportée. Pour améliorer la sensibilité de l'algorithme, on compense cette non linéarité avant de faire la recherche du NZPD.

Détermination de la partie modélisée de $\phi_{ext}(v)$

En fait

$$\phi_{ext}(v) = A(0,v) \quad (6-12)$$

où $A(u,v)$ est la fonction d'auto-apodisation calculée par le modèle du § 6.4.2 et l'algorithme SAF_{76} avant correction par l'algo SAS_{77} .

La démonstration n'est pas très compliquée.

On a par définition :

$$S_{BB}(v) - S_{CS}(v) = \int_{-\infty}^{\infty} B(v).ISRF(v, v_0) dv$$

avec $B(v)$ = Fonction de Planck à la température du BB.

En faisant les approximations suivantes :

- $ISRF(v, v_0) = 0$ si $|v - v_0| > \Delta v$ donné
- $B(v) = B(v_0)$ si $|v - v_0| < \Delta v$

L'équation précédente s'écrit :

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 129 of : 502
---	---	--	--

$$S_{BB}(\nu) - S_{CS}(\nu) = B(\nu_0) \int_{-\infty}^{\infty} IRSF(\nu, \nu_0) d\nu$$

or
$$\int_{-\infty}^{\infty} IRSF(\nu, \nu_0) d\nu = A(0, \nu_0)$$

d'où l'affirmation ci-dessus.

6.5.5 DETERMINATION DES FONCTIONS D'ERREUR DE PHASE (PEF₆₀)

La détermination des fonctions d'erreur de phase à partir d'interférogrammes des visées de calibration est faite selon les mêmes principes que ceux discutés dans le calcul des spectres réduits mais en employant un nombre de points légèrement plus important pour augmenter la résolution (n = 4096 AC). Le nombre de points ne doit toutefois pas être trop élevé sous peine d'augmenter le bruit.

Ces fonctions sont très bruitées. Il est donc nécessaire d'une part de moyenner les spectres et donc pour cela de prendre les précautions qui ont été décrites dans le § 6.5.3. D'autre part, comme ces fonctions varient lentement avec ν , on les lisse en leur appliquant une moyenne glissante :

$$\bar{y}(\nu_i) = \frac{1}{(2m+1)} \sum_{j=-m}^m \varphi(\nu_{i+j})$$

L'utilisation de ces résultats est a priori uniquement informatif et à des fins de surveillance puisqu'ils ne sont nominalement pas utilisés par les algorithmes de calcul des spectres réduits.

6.6 CARACTERISATION DE LA NON LINEARITE ANALOGIQUE (ATT₆₁)

Note : Cette section ne traite que de l'initialisation de la table de non linéarité en amont du numériseur. L'initialisation des tables de correction de la non linéarité HF et BF du numériseur est décrite dans le chapitre 7.

6.6.1 INTRODUCTION

Les détecteurs HgCdTe employés dans l'instrument IASI présentent une très grande sensibilité dans la bande mission. Cette sensibilité cependant varie légèrement avec le niveau du signal illuminant le détecteur¹¹¹.

Si on note I l'interférogramme théorique qui devrait être obtenu par une chaîne de détection parfaite et I^m l'interférogramme qui est effectivement mesuré avec la chaîne réelle. On a la relation¹¹²

$$I^m = R(I) \quad (6-13)$$

¹¹¹ pour la bande B1 principalement

¹¹² l'écriture ci-dessus suppose que la variation relative de responsivité en fonction du flux incident est indépendante du nombre d'ondes.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 130 of : 502
---	---	--	--

où R est une fonction proche de l'identité.

Des erreurs de calibration radiométrique de plusieurs Kelvin peuvent être observées si on ne tient pas compte de la non linéarité introduite par (6-13). En revanche après correction de celle-ci par l'algorithme bord NLC₂, l'erreur résiduelle devient inférieure à 0.05 K.

La méthode qui est présentée dans cette section détermine la correction qu'il faut apporter à l'interférogramme mesuré I^m pour restituer l'interférogramme I^L qui serait obtenu à partir d'une chaîne de détection parfaitement linéaire.

$$I^L = P(I^m) \quad (6-14)$$

Dans l'équation ci-dessus la fonction de correction P ($= R^{-1}$) est approximée par un polynôme de faible degré (4 nominalelement).

La section 6.6.2 décrit les effets induits par l'introduction d'une non linéarité dans la chaîne de détection.

On utilise ensuite la connaissance de ces effets pour déterminer le polynôme de correction P par la méthode décrite dans la section 6.6.3.

6.6.2 ARTEFACTS SPECTRAUX

Si on développe le formule (6-13) en séparant l'interférogramme théorique $I(x)$ en ses deux composantes I_c et I_{mod}

(I_c : composante continue ou ligne de base, $I_{mod}(x)$: composante modulée)

$$I(x) = I_c + I_{mod}(x)$$

On obtient tous calculs faits :

$$I(x) = A_1(I_{mod}(x) + \alpha_2 I_{mod}^2(x) + \alpha_3 I_{mod}^3(x) + \dots) \quad (6-15)$$

On voit que le coefficient A_1 ¹¹³ a un effet équivalent à une modification de la sensibilité globale du détecteur. Les coefficients d'ordre supérieur α_2 , α_3 , ... entraînent une variation de la sensibilité en fonction de l'amplitude du signal qu'on cherche à mesurer (I_{mod}). En d'autres termes cela signifie que l'hypothèse faite dans le § 3.3.2 selon laquelle l'instrument est linéaire en énergie, n'est plus vérifiée. Ces coefficients entraînent donc une erreur de calibration radiométrique comme indiqué en 6.6.1.

Observons maintenant l'effet de ces non linéarités sur le spectre brut qui va être déduit des interférogrammes en supposant que $I_{mod}(x)$ est le résultat de l'observation d'un spectre théorique $T(v)$. Comme la Transformée de Fourier est une opération linéaire on obtient :

$$S(v) = A_1 T(v) + S_2(v) + S_3(v) + S_4(v) + S_5(v) + \dots \quad (6-16)$$

où $S_2(v)$, $S_3(v)$, ... sont des artefacts spectraux qui dépendent de $T(v)$ et des coefficients A_1 , α_2 , α_3 , ... (respectivement).

¹¹³ Dans cette équation il faut noter que les coefficients A_1 , α_2 , α_3 , ... dépendent non seulement de la non linéarité du détecteur $R(I)$ définie par l'équation (6-13) mais aussi de la valeur de la ligne de base I_c .

On montre facilement¹¹⁴ que si $T(\nu)$ est un spectre à support borné centré autour de la fréquence ν_0 , alors les artefacts $S_i(\nu)$ contiennent de l'énergie autour de certains nombres d'ondes donnés par le tableau suivant.

$S_2(\nu)$	$\nu = 0$	$2 \nu_0$	
$S_3(\nu)$	$\nu = \nu_0$	$3 \nu_0$	
$S_4(\nu)$	$\nu = 0$	$2 \nu_0$	$4 \nu_0$
$S_5(\nu)$	$\nu = \nu_0$	$3 \nu_0$	$5 \nu_0$

La figure 6.18 ci-dessous extraite de [DR26] illustre le phénomène sur des données expérimentales. On voit clairement apparaître l'artefact S_2 .

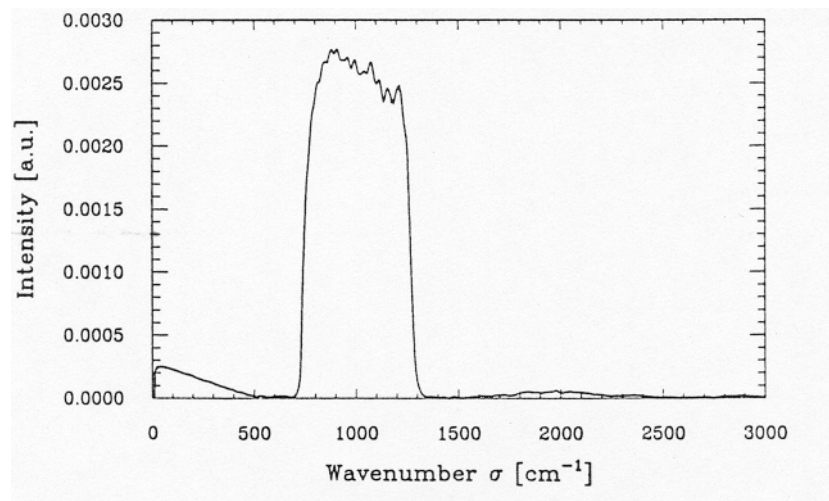


Figure 6.18 – Spectre brut expérimental affecté par une non linéarité

Notes :

1. L'amplitude diminue rapidement avec l'ordre des artefacts ce qui fait que S_5 peut en pratique être négligé.
 2. On voit que $S_2(\nu)$ ne perturbe pas (ou très peu) la mesure de $S(\nu)$ puisqu'il ne ramène pas d'énergie dans la bande utile autour de ν_0 . Le seul effet est sur la calibration radiométrique (déperdition d'énergie en dehors de la bande utile).
 3. En revanche, l'artefact $S_3(\nu)$ peut avoir un impact direct puisqu'on observe une perturbation autour de ν_0 .
- Muni des résultats précédents, il est maintenant facile de comprendre le principe sur lequel repose la caractérisation de la non linéarité qui est décrit dans la section suivante.

¹¹⁴ Voir par exemple [DR26] ou plus simplement prendre comme spectre de test $T(\nu)$ un Dirac ($I_{\text{mod}}(x)$ est alors un sinus) et observer l'effet sur $S(\nu) = \text{TF}^{-1}(I)(\nu)$.

6.6.3 METHODE DE CARACTERISATION (ATT₆₁)

Le principe de la méthode repose sur le fait que l'interférogramme de IASI est largement suréchantillonné¹¹⁵. En conséquence, la TF d'un interférogramme IASI fournit un spectre brut jusqu'à un nombre d'ondes ν_{MAX} proche de 6500 cm^{-1} largement supérieur aux limites de bandes imposées par les détecteurs et les optiques (voir le tableau ci-dessous).

	ν_{iMAX}	$\frac{\nu_{MAX}}{\nu_{iMAX}}$
B1	1210	5.4
B2	1900	3.4
B3	2760	2.3

Ainsi qu'on l'a vu dans la section 6.6.2, une non linéarité dans la chaîne de détection va ramener de l'énergie dans une plage de nombre d'ondes $[\nu_{iMAX}, \nu_{MAX}]$ où il ne devait pas y en avoir¹¹⁶.

L'algorithme ATT₆₁ détermine de façon itérative le polynôme P de l'équation (6-14) de manière à minimiser l'énergie du spectre $S = TF^{-1}[P(I^m)]$ dans cette bande (ce qui signifie que le spectre a été débarrassé des artefacts dus à la non linéarité).

On commence par calculer le spectre correspondant à l'interférogramme mesuré :

$$S_m = TF^{-1}(I^m)$$

Ce spectre est débarrassé des artefacts hors bande utile (définie par $\nu \in P_v$)

$$S^L(\nu) = S_m(\nu) \quad \text{si } \nu \in P_v$$

$$S^L(\nu) = 0 \quad \text{si } \nu \notin P_v$$

Un interférogramme "linéaire" est alors obtenu :

$$I^L = TF(S^L)$$

Et le polynôme P tel que $I^L = P(I^m)$ est alors déterminé par ajustement au sens des moindres carrés en utilisant un nombre assez faible d'échantillons de l'interférogramme (environ 100) situés autour de la frange centrale¹¹⁷.

En pratique, le processus précédent doit être itéré parce que le spectre S^L peut encore contenir de l'énergie due aux artefacts d'ordre impair (notamment S_3).

¹¹⁵ Notamment pour la bande B1 qui est la plus susceptible d'être touchée par ce phénomène à cause de la technologie du détecteur (photoconducteur).

¹¹⁶ En ignorant d'autres effets perturbateurs tels que les microvibrations ou des perturbations électriques qui peuvent aussi ramener de l'énergie dans cette zone.

¹¹⁷ Pour être à peu près assuré de couvrir la dynamique couverte par l'interférogramme sans accorder trop de poids aux valeurs proches de la ligne de base.

Pour avoir une bonne estimation du polynôme P, il est important que les interférogrammes utilisés couvrent une large dynamique et en tout cas une fraction importante de la dynamique totale rencontrée (visées atmosphériques ou de calibration). On utilisera donc nominalement les interférogrammes acquis sur les visées de calibration BB.

Notes :

1. On peut penser à moyenner les polynômes obtenus sur plusieurs interférogrammes différents pour minimiser le bruit.
2. Il faut que l'interférogramme I^m utilisé par l'algorithme ATT_{61} ait été au préalable débarrassé de la non linéarité du numériseur¹¹⁸.
3. Le support sur lequel le spectre S^m est annulé pour le débarrasser des artefacts sera constitué de plusieurs intervalles (20 AC) inclus dans $[-v_{MAX}, v_{MAX}]$ de manière à pouvoir prendre en compte des défauts instruments qui ne seraient pas des non linéarités (interférogrammes de retour à fréquence double, raie parasite, etc).

6.7 MATRICE DE COVARIANCE DE BRUIT

6.7.1 INTRODUCTION

Si on note

- $S^t(v_i)$ Le spectre théorique mesuré (i.e. spectre théorique convolué par les fonctions d'instrument)
- $S^m(v_i)$ Le spectre effectivement mesuré : c'est-à-dire déterminé à partir des mesures par les algorithmes bord et de l'OPS décrits dans les § 4 et 5.

On peut écrire

$$S^m(v_i) = S^t(v_i) + \eta_i(S^t) + \varepsilon_i \quad (6-17)$$

On a séparé dans cette équation les erreurs

- $\eta_i(S)$ qui dépendent de la mesure elle-même ou qui sont à variation lente. Ces erreurs ne peuvent pas être considérées comme des bruits et sont prises en compte par les différents processus de calibration
- ε_i qui au contraire sont de véritables bruits (moyenne nulle et indépendance d'un spectre à l'autre)

La matrice de covariance de bruit caractérise la distribution des erreurs ε_i (amplitude et corrélation entre les erreurs observées sur des canaux différents dans le même spectre). Par définition elle s'écrit :

$$C = E(\varepsilon \varepsilon^t)$$

avec

¹¹⁸ En effet, cette non linéarité du numériseur n'a pas le même effet que la non linéarité amont puisque les effets de l'une dépendent de la valeur de la ligne de banc et ceux de l'autre non.

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 134 of : 502
---	---	--	--

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_N \end{bmatrix}$$

N est le nombre de « canaux » de IASI ($N \approx 8500$) et E l'opérateur « Espérance mathématique ».

Note 1 : la diagonale est normalement dominée par le bruit radiométrique de l'instrument qui a été déterminé par les méthodes décrites au §6.3.3.

Note 2 : Il existe 2 matrices de covariance de bruit. Une relative aux produits 1B, l'autre aux produits 1C.

La matrice de covariance C est utilisée par les traitements de niveau 2 ou 3 qui l'utilisent au cours de l'inversion afin d'estimer s'il vaut mieux « faire confiance » aux mesures ou au modèle (pondération « optimale » des mesures).

6.7.2 ESTIMATION EMPIRIQUE

Cette estimation part de la connaissance d'un nombre important de vecteurs d'erreur de mesure $\varepsilon^1, \varepsilon^2, \dots, \varepsilon^m$ (typiquement $m=10000$) à partir desquels on obtient

$$\tilde{C}_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \varepsilon_i^k \varepsilon_j^k$$

Les vecteurs d'erreur ne sont pas calculés en faisant la différence entre la valeur mesurée et une valeur théorique connue par ailleurs mais sont évalués de la même façon que pour l'estimation du bruit radiométrique (voir §6.3.3). On les obtient comme écart entre le spectre mesuré et la moyenne calculée sur quelques spectres acquis en succession (typiquement 30 AC). La seule différence par rapport à la méthode d'estimation du bruit radiométrique de l'instrument est qu'on doit, ici, utiliser des spectres atmosphériques acquis en mode calibration externe.

Les spectres utilisés doivent être sélectionnés de telle sorte que l'écart à la moyenne soit significatif d'un bruit instrumental et non d'une fluctuation du spectre atmosphérique lui-même :

- spectres en ciel clair,
- émissivité du sol homogène (mer),
- durée de chaque cycle de moyennage courte (typiquement < 1 min).

6.7.3 REPRESENTATION COMPRESSEE DE LA MATRICE

On décompose alors la matrice obtenue au § précédent sous la forme

$$\tilde{C} = \tilde{C}' + \tilde{C}''$$

où

\tilde{C}' est une matrice bande diagonale qui représente essentiellement le bruit radiométrique de l'instrument et l'effet d'appodisation des spectres 1C,

\tilde{C}'' représente les structures hors diagonale de la matrice,

Les matrices \tilde{C}' et \tilde{C}'' sont représentées respectivement par n' et n'' vecteurs de taille N selon les formules.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 135 of : 502
---	---	---	--

$$\begin{aligned}
 \tilde{C} &= \sum_{k=1}^{n'} \sigma_k'^2 \tilde{C}'^k + \sum_{k=1}^{n''} \sigma_k''^2 \tilde{C}''^k \\
 \tilde{C}'_{i,i+k} &= \tilde{C}'_{i+k,i} = V_i'^k, \tilde{C}'_{i,j} = \tilde{C}'_{j,i} = 0 \quad \text{si } j \neq i+k \\
 \tilde{C}''^k &= V''^k (V''^k)^T
 \end{aligned}
 \tag{6-18}$$

Le nombre total de vecteurs $n' + n''$ est inférieur à 100.

Les vecteurs V'^k et V''^k constituent la représentation compressée des matrices de covariance de bruit « normalisées » (IDefCovarMat1b et IDefCovarMat1c) qui sont transmises par la TEC au système EPS.

- les V'^k sont obtenus directement à partir de la matrice de covariance estimée \tilde{C} ,
- les V''^k sont obtenus (fiche descriptive à écrire)
 - directement pour certains défauts pour lesquels on est en mesure de définir un jacobien (par exemple : défaut de calibration spectrale)
 - par une méthode qui est encore AD (analyse factorielle, analyse en composante principale, etc.). L'étude est en cours.

Les paramètres σ_k' et σ_k'' permettent d'ajuster la matrice de covariance de bruit en fonction de l'évolution des indices de qualité des produits. Ces paramètres sont recalculés par les algorithmes OPS (fiche QIS₄₅) et transmis aux utilisateurs dans le produit pour reconstruire la matrice de covariance de bruit courante grâce aux formules (6-18).

6.8 INITIALISATION DES PHASES NATURELLES (WNP₅₈)

6.8.1 DESCRIPTION DE L'ALGORITHME

L'objectif de cet algorithme est de préparer les entrées nécessaires à l'algorithme SSD₂₃ qui est implanté dans le segment sol opérationnel d'EUMETSAT pour réaliser en temps réel la calibration spectrale des spectres IASI. On utilisera aussi SSD23 en recette en vol pour vérifier la calibration spectrale dans les 3 bandes IASI (cf. [DR43]).

On ne revient pas sur la méthode employée dont le principe est décrit dans le § 5.7.1. Le lecteur se référera aussi à cette section pour la définition des notations.

L'algorithme WNP₅₈ part de la définition d'une fenêtre spectrale connue¹¹⁹ et d'un spectre atmosphérique synthétisé par un logiciel de transfert radiatif en tenant compte de la convolution par les fonctions d'instrument. La position des raies dans le spectre est issue de la banque de données spectroscopique qui a aussi été utilisée pour générer le spectre synthétique.

La formule de calcul du nombre d'ondes représentatif de la fenêtre semble un peu compliquée, mais en fait elle positionne ce nombre d'ondes ν_{ref} au centre du peigne de raies (rigoureusement si le peigne est parfaitement périodique).

¹¹⁹ On utilise nominalelement pour IASI la fenêtre [2340-2380] cm⁻¹ contenant un peigne de raies d'une transition du CO₂ qui est peu influencé par les variations de l'état atmosphérique. Voir [DR18] et [DR19].

Le reste de l'algorithme consiste à calculer la taille de la FFT qui est suffisante pour que tous les harmoniques de $TF(S_i)(x_h)$ apparaissent.

La base d'abscisses spectrales "périodisée" $v'(v)$ (voir la figure 5.9 du § 5.7.1.3) est alors calculée.

Ensuite $\rho(x_h)$ et $\Phi_0(x_h)$ sont calculés pour chacun de ces harmoniques.

6.8.2 CHOIX DE LA FENETRE SPECTRALE

La fenêtre choisie nominale pour la calibration spectrale de IASI est dans la bande B3 (entre 2340 et 2380 cm^{-1} environ).

Elle contient un système de raies correspondant à une transition de la molécule CO_2 . Les raisons ayant conduit à ce choix sont exposées dans [DR18]. On rappelle cependant rapidement ici les caractéristiques qui sont recherchées.

1. Un peigne de raies n'est jamais isolé dans une fenêtre spectrale. Plusieurs systèmes de raies se superposent. Il faut donc choisir les fenêtres de telle sorte qu'un système domine¹²⁰ ou qu'il ait des caractéristiques très différentes des autres (on sélectionne alors ce système de raies en choisissant l'harmonique adéquat¹²¹). Note : Ce sont en particulier ces systèmes "parasites" qui sont responsables de la création de la phase naturelle $\Phi_0(x)$ (la Transformée de Fourier du signal utile donnant une phase nulle).
2. Les caractéristiques du spectre S^i dépendent de l'état de l'atmosphère. On choisit donc, quand on le peut, une fenêtre dans laquelle le spectre infrarouge émis par le système terre atmosphère est relativement indépendant de la météorologie¹²². Dans le cas contraire, il est nécessaire de sélectionner un spectre synthétique proche du spectre mesuré (par une recherche dans une base de spectres synthétiques correspondant à des profils atmosphériques variables). Ce type d'activité pourra être nécessaire à la TEC en raison de la nécessité de trouver une fenêtre spectrale dans chacune des 3 bandes IASI (et qu'on ne trouve pas de fenêtre indépendante de la météo dans chacune de ces 3 bandes).
3. La taille de la fenêtre résulte d'un compromis entre :
 - réduire la taille de la fenêtre pour minimiser l'influence de la variation des décalages spectraux en fonction de la fréquence,
 - augmenter le nombre de points du spectre pour minimiser l'influence du bruit radiométrique.

¹²⁰ C'est le cas pour la fenêtre [2340-2380] cm^{-1} .

¹²¹ On choisit l'harmonique qui présente le plus grand module dans $TF^{-1}(S^i)$.

¹²² C'est le cas pour la fenêtre [2340-2380] cm^{-1} .

6.9 COREGISTRATION SONDEUR-IMAGEUR IASI (ISC₁₀₉)

Le sondeur et l'imageur IASI étant situés tous les deux dans le même instrument, et en particulier en aval du miroir de changement de visée, on a une bonne confiance dans la stabilité de positionnement relatif de leurs référentiels optiques. La coregistration sondeur-imageur est donc effectuée peu fréquemment et sur une grande collection de couples (sondage/image) correspondant à quelques jours ou quelques semaines d'acquisition.

L'idée de la méthode est illustrée par la figure 6-19 ci-dessous.

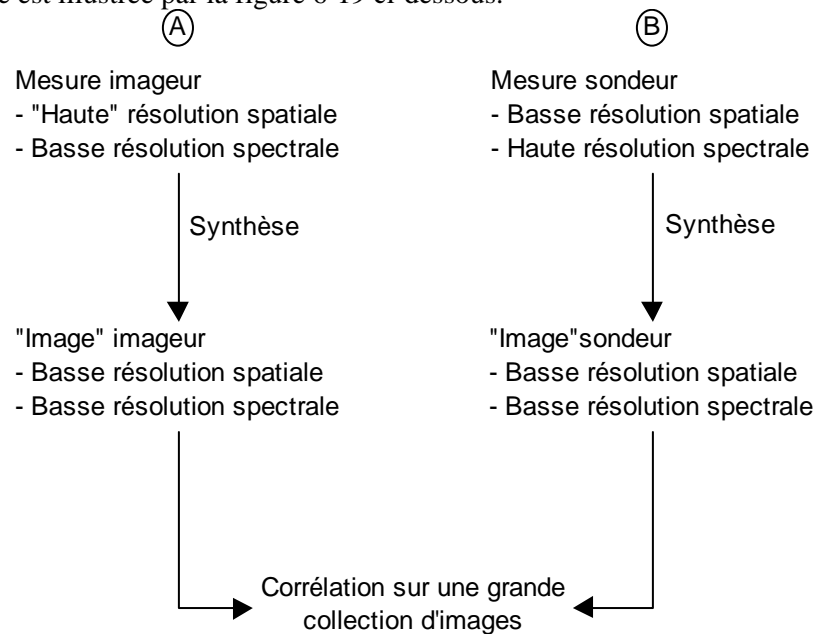


Figure 6-19 - Principe de la coregistration sondeur/imageur

La synthèse de l'"image" A se fait en intégrant la radiance mesurée par l'imageur dans le pixel du sondeur (moyenne pondérée)

$$Image\ A = \sum_{\substack{\text{pixels image} \\ \in \text{pixel sondeur}}} IPSF(p) \cdot Radiance(p)$$

La synthèse de l'"image" B se fait en intégrant le spectre mesuré par le sondeur pondéré par la réponse spectrale de l'imageur.

$$Image\ B = \int_{10.3\mu}^{11.5\mu} S_n(\lambda) R_{im}(\lambda) d\lambda$$

Les hypothèses nécessaires au bon fonctionnement de cet algorithme sont les suivantes :

- La réponse spectrale est la même pour tous les pixels de l'imageur.
- La mesure spectrale du sondeur ne dépend pas de la répartition spatiale de luminance à l'intérieur de la scène.

Le processus de corrélation implique l'utilisation d'images dotées d'un contenu structurel varié ce qui ne peut raisonnablement être satisfait simplement et efficacement que sous contrôle d'un expert/opérateur. Le

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 138 of : 502
---	---	--	--

processus de sélection de la collection d'images s'exercera donc entièrement en différé en utilisant des outils de visualisation et traitement d'images présents à la TEC.

L'algorithme ISC109 décrit dans la fiche fait l'hypothèse (réaliste) d'un décalage constant entre l'IIS et le sondeur.

L'interface entre les algorithmes de la TEC et l'OPS prévoit cependant une provision pour une évolution (dérive et variation orbitale sinusoïdale) de cet offset. En phase de recette en vol l'hypothèse de stabilité de l'offset sera vérifiée en utilisant des collections d'images réparties sur plusieurs orbites mais restreintes à certaines positions sur l'orbite. Si besoin est, le modèle de décalage évolutif dans le temps sera alors ajusté.

6.10 CALCUL D'UN MODELE ORBITAL (CMO₈₁)

Il s'agit de calculer les tables représentant un modèle d'évolution de la température de certains éléments (miroir de balayage, surfaces radiatives se réfléchissant dans le corps noir interne) qui sont utilisées par le logiciel OPS (algorithmes SME₃₃ et HEC₃₂). Ce modèle est fonction de la date courante et de la date de fin de l'éclipse précédente.

Pour calculer ce modèle on dispose d'une modélisation mathématique (courbe ou fichier) qui sera fournie par le maître d'œuvre de l'instrument. Cette modélisation donne l'évolution de la température sur une orbite en relatif par rapport à la position de l'éclipse et pour plusieurs saisons (AC).

La forme précise de ce modèle est définie dans l'annexe 7.

 <p>cnes CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	 <p>IASI</p>	 <p>IASI</p>	<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date: 06/01/ 2011</p> <p>Page : 139 of : 502</p>
---	--	---	---

7. ALGORITHMES DE LA CHAÎNE DE RECETTE SOL (GSE)

A COMPLETER

8. SURVEILLANCE DU FONCTIONNEMENT DE L'ALGORITHMIE

8.1 INTRODUCTION

Chaque fois que cela est possible les algorithmes¹²³ du système IASI vérifient la qualité des résultats qu'ils produisent. En général, chaque algorithme génère :

- un ou plusieurs indices de qualité qui permettent de positionner le résultat sur une échelle de qualité continue
- un ou plusieurs flags qui indiquent si les résultats sont ou non disponibles.

Les indices de qualité et les flags élémentaires produits par les algorithmes bord ou de l'OPS sont analysés en temps réel et synthétisés. Cette information est intégrée dans le produit afin d'attester de la qualité de celui-ci. La construction des indices de qualité synthétiques est décrite dans la section 8.3. Les indicateurs d'erreurs (ou flags) sont répertoriés dans la section 8.4.

La surveillance du fonctionnement de l'algorithmie et de la performance système est assurée par le Centre d'Expertise Technique (TEC).

Un premier niveau de surveillance générale est assuré par cette entité :

- surveillance des flags synthétiques et élémentaires,
- surveillance d'observables (résultats produits par des algorithmes)

informations en provenance du bord ou du logiciel OPS. Par défaut, on considère que la TEC est capable de surveiller et de visualiser (synoptique, courbe) n'importe quel paramètre élémentaire qui lui est transmis et on ne détaillera pas ici ces surveillances¹²⁴.

La surveillance générique des résultats produits par le bord devra permettre de sélectionner les valeurs d'un observable produit par le bord en fonction de la position du miroir de scan (SP) sur laquelle cette valeur a été calculée (ex : tous les SP, un SP particulier, toutes les visées EW i.e. SP=1 à 30)

En revanche, on détaille dans la section 8.2 qui suit un ensemble de surveillances particulières qui mettent en jeu des enchaînements plus ou moins complexes d'algorithmes déjà présentés dans les chapitres précédents et/ou qui nécessitent des séquences spécifiques d'acquisition de données instrument (données de vérification ou données acquises en mode calibration externe).

Il est à noter qu'une même séquence de programmations spécifiques peut être utilisée pour réaliser plusieurs surveillances. La meilleure utilisation des données acquises devrait être recherchée notamment pour les acquisitions réalisées en mode calibration externe qui sont exclusives des mesures nominales de l'instrument et donc diminuent la disponibilité de celui-ci.

¹²³ Que ce soient les algorithmes bord ou les algorithmes sol.

¹²⁴ Un nombre important de ces paramètres est déjà surveillé par les algorithmes bord ou OPS. Dans ce cas, la surveillance demandée à la TEC consiste en des analyses de tendance pour s'assurer que le paramètre n'est pas en train de dériver et ne va pas déclencher une surveillance bord ou OPS qui signifierait l'interruption de la génération des produits ou au moins la levée d'un indicateur "qualité douteuse".

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 141 of : 502
---	---	--	--

8.2 SURVEILLANCE DES OBSERVABLES

On décrit dans la suite de cette section un ensemble de surveillances spécifiques qui sont à assurer par la TEC en phase de routine (elles seront aussi utilisées en recette en vol).

Pour chaque surveillance, on trouve les paragraphes suivants :

Objectif : Décrit les raisons pour lesquelles on souhaite faire cette surveillance.

Données d'entrées systématiques :

Fournit la liste des paramètres utilisés et qui sont présents systématiquement dans la télémessure scientifique ou dans les données technologiques générées par le logiciel OPS.

Acquisitions spécifiques :

Fournit la description des données nécessaires à la surveillance qui nécessitent pour leur acquisition une "programmation" de l'instrument (passage en mode calibration externe ou programmation d'une séquence de données de vérification).

Méthode : Décrit succinctement et informellement la méthode à employer en s'appuyant sur les algorithmes décrits dans les chapitres précédents.

Note : A ce stade de développement du projet la liste ci-dessous ne peut pas être considérée comme exhaustive. On considère cependant qu'elle est suffisante pour :

- définir les fonctionnalités à implémenter dans le logiciel du Centre d'Expertise Technique,
- définir le dimensionnement de ce centre.

8.2.1 SURVEILLANCE DU BRUIT RADIOMETRIQUE DE L'INSTRUMENT

Objectif : Surveiller les évolutions du spectre de bruit radiométrique de l'instrument. Optimiser les limites de bandes par rapport à ce spectre. Détecter d'éventuels problèmes en analysant le spectre hors bande utile.

Données d'entrées systématiques :

Acquisitions spécifiques :

Calibration externe : Spectres BB 4 pixels sur n lignes ($n=10$ AC), + Données de vérification : pixel fixé, bande fixée

Méthode : Le calcul (RNS_{67}), pour chaque échantillon spectral, des écarts par rapport à une référence (moyenne sur chaque ligne, ou valeur correspondant à une régression linéaire) fournit le spectre de bruit dans la bande utile (**IRnsNeDTSpect**). Ce spectre est comparé à un seuil fonction de v défini en fonction des bandes mission de la spécification instrument.

On extrapole ce bruit dans les zones de recouvrement B1/B2 et B2/B3 à l'aide de la transmission¹²⁵ de l'interféromètre. Les limites de bandes sont alors recalculées par les algorithmes ZSB₅₃ et SBL₅₆.

¹²⁵ transmission théorique issue de la recette instrument

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 142 of : 502
---	---	--	--

Le spectre de bruit large bande est obtenu par la même méthode (algorithme SHB₁₀₁) mais en utilisant un spectre obtenu à partir des interférogrammes de vérification (nombre d'interférogrammes de vérification important). Il faut surveiller de plus la moyenne des spectres obtenus. Les artefacts, situés en dehors de la bande utile, par exemple à fréquence double, peuvent être le signe de non linéarité non corrigée ou encore d'autres défauts de l'instrument. Les contrôles à effectuer sont :

- Energie hors bande utile par rapport à l'énergie dans la bande utile.
- Moyenne du module du spectre hors bande utile < seuil dépendant de v.

8.2.2 EVOLUTION DES SPECTRES REDUITS FILTRES

Objectif : Mettre à jour un modèle d'évolution temporel (pour obtenir une meilleure estimée des spectres réduits S_r à un instant donné). Vérifier si on doit mettre à jour les seuils de NON UPDATE utilisés à bord.

Données d'entrées systématiques :

BFRsSrdBB et BFRsSrdCS

Note: Il s'agit uniquement des 25 (AC) échantillons contenus dans la bande utile du Zpd

Acquisitions spécifiques : Données de vérification (pixel fixé, bande fixée)

Méthode : Statistiques¹²⁶ sur chacune série temporelle $S_r(v)$

Ajustement d'un modèle $f(t)$ sur chacune des séries temporelles $S_r(v_i)$

Statistique sur la distance DistSrd calculée par l'algorithme bord ISR₅ pour vérifier la valeur du seuil CutoffSrdDist.

Note :

1. Si on doit recharger les spectres réduits à cause du fonctionnement de l'algorithme ZPD₄ et de ses algorithmes périphériques (IRS₅ et FRS₆) c'est que l'instrument est en train d'évoluer rapidement. Il faut revenir à ce qui a été mis en place en recette instrument (initialisation des spectres réduits) et élargir les seuils de surveillance bord en fonction des dérives qui ont été observées.
2. Si le rechargement est lié à une autre cause alors on recharge au plus vite le meilleur estimé des spectres réduits dont on dispose. On programme par la même occasion la séquence d'acquisition des interférogrammes de vérification qui sert à recalculer ces spectres réduits au cas où le DPS ne redémarrerait pas à l'aide des données précédentes.

8.2.3 SURVEILLANCE DU NZPD

Objectif : Vérifier que la position de la frange centrale de l'interférogramme ne dérive pas. La position de cette frange est en effet utilisée par les algorithmes bord ZPD₄ et SPK₃.

Données d'entrées systématiques : BZpdNzpd (PN, CCD)

¹²⁶ minimum, maximum, moyenne, écart-type

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 143 of : 502
---	---	---	--

Acquisitions spécifiques : néant

Contraintes : $IMzqNsfirstNzpdCF + \text{marge } 1 < BZpdNzpd < IMzqNslastNzpdCF - \text{marge } 1$
 $IMzqNsfirstSpikCF + \text{marge } 2 < BZpdNzpd < IMzqNslastSpikCF - \text{marge } 2$

Méthode : 1. Surveillance par rapport à des seuils. Analyse de tendance pour prévoir à quelle date les seuils bord risquent d'être atteint (en supposant dérive constante).

2. Calcul de la valeur moyenne : NzpdMean (PN, CCD)

8.2.4 SURVEILLANCE DE L'HOMOGENEITE DU NZPD INTERPIXEL

La variation du NZPD est gouvernée par deux types de phénomènes :

- la fluctuation de l'ASE (jitter et dérive) qui affecte de façon identique le NZPD des 4 pixels. C'est le phénomène principal.
- d'autres variations (déformées de l'interféromètre, retards dans les chaînes électroniques) qui peuvent affecter de façon différente le NZPD des 4 pixels.

Objectif : Vérifier que les fluctuations différentielles des NZpd sont faibles pour une direction donnée du mouvement du coin de cube¹²⁷. Valider les données utilisées pour la surveillance de l'offset constant du coin de cube (voir § 8.2.5).

Données d'entrées systématiques : BZpdNzpd(1..4, CCD)

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode : Statistiques sur les séries temporelles BZpdNzpd (i, CCD) - BZpdNzpd (i₀, CCD)¹²⁸.
 i₀ est fixé (typiquement i₀=1, si le pixel 1 est disponible)
 i correspond à l'ensemble des pixels disponibles.

8.2.5 SURVEILLANCE DE L'OFFSET CONSTANT DU COIN DE CUBE

Objectif : Surveiller l'évolution de l'offset constant du coin de cube **C1C2Cst** pour décider si une remise à jour de la base de donnée spectrale est nécessaire.

Données d'entrées systématiques : BZpdNzpd(1..4, CCD)

Acquisitions spécifiques : interférogrammes BB (données de vérification) pour une direction de mouvement du CC donnée et pour la bande de calcul du NZPD (nominalement B3). Séquence : Pixel 1, Pixel 2, Pixel 3, Pixel 4, ... répétée *n* fois (typiquement n=10).

Méthode : On reconstitue le Zpd réel¹²⁹ des 4 pixels à partir de :

- le Zpd issu de l'algorithme RSC₅₄¹³⁰

¹²⁷ on attend des variations très rares de +1 ou -1

¹²⁸ Comptage du nombre d'occurrences $\Delta < -2, \Delta = -2, \Delta = -1, \Delta = 0, \Delta = 1, \Delta > 2$, + seuil d'alerte si $|\Delta| > 1$

¹²⁹ c'est à dire partie entière plus partie fractionnaire

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 144 of : 502
---	---	--	--

– les différences de NZPD interpixels calculées comme dans la surveillance § 8.2.4.

Cet ensemble de 4 valeurs est fourni à l’algorithme CCO₅₇ qui produit **C1C2Cst**.

La moyenne des n valeurs précédentes permet de recalculer les fonctions d’instrument pour les 4 pixels et la position courante de l’axe interférométrique. On calcule ensuite l’indice de forme entre cette nouvelle fonction d’instrument et par rapport à la fonction d’instrument courante (pour 5 nombres d’ondes ν_0 répartis dans la bande utile). On rappelle ci-dessous la définition de l’indice de forme.

$$\mathcal{E}(\nu_0) = \int_{-\Delta\nu}^{\Delta\nu} |Re(ISRF_{old}(\nu, \nu_0) - ISRF_{new}(\nu, \nu_0))| d\nu$$

Ces indices de forme sont comparés à la valeur spécifiée dans la spécification instrument (IPS5). Si leur valeur est trop élevée on remet à jour la banque spectrale.

Note : l’algorithme est ici décrit dans son fonctionnement à 4 pixels. Le principe adopté permet sans modification de traiter le cas dégradé d’un fonctionnement à 3 pixels. Cette possibilité doit être préservée dans l’implémentation de l’algorithme dans le Centre d’Expertise Technique (TEC).

Contrôle préalable : Il faudra avoir identifié le bruit sur les retards de la chaîne d’acquisition avant de faire ce calcul pour juger de la signification de la valeur trouvée (voir §8.4.6).

8.2.6 SURVEILLANCE DU RETARD DES CHAINES D’ACQUISITION

Objectif : Déterminer la valeur du retard des chaînes électroniques pour les 3 bandes et les 4 pixels

Données d’entrées systématiques : néant

Acquisitions spécifiques : interférogrammes espace froid ou corps noir chaud (données de vérification) pour les 3 bandes.

Séquence : Pixel 1 B1 CD +, Pixel 1 B1 CD -, Pixel 1 B2 CD +, Pixel 1 B2 CCD -, Pixel 1 B3 CD +, Pixel 1 B3 CD -, Pixel 2 B1 CD +, Pixel 2 B1 CD -, ..., Pixel 4 B3 CD +, Pixel 4 B3 CD -, ... répétée n fois (typiquement 10).

Méthode : On calcule la distance entre les Zpd dans les deux directions du mouvement du coin de cube pour chaque pixel¹³¹. On convertit cette distance en retard en utilisant la vitesse connue du coin de cube.

On fait ensuite des statistiques sur les retards.

$$\Delta t = \frac{[(\Delta x_1 + \Delta x_2) \bmod 1] \lambda_{laser} / 4}{V_{cc}}$$

¹³⁰ il faut s’assurer que le Zpd fractionnaire ne subit pas de discontinuité (tracé du résultat IRscZpdOffsetCS). Si c’est le cas il faut modifier la valeur de IDefZpdOffsetCS pour supprimer ces discontinuités.

¹³¹ la valeur des différences n’est connue que modulo le pas d’échantillonnage parce qu’on ne connaît pas la relation entre les positions des ASE pour 2 directions du mouvement du CC. Cela ne pose pas de problème car les retards des chaînes électroniques sont nominalement d’une fraction du pas d’échantillonnage.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 145 of : 502
---	---	---	--

8.2.7 SURVEILLANCE DES FONCTIONS D'ERREUR DE PHASE

Objectif : Vérifier que les fonctions d'erreur de phase mesurées sont bien conformes aux fonctions d'erreur de phase modélisées¹³² (erreur attendue de quelques milliradians une fois supprimée la composante linéaire).

Note : L'utilisation des fonctions d'erreur de phase modélisées est suffisante pour le calcul des spectres réduits. C'est la seule utilisation des ces fonctions dans l'algorithme. Par contre, il peut être nécessaire de prendre en compte les fonctions de phase caractérisées pour simuler de façon réaliste des interférogrammes en cas d'analyse des défauts de l'instrument IASI par simulation.

Données d'entrées systématiques : néant

Acquisitions spécifiques : Série d'interférogrammes CS et BB pour un pixel et une bande donnée (n=10 AC)

Méthode :

1. On calcule les fonctions d'erreur de phase modélisées comme la phase de la fonction d'auto-apodisation en $x=0$
2. On évalue¹³³ les différences entre les phases mesurées et modélisées qu'on compare à un seuil.
3. On peut de plus faire un tracé des 2 fonctions et de leur différence.

8.2.8 SURVEILLANCE DES NON-LINEARITES ANALOGIQUES

Objectif : Vérifier si les tables de correction utilisées à bord (IAttOffsetTabAnalog et IAttSlopeTabAnalog) ne doivent pas être mises à jour pour tenir la performance.

Données d'entrées systématiques :

Acquisitions spécifiques : interférogrammes Black Body (données de vérification) pour une bande et un pixel donnés. Il faut s'assurer de la qualité de ces interférogrammes avant de les utiliser (§8.2.18)¹³⁴

Méthode :

1. On calcule un polynôme pour chaque interférogramme par l'algorithme ATT₆₁.
2. On moyenne les différents polynômes trouvés pour réduire le bruit.
3. On calcule les tables bord correspondantes.
4. On compare les spectres obtenus avec les nouvelles et les anciennes tables sur une collection d'interférogrammes de tests¹³⁵ (AD) ou bien plus simplement en calculant une différence entre polynômes.

¹³² Voir § 6.5.4..

¹³³ voir la fiche descriptive SEP₁₀₂

¹³⁴ par exemple, il faut qu'ils ne soient pas pollués par des spikes.

¹³⁵ Vérifier qu'il n'y a plus d'artefacts (par exemple à fréquence double) dans les spectres de bruit large bande

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 146 of : 502
---	---	--	--

Note : Il pourrait être utile d'utiliser d'autres interférogrammes¹³⁶ dans la procédure si l'interférogramme du BB ne couvrait pas complètement la dynamique.

8.2.9 SURVEILLANCE DE LA CALIBRATION RADIOMETRIQUE COMPLEXE

Objectif : La calibration radiométrique complexe devrait en théorie fournir un résultat réel. Le résidu imaginaire (biais et bruit) est converti en une erreur de calibration radiométrique qui est comparée au poste correspondant du budget d'erreur.

Note : Si on observe un biais c'est le signe d'une dérive des émissions internes entre les visées de calibration (CS, BB) et les visées d'observation (EW).

Données d'entrées systématiques : BarcImagMean, BArcImagMeanMS, BArcImagRMS, MMcxBiasCalRad et MMcxNoiseCalRad

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode : L'algorithme MCX₁₁₁ tourne en continu dans le segment sol EPS/CGS. Cet algorithme de l'OPS convertit les observables bord en erreur de température plus immédiatement exploitable et élabore un flag destiné à une surveillance rapide (BArcCalSpectNonQual). A la TEC on surveille l'évolution de MMcxBiasCalRad et MMcxNoiseCalRad (analyse statistique et dérive).

8.2.10 SURVEILLANCE DES COEFFICIENTS DE CALIBRATION RADIOMETRIQUE

Objectif : (1) Vérifier qu'il n'y a pas de grosses variations des coefficients de calibration $\alpha(v,t)$ et $\beta(v,t)$. Ces variations pourraient être dues en particulier à un dépôt de glace sur les optiques froides. Cette surveillance a donc pour but de prévoir la nécessité d'une décontamination. (2) Vérifier que les seuils de NON UPDATE sont bien dimensionnés.

Données d'entrées systématiques :

Acquisitions spécifiques : BCrcOffset, BCrcSlope, BFrcOffset, BFrcSlope correspondant aux données de vérification sélectionnées.

Séquence : Les coefficients de calibration transmis dans la télémessure scientifique correspondent à l'interférogramme programmé. La séquence de données de vérification sera donc adaptée pour obtenir les coefficients de calibration sur 10 lignes consécutives pour un pixel, une bande et une direction du coin de cube donnés et bouclage sur ces paramètres.

Méthode : (1) Tracé de $1/BFrcSlope(v)$ en fonction de v pour une date donnée (4 PN et 3 SB). Permettra de le comparer à des courbes de référence déduites des essais sol de l'instrument après correction tenant compte notamment des gains des chaînes de détection et des températures effectives de l'instrument. Idem pour l'offset.

(2) Tracé en fonction de v du rapport $R(v)=BFrcSlope_ref(v)/BFrcSlope(v)$ où $BFrcSlope_ref$ correspond à une valeur de référence de $BFrcSlope$ (stockée par exemple après chaque opération

¹³⁶ par exemple interférogrammes de visées atmosphériques ou espace froid.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 147 of : 502
---	---	--	--

de décontamination). Le rapport correspond à l'évolution du gain¹³⁷ de l'instrument entre les 2 dates de mesures. Idem pour le rapport $\text{BFrcOffset_ref}(v)/\text{BFrcOffset}(v)$ qui pourrait indiquer cette fois une pollution des optiques chaudes.

Tracé long terme de l'évolution temporelle du rapport $R(v)$ pour quelques nombres d'ondes v sélectionnés. Tracé du rapport $R(v_1)/R(v_2)$ en fonction du temps, v_1 et v_2 étant 2 nombres d'ondes paramétrables. Ce rapport permet de s'affranchir dans une large mesure des variations de température des détecteurs et des changements de gain des chaînes de détection pour l'analyse de la contamination de l'instrument par la glace.

(3) Analyse de série temporelle pour certains nombres d'ondes (tous les 10 ou 20 cm^{-1}). Il faut en particulier surveiller la dérive des coefficients sur 80 sec (durée de la période de calibration) qui induit une erreur de calibration radiométrique par effet de traînage liée au filtre linéaire du premier ordre utilisé à bord. On calcule, d'autre part, l'écart entre les coefficients de calibration instantanés et les coefficients filtrés (formule de calcul de la variable **Dist** dans l'algorithme bord RCI_{11}) pour déterminer s'il convient de remettre à jour les seuils de surveillance bord. On tracera l'évolution de la variable **dist** ainsi que le rapport $\text{Dist}/\text{CoeffCalCoeffCutoff}$ pour $\text{Coeff}=\text{Slope}$ et $\text{Coeff}=\text{Offset}$.

8.2.11 SURVEILLANCE DE LA TABLE DES PIXELS MORTS DE L'IIS

Objectif : On considère que les pixels de l'imageur IASI (IIS) sont dans un des trois états suivants : en bonne santé, état douteux, pixel morts. L'algorithme automatique DPT_{110} qui tourne dans l'OPS fait passer les pixels de l'état "en bonne santé" à l'état "douteux".

Données d'entrées systématiques : MDptIISBadHealthPix et MDptIISInHomPix (données techno)

Acquisitions spécifiques : Néant

Méthode : Analyse effectuée en différé à partir des informations produites par l'algorithme DPT_{110} et de séquences d'images extraites de l'archive EPS.

8.2.12 SURVEILLANCE DE LA COREGISTRATION IMAGEUR-AVHRR

Objectif :

1. Surveiller le bon fonctionnement de l'algorithme de corrélation
2. Extraire un modèle de l'évolution de la coregistration imageur IIS-AVHRR (fonction de t et de la PSO) pour : 1) définir un first-guess tant que la coregistration n'a pas été faite, 2) calculer une loi nominale qui pourrait être utilisée si l'IIS tombait en panne.

Données d'entrées systématiques : GlacCorrelQual, GlacPosMaxQual, GlacOffsetIISAvhrr

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode :

1. Comparaison des indices de qualité avec la valeur théorique qui serait obtenue en ne tenant compte que du bruit des 2 instruments.

¹³⁷ produit de la transmission par le contraste. La surveillance du contraste est décrite en § 8.2.21. La décision de décontaminer sera prise en considérant le résultat de ces 2 surveillances ainsi que l'évolution de températures caractéristiques de l'instrument.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 148 of : 502
---	---	--	--

2. Ajuster un modèle temporel ou $f(\text{PSO})$ de l'écart IIS-AVHRR (en angle de visée satellite pour éviter les effets de projection au sol). Prévoir dans la boîte à outils ajustement de dérive (modèle polynomial) et analyse de Fourier du résidu.

8.2.13 SURVEILLANCE DE LA COREGISTRATION SONDEUR-IMAGEUR

Objectif :

1. Surveiller le bon fonctionnement de l'algorithme de corrélation
2. Extraire un modèle de l'évolution de la coregistration imageur IIS-Sondeur (fonction de t et de la PSO) pour : 1) définir un first-guess tant que la coregistration n'a pas été faite, 2) calculer une loi nominale qui pourrait être utilisée si l'IIS tombait en panne.

Données d'entrées systématiques : MIscOffsetSondIIS et MIscCorrelQual

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode : idem § 8.2.12.

8.2.14 SURVEILLANCE DES SEUILS DE DETECTION DE SPIKE

Objectif : Vérifier que les seuils de surveillance des spikes sont bien dimensionnés : trop petits ils donneront un taux de fausses alarmes trop important.

Données d'entrées systématiques : Flag de détection de spike BSpkFlagSpik (PN, SB, SN)

Acquisitions spécifiques :

Méthode : En cas de levée fréquente du flag de détection de spike par l'algorithme SPK₃, il faut pour commencer à comprendre avoir une collection d'interférogrammes de vérification qui correspondent à des détectations de spike. On commence donc par rechercher ces événements dans la base d'interférogramme disponible (à la TEC ?) ou bien si la fréquence est vraiment très élevée sur un certain type d'interférogrammes (pixel, bande visée) on programme l'acquisition d'interférogrammes de vérification de ce type.

Analyse : on filtre l'interférogramme avec le même filtre que celui qui est implémenté par l'algorithme SPK₃. Si le signal est partout supérieur au seuil : cela peut être le signe d'une non linéarité mal corrigée (qui crée un artefact dans le spectre : le défaut s'étale donc un peut partout dans l'interférogramme). Si le dépassement est localisé on peut certainement l'attribuer à un spike.

8.2.15 SURVEILLANCE DE LA CALIBRATION SPECTRALE

Objectif : S'assurer du bon fonctionnement de la calibration spectrale effectuée par les algorithmes du logiciel opérationnel (SSD₂₃ et SSS₂₁)

Données d'entrées systématiques : GSsdFlagSpectralShiftNonQual, GSsdWnshift, GSsdWnshiftQual, GSssFlagNonSelPix, GSssWnshiftMean, GSssWnshiftMeanQual

Acquisitions spécifiques :

Méthode :

1. Vérifier qu'il n'y a pas de levée de flags
2. Vérifier que la sélection des décalage spectraux élimine bien les valeurs de $\Delta\nu$ aberrantes en comparant la distribution des décalages spectraux sélectionnés et non sélectionnés par SSS₂₁.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 149 of : 502
---	---	--	--

3. Ajuster un modèle de la moyenne des décalages spectraux sélectionnés des 4 pixel en fonction de la PSO¹³⁸.

8.2.16 SURVEILLANCE DE LA POSITION DE L'AXE INTERFEROMETRIQUE

Objectif : Surveiller la qualité de la détermination de l'axe interférométrique et son mouvement pour s'assurer qu'il ne sort pas de la grille servant à tabuler les fonctions spectrales. A analyser en relation avec § 8.2.15.

Données d'entrées systématiques : Position instantanée et incertitude, position filtrée et indices de qualités issus de IAX₂₄ et FAX₂₅

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode :

1. Dérives du mouvement par rapport à la précision affichée
2. Ajuster un modèle d'évolution et prédire date de sortie de grille si la tendance se conservait
3. S'assurer de la bonne adéquation du filtrage (durée d'oubli)

8.2.17 SURVEILLANCE DES TABLES DE CODAGE ET SPECTRES EXTREMES

Objectif : Vérifier que les tables de codage utilisées à bord sont correctement dimensionnées par rapport à la distribution de spectres mesurés par IASI. (marges suffisantes pour éviter les overflows/underflows et pas trop grandes pour ne pas introduire un bruit de codage trop important).

Données d'entrées systématiques : ME_{xs}S_{max}, ME_{xs}S_{min} (données techno de l'OPS)

Acquisitions spécifiques : néant

Méthode :

1. Surveillances des Overflows/Underflows (fréquence et position)
2. Description statistique des spectres extrêmes rencontrés (variation au cours de l'année pour optimiser les tables de codage)
3. Comparaison avec les valeurs min et max encodables avec les tables de codage
4. Nouveau calcul, si nécessaire, des tables de codage avec marges ajustées (dans les zones où les overflows apparaissent)

8.2.18 QUALITE DES INTERFEROGRAMMES DE VERIFICATION

Objectif : S'assurer, avant de les utiliser que les interférogrammes transmis dans les données de vérification sont "corrects".

Données d'entrées systématiques :

¹³⁸ destiné à vérifier qu'il n'y a pas d'erreur de la calibration spectrale en fonction du type d'atmosphère : erreur qui pourrait être due à une mauvaise initialisation des phases naturelles pour la fenêtre spectrale utilisée par SSD₂₃. Si on était conduit à recalculer les phases naturelles (IW_{np}PhaseNat et IW_{np}ModulNat) pour améliorer la précision ou pour résoudre des problèmes de calibration identifiés par des utilisateurs, on validerait ces valeurs en simulant le traitement de l'OPS sur une collection de spectres 1A archivés (qui auraient par exemple été recueillis par ces mêmes utilisateurs).

			<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date: 06/01/ 2011</p> <p>Page : 150 of : 502</p>
---	---	--	---

Acquisitions spécifiques :

- Méthode :**
1. Décommutation, analyse des données/flags bord,
 2. Passage par l'algorithme de détection de spike

8.2.19 SPECTRE ESPACE FROID

Supprimée (intégrée dans §8.2.10)

8.2.20 INTERFEROGRAMMES DES VISEES DE CALIBRATION

Objectif : Surveiller l'évolution de la ligne de base et des valeurs min/max des interférogrammes sur les visées de calibration afin de détecter d'éventuelles dérives de la chaîne de mesure (offset électrique). Dans le cas où une dérive est détectée, avant de l'attribuer à une dérive de l'offset électrique, il faut s'assurer que l'évolution du flux thermique de l'instrument n'en est pas la cause (surveillance des températures des optiques chaudes). En fonction des résultats obtenus une modification des réglages de la chaîne de détection pourra être nécessaires (cf.[DR44])

Données d'entrées : BZpdNzpd, BNlcAnaMV

Acquisitions spécifiques : Série de n interférogrammes bruts des visées de calibration chaude (BB) ou froide (CS) pour une bande donnée et un pixel donné (n=10 AC).

- Méthode :**
1. Reconstitution de chaque interférogramme dans sa dynamique complète (ajout de la valeur de la ligne de base approchée BNlcAnaMV aux valeurs des interférogrammes bruts) et recentrage sur le NZPD correspondant (donné par NZpdNzpd).
 2. Détermination du maximum I^{Max} , du minimum I^{min} , et de la ligne de base de tous les interférogrammes de la série (cf. note 140 ci-après). Cela nécessite un suréchantillonnage précédents (nécessite un suréchantillonnage qui peut être effectué par la technique du « zero padding »).
 3. Stockage des ces 3 n valeurs afin de pouvoir faire des analyses de tendance (en distinguant les résultats obtenus sur les visées CS et BB)

8.2.21 CONTRASTE INTERFEROMETRIQUE

Objectif : Surveiller l'évolution du contraste de l'interféromètre.

Données d'entrées systématiques : BZpdNzpd, BNlcAnaMV

Acquisitions spécifiques : Série de n interférogrammes des visées de calibration chaude (BB) et froide (CS) pour une bande donnée (B3 en priorité) et un pixel donné (n=10 AC) après correction de non linéarité. L'ordre programmé devrait être BB, CS, BB, CS, etc.

Méthode :

1. Reconstitution de chaque interférogramme dans sa dynamique complète (ajout de la valeur de la ligne de base approchée BNlcAnaMV aux valeurs des interférogrammes sortis de NLC₂) et recentrage sur le NZPD correspondant (donné par BZpdNzpd).
2. Calcul séparé de la moyenne des interférogrammes CS et BB pour supprimer le bruit. Moyenne des interférogrammes CS --> I_h . Moyenne des interférogrammes BB --> I_c .

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 151 of : 502
---	---	--	--

3. Détermination du maximum I^{Max} , du minimum I^{min} , de la ligne de base I^{inf139} pour chacun des interférogrammes moyens précédents (nécessite un suréchantillonnage qui peut être effectué par la technique du « zero padding »).

4. Calcul du contraste moyen dans la bande en appliquant la formule ci-dessous¹⁴⁰

$$\tilde{C}_{\text{interferogram}} = \frac{(I_H^{Max} - I_H^{min}) + (I_C^{Max} - I_C^{min})}{2 \cdot (I_H^{inf} - I_C^{inf})}$$

On stockera les résultats pour pouvoir réaliser une analyse de tendance à long terme. (pour plus de détail se référer à [DR45]).

8.3 INDICES DE QUALITE SYSTEME (QIS₄₅)

Les produits IASI contiennent cinq indices de qualité et un flag indiquant que le produit est bon ou doit être considéré avec beaucoup de précautions.

Trois des indices de qualité sont relatifs aux performances spectrales, radiométriques et géométriques du sondeur ; le quatrième est une synthèse des précédents. Le cinquième est relatif à la qualité des images fournies par l'IIS.

Le document [DR41] décrit les principes selon lesquels les indices de qualité des spectres doivent être élaborés. En synthèse, on peut dire que les indices de qualité représentent l'augmentation NeΔT par rapport au bruit radiométrique purement instrumental.

L'approche actuelle du calcul est la suivante :

- Pour la performance spectrale : on utilise l'incertitude sur la position de l'axe interférométrique filtré issue de l'algorithme FAX₂₅.
- Pour la qualité de la calibration radiométrique : on utilise l'information sur le résidu imaginaire de la calibration radiométrique complexe élaboré par MCX₁₁₁.
- Pour la qualité géométrique, on utilise à la fois l'incertitude sur la coregistration IIS-AVHRR donnée par IAC₄₀ ainsi que l'information sur la variabilité des spectres à l'intérieur de l'image extraite des sorties de l'algorithme d'analyse des radiances AVHRR (CCS₄₁).

8.4 INDICATEURS D'ERREURS (FLAGS)

Le tableau suivant fournit la liste des flags produits par le système IASI. Dans une prochaine version de ce document, on fera apparaître les dépendances entre ces différents flags (de manière à distinguer les flags

¹³⁹ La ligne de base I_{inf} est calculée comme la moyenne des valeurs de l'interférogramme en ignorant la partie centrale de celui-ci (IDefNsCF échantillons de part et d'autre du NZPD).

¹⁴⁰ L'emploi de cette formule est justifié par le fait que les spectres BB et CS sont déphasés de π sur l'instrument IASI

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	 IASI	 IASI	Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 152 of : 502
---	---	--	--

synthétiques à surveiller systématiquement et les flags élémentaires qui pourraient n'être consultés qu'à des fins d'investigation).

La colonne prod. indique :

- soit l'algorithme générateur,
- soit OPS si le flag est levé lors des contrôles de la télémessure scientifique ou des produits AVHRR (absence ou corruption des données d'entrée).

Identificateur	Libellé	Prod.
BArcFlagCalSpectNonQual	Flag de qualité de la calibration radiométrique complexe	ARC
BCodFlagFlood	Flag de débordement du champ de bits alloué au spectre	COD
BDcoFlagErrorInterf	Flag de qualité réception de l'interférogramme	DCO
BDcoFlagMasEcret	Flag d'ecrétage du signal Mas	DCO
BDcoFlagMasErrorNbWords	Flag d'erreur entre le nombre de Rpd et le nombre de mots reçus	DCO
BDcoFlagMasErrorPath	Flag d'erreur de codage de la voie d'amplification	DCO
BDcoFlagMasOverFlow	Flag d'overflow du numériseur	DCO
BIRSFlagSrdNonIntegrityBB	Flag d'intégrité du spectre réduit du corps noir chaud	IRS
BIRSFlagSrdNonIntegrityCS	Flag d'intégrité du spectre réduit de l'espace froid	IRS
BISIFlagErrorFft	Flag d'intégrité du nombre d'échantillon de l'interférogramme	ISI
BRciFlagNonIntegrityOffset	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Offset	RCI
BRciFlagNonIntegritySlope	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Slope	RCI
BSpkFlagSpik	Flag de détection de spike	SPK
BZpdFlagNZpdNonQualBB	Flag de qualité de détection du Nzpd corps noir chaud	ZPD
BZpdFlagNZpdNonQualCS	Flag de qualité de détection du Nzpd espace froid	ZPD
BZpdFlagNZpdNonQualEW	Flag de qualité de détection du Nzpd visée terre	ZPD
GDocFlagErrorNbBit	Flag de non concordance nombre de bits au codage-décodage	DOC
GDocFlagUnderOverFlow	Flag de présence d'under ou d'overflow	DOC
GFaxFlagAxeNonQual	Flag de qualité de la position filtrée de l'axe interférométrique	FAX
GIacFlagCoregNonQual	Flag de qualité de coregistration imageurs IASI/AVHRR	IAC
GIacFlagCoregNonValid	Flag de défaut de coregistration imageurs IASI/AVHRR	IAC
GIaxFlagAxeNonQual	Flag de qualité de la détermination de l'axe interférométrique	IAX
GIsfFlagPdsNonValid	Flag de validité des poids d'interpolation	ISF
GOPSFlaDataGap	Trou de mesure	OPS
GOPSFlaGeoAvhrrMiss	Données de navigation AVHRR non disponibles	OPS

Identificateur	Libellé	Prod.
GOPSFlaIsCalibMiss	Tableau utilisé pour indiquer à 38_ICC quelles images sont disponibles.	OPS
GOPSFlaPacketAPMiss	Le paquet instrument de données auxiliaires est manquant.	OPS
GOPSFlaPacketIPMiss	Les paquets IP sont manquants.	OPS
GOPSFlaPacketPXMiss	Les paquets PX sont manquants	OPS
GOPSFlaPacketVPMiss	Les paquets instrument de vérification sont inexploitable	OPS
GOPSFlaPixMiss	Données liées au spectre IASI non utilisable	OPS
GOPSFltBandMiss	Une bande est considérée non utilisable	OPS
GOPSFltBBTMiss	La température du corps noir est inutilisable	OPS
GOPSFltImgBBMiss	Une image de calibration corps noir chaud est absente.	OPS
GOPSFltImgCSMiss	Une image de calibration espace froid est absente.	OPS
GOPSFltImgEWMiss	L'image du SN correspondant est non utilisable	OPS
GOPSFltIsrfemOff	Chaîne ISRFEM (22_SOS, 23_SSD) non activée	OPS
GOPSFltRadAvhrrMiss	Les radiances AVHRR sont inutilisables pour le SN associé	OPS
GSsdFlagSpectralShiftNonQual	Flag de qualité de détermination du shift spectral	SSD
GSssFlagNonSelPix	Flag de non sélection du pixel	SSS
HMuwFlagOffsetMVNonValid	Flag de non validité de la compensation de la ligne de base	MUW
ICtcFlagNbBitMax	Flag de dépassement du nombre de bit maximum par spectre	CTC
ICtcFlagNbBitSplMax	Flag de dépassement du nombre de bit maximum par échantillon	CTC
ISblFlagErrorLimits	Flag d'erreur de détermination des limites de bande spectrale	SBL
ISblFlagNoiseError	Flag de dépassement du seuil de bruit dans la bande spectrale	SBL
ISblOsFlagErrorLimits	Flag d'erreur dans la détermination des limites de recouvrement	OSB
ISmtFlagTScanNonQual	Flag de qualité de la mesure de température du scan	SMT
MiscFlagCoregNonQual	Flag de mauvaise qualité de la co-registration sondeur-imageur	ISC
MiscFlagCoregNonValid	Flag d'échec de la co-registration sondeur-imageur	ISC
MMatFlagQual	Flag de stabilité de la fonction de transfert analogique	MAT
MMccFlagShapeIndex	Flag de dépassement du seuil de qualité de l'index de forme	MCC
MMcxFlagBiasCalRad	Flag de dépassement de seuil du biais de calibration radiométrique	MCX
MMcxFlagImagRMSNonValid	Flag de non validité du seuil de qualité de calibration radiométrique complexe	MCX
MMcxFlagNoiseCalRad	Flag de dépassement de seuil du bruit de calibration radiométrique	MCX

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 154 of : 502
---	---	--	--

Identificateur	Libellé	Prod.
MScoFlagNsfirstCF	Flag de mauvaise position du début de frange centrale	SCO
MScoFlagNslastCF	Flag de mauvaise position de la fin de frange centrale	SCO
MScoFlagSpikCutoffCF	Flag de proximité au cutoff dans la frange centrale	SCO
MScoFlagSpikCutoffCFO	Flag de proximité au cutoff hors de la frange centrale	SCO

9. REPERTOIRE DES ALGORITHMES

La table suivante présente la liste des algorithmes avec les différentes localisations où ces algorithmes sont implantés dans le système IASI (cf § 3.8).

- Bord : Algorithmes implantés dans l'instrument IASI,
- OPS : Algorithmes implantés dans le logiciel OPS qui fournit les produits IASI de niveau 1,
- GSE : Algorithmes implantés dans les logiciels de recette sol de l'instrument,
- TEC : Algorithmes implantés dans le Centre d'Expertise Technique.

9.1 ALGORITHMES BORD

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
1a	DCO	Décompactage des valeurs de l'interférogramme	x		x	
1c	COI	Troncature des images	x		x	
2	NLC	Correction de non-linéarité de la chaîne d'acquisition	x		x	
3	SPK	Détection de spikes	x		x	
4	ZPD	Détermination du ZPD	x		x	
5	IRS	Calcul de l'intégrité des spectres réduits instantanés des visées de calibration	x		x	
6	FRS	Filtrage des spectres réduits des visées de calibration	x		x	
7	ISI	Préparation de l'interférogramme centré sur le NZPD	x		x	
8	FFT	Transformée de Fourier	x		x	
9	PLK	Calcul de la fonction de Planck	x	x	x	x
10	CRC	Calcul des coefficients de calibration radiométrique	x		x	
11	RCI	Elaboration du flag d'intégrité des coeff de calibration radiométrique	x		x	
12	FRC	Filtrage des coefficients de calibration radiométrique	x		x	
13	ARC	Calibration radiométrique	x		x	
14	MRG	Combinaison des bandes spectrales	x		x	
15	COD	Codage des spectres	x		x	

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 156 of : 502
---	---	--	--

9.2 ALGORITHMES DU TRAITEMENT SOL

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
20	DOC	Décodage des spectres		x	x	x
21	SSS	Sélection des déterminations des décalages spectraux		x	x	
22	SOS	Suréchantillonnage d'un spectre		x	x	
23	SSD	Détermination des décalages spectraux		x	x ¹⁴¹	
		Détermination des décalages spectraux		x		x ¹⁴²
24	IAX	Détermination de la position de l'axe interférométrique instantané		x	x	x
25	FAX	Détermination de la position de l'axe interférométrique filtré		x	x	x
30	FTB	Filtrage de la température du corps noir interne (BB)		x	x	x
31	SCR	Calibration spectrale du coefficient de calibration radiométrique		x	x	x
32	HEC	Correction d'émissivité du corps noir chaud		x	x	x
33	SME	Estimation de la température du miroir de balayage		x	x	x
34	SMC	Correction angulaire de réflectivité et de polarisation du miroir de balayage		x	x	x
35	S1B	Rééchantillonnage du spectre		x	x	
37	S1C	Apodisation d'un spectre		x	x	
38	ICC	Calcul des coefficients de calibration radiométrique des images		x	x	x
39	IRC	Calibration radiométrique des images		x	x	x
40	IAC	Co-registation imageur-AVHRR		x	x	
41	CCS	Analyse des radiances dans les FOVs sondeur		x		
42	PCH	Construction des pseudos canaux IASI-AVHRR		x		x
43	ISF	Interpolation des fonctions spectrales		x	x	
44	GEO	Localisation des produits IASI		x	x	

¹⁴¹ sur cibles atmosphériques

¹⁴² pour les conditions de recette

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 157 of : 502
---	---	---	--

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
45	QIS	Indices de qualité système		x		
46	HIP	Homogénéité inter-pixel du NZPD		x		x

9.3 ALGORITHMES D'INITIALISATION

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
50	CTC	Construction des tables de codage des spectres			x	x
51	USB	Détermination des limites des bandes spectrales utiles			x	
52						
53	ZSB	Détermination des limites de bandes spectrales utiles des spectres réduits de calibration			x	
54	RSC	Initialisation des spectres réduits des visées de l'espace froid			x	x
55	RSH	Initialisation des spectres réduits des visées du corps noir chaud			x	x
56	SBL	Calcul des limites de bandes			x	x
57	CCO	Calcul de l'offset long terme du mouvement du coin de cube			x	x
58	WNP	Calcul des phases naturelles d'une fenêtre spectrale			x	
59	SMA	Actualisation des coefficients de réflectivité du miroir de balayage			x	x
60	PEF	Calcul des fonctions d'erreur de phase			x	x
61	ATT	Construction de la table de correction de la fonction de transfert analogique			x	x
62	DTT	Construction des tables de correction de la fonction du numériseur				x
63	SMM	Initialisation du modèle de calcul de la température du miroir de balayage			x	x
64		Supprimé				
65	CCM	Initialisation du mouvement du coin de cube			x	
66	SMT	Mesure de la température du miroir de balayage			x	x

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
67	RNS	Calcul des spectres de bruit radiométrique			x	
68	NLB	Calcul des spectres de bruit large bande			x	
69						
70	MZQ	Calcul des limites de détection de la frange centrale			x	
71	RNM	Calcul de la matrice de covariance du bruit radiométrique				
72	ESM	Modélisation des spectres atmosphériques extrêmes				
73	CSM	Modélisation des spectres extrêmes de calibration			x	
74	SDB	Lecture et écriture de la banque de données spectrales			x	
75	PSP	Positionnement des IPSF			x	
76	SAF	Calcul des fonctions d'auto-apodisation			x	x
77	SAS	Prise en compte de l'échantillonnage Rpd				x
78	SRF	Calcul des fonctions d'instrument				x
79	CAF	Calcul des fonctions d'apodisation				
80	NPS	Introduction de la variation inter pixels de la phase naturelle dans les shifts spectraux			x	
81	CMO	Calcul d'un modèle orbital			x	
82	SRC	Calcul de la fonction instrument 1C				

9.4 ALGORITHMES DE SURVEILLANCE

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
100	EXS	Mise à jour des spectres d'énergie minimale et maximale		x	x	
101	SHB	Surveillance du signal hors bande utile			x	
102	SEP	Surveillance des fonctions d'erreur de phase			x	
105	IHB	Calcul de l'interférogramme moyen et du bruit brut			x	
106	HCD	Calcul de différences entre histogrammes cumulés			x	
109	ISC	Co-registration sondeur-imageur		x	x	
110	DPT	Calcul de la table des pixels-image morts		x	x	x

			Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date: 06/01/ 2011 Page : 159 of : 502
---	---	--	--

N°	Nom	Libellé	Bord	OPS	TEC	GSE
111	MCX	Surveillance de la calibration radiométrique complexe		x	x	
122	SCO	Surveillance de la validité des seuils de détection des spikes			x	

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 160 of : 502</p>
---	--	---

ANNEXE 1 – ALGORITHMES DU TRAITEMENT BORD



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 161

of : 502

Fiche : 01.a

Version : 2

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : DCO

Décompactage des valeurs de l'interférogramme

Principe :

Cet algorithme est en interface avec le système de transmission des données en provenance du MAS. Il est chargé de décoder les informations contenues dans les mots de 16 bits en provenance du MAS. Il est entièrement dépendant de l'architecture du numériseur. La version décrite ici correspond à la définition du numériseur comportant 3 voies d'amplification, un CAN 12 bits, une compensation de la ligne de base et une mesure des offsets pour une tension d'entrée de 0 volts.

Un mot de 16 bits de l'interférogramme est codé comme suit :

Bit B0 (MSB) : Spike detection flag (FlagMasEcret)

Bit B1 : ADC overflow flag (FlagMasOverflow)

Bit B2&B3 : Amplification path (Path)

Bit B4 to B15 : Interferogram sample value (0 : min value, $2^{12}-1$: max value, B4 :MSB).

L'algorithme reçoit NsReceived mots de 16 bits.

Les NbBadWords premiers mots de 16 bits reçus sont des mots dits de configuration qui ne seront pas soumis aux traitements numériques mais qui permettent de recalibrer et corriger (NLC) les échantillons de l'interférogrammes qui sont reçus après ces premiers échantillons.

L'organisation des NbBadWords est la suivante :

premier mot : Offset voie 1 (RawOffset1)

Second mot : Offset voie 2 (RawOffset2)

Troisième mot : Offset voie 3 (RawOffset3)

Mots 4 à 25 : données non utiles au traitement bord (données auxiliaires set #1)

Mots 26 : ligne de base avant compensation grossière (RawMVCoarse)

Mots 27 à 62 : données non utiles au traitement bord (données auxiliaires set #2)

Mots 63 : ligne de base différentielle gain 16 après compensation fine

Mots 64 à 92 : données non utiles au traitement bord (données auxiliaires set #3)

Mots 93 : Offset différentiel voie 3

Mots 94 : Offset différentiel voie 2

Mots 95 : Offset différentiel voie 1

Mots 96 à 100 : données non utiles au traitement bord (données auxiliaires set #4)

Les mots suivants sont les mesures utilisables de l'interférogramme.

Entrées :

Nombre de mots inutilisables NbBadWords

Nombre de fronts Rpd comptés par l'IMS NbWords

Ecart (delta) entre le nombre de front RPD comptés par la gestion bord (NbWords) et le nombre de mots reçus par le DPS

Données reçues RawData



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 162

of : 502

Sorties :

Ligne de base RawMVCoarse

Offset voie 1 RawOffset1

Offset voie 2 RawOffset2

Offset voie 3 RawOffset3

Nombre de mots reçus NsReceived

Nombre de mots décompactés utiles NsInterf

Interférogramme utile RawInterf(m)

Numéros de voie associé à chaque mot utile de l'interférogramme Path(m)

Flag de qualité réception de l'interférogramme FlagErrorInterf

**Flag intermédiaires : FlagMasOverFlow FlagMasEcret
 FlagMasErrorPath FlagMasErrorNbWords**

Algorithme :

Extrait des quatres mots suivants parmi les NbBadWords premiers mots
(ligne de base et offsets).

RawMV

RawOffset1

RawOffset2

RawOffset3

Pour ces quatre mots, extraction : des flags (overflow, écrêtage), du numéro de voie Path(m), avec vérification de non présence de Path(m) = 0

Pour les mots supérieur aux NbBadWords premiers mots,

extraction : des flags (overflow, écrêtage) , du numéro de voie Path(m)

avec vérification de non présence de Path(m) = 0 , de la valeur de
l'interférogramme RawInterf(m)

Calculer le nombre de mots reçus : NsReceived

Calculer le nombre d'échantillons interférogrammes utiles NsInterf = NsReceived – NbBadWords

Vérification de la concordance entre le nombre de mots reçus et le nombre nombre de fronts RPD comptés par l'IMS (NbWords) : NbWords = NsReceived ± delta

Construction du flag de qualité réception de l'interférogramme FlagErrorInterf

overflow : FlagMasOverFlow

écrêtage : FlagMasEcret

intégrité du numéro de voie : FlagMasErrorPath

concordance nombre de mots : FlagMasErrorNbWords

Construction des paramètres d'entrée :

La composition des mots et la position des mots spécifiques sont décrits par l'interface MAS/DPS.

Idem pour le nombre de mots inutilisables ce nombre peut être affiné en recette ou en opération voir *fiche 105_MCUU*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 163

of : 502

Fiche : 01.c

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : COI Troncature des images

Principe :

Les valeurs des images précalibrées et numérisées par la chaîne d'acquisition des images sont transmises au DPS. Cet algorithme est dépendant de l'interface imageur DPS.

Entrées :

Nombre de bits du codage des images
Nombre de bits de la transmission des images
Images précalibrées

Sorties :

Images tronquées

Algorithme :

Troncature des images à n bits, $8 \leq n \leq 12$

Construction des paramètres d'entrée :

Nombre de bits du codage des images (SPEC)
Nombre de bits de la transmission des images (SPEC)

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 164

of : 502

Fiche : 02

Version : 2

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : NLC

**Correction de la non linéarité de la chaîne
de détection et d'acquisition**

Principe :

La correction de non linéarité est fortement dépendante de l'architecture du numériseur. La version décrite ici correspond à la définition du numériseur comportant 3 voies d'amplification, un CAN 12 bits, une compensation de la ligne de base et une mesure des offsets pour une tension d'entrée de 0 volts.

Cet algorithme a pour objet de rétablir le signal d'entrée de la chaîne d'acquisition et par la même de corriger des effets non linéaires de cette chaîne à partir des caractérisations des fonctions de transfert des divers éléments des 12 chaînes d'acquisition.

La dynamique de l'interférogramme est décalée (à l'entrée du numériseur) de telle sorte que les échantillons au voisinage de la ligne de base soient codés au voisinage du milieu de la dynamique du CAN pour la voie d'amplification la plus grande (afin d'optimiser la précision de codage numérique).

La correction de non linéarité est décomposée en deux parties

- d'abord correction du numériseur alors que l'interférogramme est dans une dynamique centrée sur 0 Volts,
- ensuite correction de la chaîne analogique amont alors que l'interférogramme est rétabli dans sa dynamique absolue.

Le numériseur qui contient, entre autres, 3 voies d'amplification du signal suivies d'un convertisseur analogique numérique 12 bits unique possède, par voie d'amplification, une fonction de transfert mesurable et reproductible dans une plage de température de fonctionnement. Ces fonctions de transfert inverses sont décomposées en un polynôme (fonction de transfert basse fréquence) et un résidu (fonction de transfert haute fréquence). Ces polynômes sont ensuite approximatés par une fonction linéaire par morceau (128 segments). La correction de non linéarité est donc effectuée au moyen de 3 tables. Ces corrections sont appliquées dans l'ordre inverse d'introduction des défauts par la chaîne d'acquisition.

1. Correction de non linéarité HF du numériseur
2. Correction de non linéarité BF du numériseur
3. Correction de la non linéarité en amont du numériseur



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 165

of : 502

Entrées :

Offset des index de segment OffsetDyn

Table de correction HF du numériseur HFTabDigit

Tables de correction BF du numériseur :

- Pente des segments SlopeTabDigit

- Offset des segments OffsetTabDigit

Table de correction BF en amont du numériseur :

- Pente des segments SlopeTabAnalog

- Offset des segments OffsetTabAnalog

Offsets mesurés pour les 3 voies d'amplification RawOffset

Ligne de base mesurée RawMV

Numéros de la voies d'amplification de chaque points de l'interférogramme Path

Nombre de points de l'interférogramme NsInterf

Valeurs mesurées des points de l'interférogramme RawInterf

Sorties :

Valeurs de l'interférogramme corrigées et centrées sur la ligne de base Interf

Valeur de la ligne de base corrigée de la non linéarité AnaMV

Flag d'erreur FlagIntegrity



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 166

of : 502

Algorithme :

Initialisations

Limite inférieure des valeurs des codes (inclue) : $CodMin = 0$

Limite supérieure des valeurs des codes (exclue) : $CodMax = 4096$

Limite inférieure des numéros de segment (inclue) : $SegMin = 0$

Limite supérieure des numéros de segment (exclue) : $SegMax = 128$

Facteur de conversion des codes dans la dynamique des numéros de segment :

$$ScaleT = (SegMax - SegMin) / (CodMax - CodMin) = 2^{-5}$$

Facteur de conversion des codes dans la dynamique de la table HF : $ScaleH = 2^4$

Nombre de codes par segment $SizeSegment = 1 / ScaleT = 32$

Offsets et ligne de base

Pour chaque offset mesuré à la sortie des trois voies d'amplification $p=0,1,2$, on calcule les tensions correspondantes à l'entrée du numériseur dans la dynamique des numéros de segment :

$$Ofc(p) = SlopeTabDigit(p, m) * R1 + OffsetTabDigit(p, m)$$

avec :

p = numéro de la voie d'amplification

m = $PartieEntière(RawOffset(p) * ScaleT)$ numéro du segment de correction BF du numériseur

$$R1 = RawOffset(p) * ScaleH + HfTabDigit(RawOffset(p))$$

Pour la valeur mesurée de la ligne de base on applique le même algorithme suivi de la correction d'offset de la voie 0 d'amplification de gain 1 et de la prise en compte du fait que l'indexation des segments est essentiellement positive :

$$DigitMV = SlopeTabDigit(p, m) * R1 + OffsetTabDigit(p, m) - Ofc(p=0) + OffsetDyn$$

avec :

p = numéro de la voie d'amplification

m = $PartieEntière(RawMV(p) * ScaleT)$ numéro du segment concerné

$$R1 = RawMV(p) * ScaleH + HfTabDigit(RawMV(p))$$

les corrections de ligne de base et d'offset sont regroupées pour chaque voie d'amplification $p=0,1,2$

$$Ofd(p) = DigitMV - Ofc(p)$$

Gestion des débordements de table

On vérifie que la valeur de la ligne de base ne génère pas un numéro de segment hors limites :

si $DigitMV < SegMin$ ou bien si $DigitMV > SegMax - 1$ on lève le flag de débordement $FlagIntegrity$ et on arrête le processus.

Pour les trois voies d'amplification on vérifie que les codes minimum et maximum ne génèrent pas de numéro de segments hors limites :



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 167

of : 502

Algorithme (suite) :

$$R2(p) = \text{SlopeTabDigit}(p, m) * R1 + \text{OffsetTabDigit}(p, m) + \text{Ofd}(p)$$

avec :

p = numéro de la voie d'amplification

m = SegMin numéro du segment de correction BF du numériseur

R1 = CodMin * ScaleH + HfTabDigit(CodMin)

puis avec :

p = numéro de la voie d'amplification

m = SegMax - 1 numéro du segment de correction BF du numériseur

R1 = (CodMax - 1) * ScaleH + HfTabDigit(CodMax - 1)

Pour les deux cas si $R2(p) < \text{SegMin}$ ou bien si $R2(p) > \text{SegMax} - 1$ on lève le flag de débordement FlagIntegrity et on arrête le processus.

Correction de la ligne de base

La valeur de la ligne de base corrigée de la non linéarité du numériseur est corrigée de la non linéarité BF en amont du numériseur :

m = Partie Entière (DigitMV)

AnaMV = SlopeTabAnalog(m) * DigitMV + OffsetTabAnalog(m)

Reconstruction des tables de correction

Pour tous les segments q de SegMin à SegMax - 1

Pour tous les codes i de q * SizeSegment à (q + 1) * SizeSegment - 1

Mise à la dynamique des tables et correction HF

$R1 = i * \text{ScaleH} + \text{HfTabDigit}(i)$

Pour les voies d'amplification p de 0 à 2

Correction BF du numériseur des codes i corrigés Hf

$R2(p) = \text{SlopeTabDigit}(p, q) * R1 + \text{OffsetTabDigit}(p, q) + \text{Ofd}(p)$

Numéro du segment impliqué dans la correction BF amont du numériseur

m = Partie Entière (R2(p))

Valeur corrigée totale du code i

$R3(p, i) = \text{SlopeTabAnalog}(m) * R2(p) + \text{OffsetTabAnalog}(m) - \text{AnaMV}$

Fin de boucle sur les voies d'amplification p

Fin de boucle sur les codes i

Fin de boucle sur les segments q

Correction des échantillons de l'interférogramme

On applique les tables R3 précédemment calculées à tous les points de l'interférogramme selon leur numéro de voie d'amplification.

Pour tous les points k de 1 à NsInterf

$\text{Interf}(k) = R3(\text{Path}(k), \text{RawInterf}(k))$


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 168 of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les fonctions de transfert HF du CAN, essentiellement dues aux convertisseurs analogiques-numériques (12 chaînes d'acquisition), sont caractérisées en recette pour différentes plages de température de fonctionnement.

La construction des tables de correction HF du CAN est décrite *fiche 62_D77*.

Les fonctions de transfert BF du numériseur (12 chaînes d'acquisition) sont caractérisées à la recette pour différentes plages de température de fonctionnement.

La construction des tables de correction BF du numériseur est décrite *fiche 62_D77*.

Si la dispersion (en fonction de la température) des caractérisations est trop importante, les tables doivent pouvoir être rechargées en cas de dérive de la température de fonctionnement du numériseur en opération voir *fiche 104_MD7*.

Les tables de correction BF de la chaîne analogique en amont du numériseur sont initialisées à la recette et recalculées en opération par l'algorithme de détermination de la non linéarité analogique voir *fiche 61_A77*, et surveillées en opération voir *fiche 103MA7*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 169

of : 502

Fiche : 03

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : SPK

Détection de spikes

Principe :

On convolue l'interférogramme par un filtre passe haut qui va ainsi filtrer le signal utile qui est par construction bande limité. Si le résultat de la convolution donne un signal d'énergie significative, ce signal sera attribué à l'énergie d'un spike.

L'interférogramme doit être filtré par deux filtres différents selon que l'on se trouve dans la frange centrale ou en dehors.

En cas de détection, un flag est levé.

Entrées :

Début de région attribuée à la frange centrale NsfirstSpikCF

Fin de région attribuée à la frange centrale NslastSpikCF

Poids du filtre frange centrale WgtSpikCF(13 poids)

Poids du filtre hors frange centrale WgtSpikCFO(5 poids)

Seuil de détection frange centrale CutoffSpikCF

Seuil de détection hors frange centrale CutoffSpikCFO

Nombre de mots décompactés utiles NsInterf

Interférogramme linéarisé et centré Interf(m)

Sorties :

Flag de détection de spike FlagSpik



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 170

of : 502

Algorithme:

Initialisation du compteur de spike

Pour chaque échantillon entre NsfirstSpikCF et NslastSpikCF inclus (frange centrale), convolution par un filtre de poids 13 et comparaison au seuil CutoffSpikCF

$$Ic(m) = \sum_{p=m-6}^{p=m+6} Interf(p) \times WgtSpikCF(p - m)$$

si $Ic(m) > CutoffSpikCF$ **incrémentement du compteur de spike**

Pour les autres échantillons (hors frange centrale), convolution par un filtre de poids 5 et comparaison au seuil CutoffSpikCFO. m varie de 3 à NsfirstSpikCF-1 et de NslastSpikCF+1 à NsInterf-2

$$Ic(m) = \sum_{p=m-2}^{p=m+2} Interf(p) \times WgtSpikCFO(p - m)$$

si $Ic(m) > CutoffSpikCFO$ **incrémentement du compteur de spike**

Si le compteur a été incrémenté, **FlagSpik = oui**

Sinon

FlagSpik = non

Construction des paramètres d'entrée :

Les filtres passe haut de convolution et les seuils de détection sont initialisés après une analyse théorique puis affinés si besoin est en opération.

La position de la région de la frange centrale est initialisée à l'aide de l'algorithme d'initialisation de détection du NZPD *fiche 70_M32* puis affinée en opération à l'aide de l'algorithme de surveillance de détection du NZPD.

De la position de la frange centrale choisie pour le calcul du Nzpd est déduite une position pour les autres bandes.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 171

of : 502

Fiche : 04

Version : 1 Rev. 2

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : ZPD

Détermination du NZPD

Principe :

Il est nécessaire pour la calibration radiométrique des spectres dans le plan complexe que les spectres, utilisés par ce dernier algorithme, soient centrés sur le même échantillon (NZPD). Il est indifférent que cet échantillon soit le ZPD effectif. L'important est qu'il soit à la même position par rapport au ZPD effectif pour les trois spectres complexes (cible, corps noir chaud et espace froid).

L'algorithme détecte la position approchée de la frange centrale de l'interférogramme (position du maximum) puis effectue une série de K transformées de Fourier d'une portion de l'interférogramme centrée sur un échantillon que l'on décale dans le voisinage de la position approchée du maximum. Pour chaque résultat de la transformée de Fourier on calcule la somme des distances à la droite de calibration des points du spectre réduit ainsi obtenu dans la bande utile.

La détection de l'échantillon commun (improprement appelé NZPD) s'effectue dans l'espace du spectre complexe par minimisation de ces distances.

La droite de calibration, définie par les spectres réduits des visées de calibration, est initialisée au sol puis mise à jour à chaque séquence de calibration et filtrée. On calcule de plus un index de qualité de la détermination du NZPD.

Entrées :

Cible visée XX (=CS BB ou EW

Interférogramme Interf(m)

Début de région attribuée à la frange centrale NsfirstNzpdCF

Fin de région attribuée à la frange centrale NslastNzpdCF

Offset par rapport à la position approchée de la frange centrale OffsetCf

Dimension de la transformée de Fourier réduite NSrdFT

Nombre de décalages de l'échantillon central de la FFT réduite NstepSrdFT

Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile NsfirstSrd

Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile NslastSrd

Spectre réduit de visée de l'espace froid SrdFilteredCS

Spectre réduit de visée du corps noir chaud SrdFilteredBB

Seuil de qualité de détection du Zpd NzpdQualIndexCutoff

Sorties :

Numéro de l'échantillon correspondant au Nzpd Nzpd

Index de qualité de détection du Nzpd NzpdQualIndex

Flag de qualité de détection du Nzpd FlagNzpdNonQual

Spectre réduit instantané SrdInstant si une visée de calibration est l'objet du traitement

**Algorithme:**

Calcul de la valeur moyenne de l'interférogramme entre NsfirstNzpdCF et NslastNzpdCF : Meaninterf

Calcul d'une première approximation

Recherche entre NsfirstNzpdCF et NslastNzpdCF de la position du maximum en valeur absolue de l'interférogramme NZpdApprox :

$$\text{NZpdApprox} = \text{position} (\text{Max} | \text{Interf}(m) - \text{Meaninterf} |)$$

Raffinement de cette première approximation

$$\text{DNGC} = \text{NsLastNzpdCF} - \text{NsFirstNzpdCF} + 1$$

Pour m de NZpdApprox - DNGC/2 à NZpdApprox + DNGC/2

$$\text{Cog} = \frac{\sum_m m \cdot (\text{Interf}(m) - \text{MeanInterf})^2}{\sum_m (\text{Interf}(m) - \text{MeanInterf})^2}$$

$$\text{NZpdApprox} = \text{Int} (\text{Cog})$$

Pour les différences valeurs de décalage Nstep de -NstepSrdFT à +NstepSrdFT

Transformée de Fourier inverse complexe Srd(Nstep) de NSrdFT échantillons

centrés sur NZpdApprox+Nstep+OffsetCF. La transformation n'est pas normalisées. La définition de cette transformation est la même que dans la fiche FFT₀₈ (nombre de points différents).

Calcul de la somme des distances Dist(Nstep) à la droite de calibration pour les échantillons spectraux dans la bande utile n de NsfirstSrd à NslastSrd

$$\text{Norm}(n) = \text{Partie réelle}((\text{SrdFilteredBB}(n) - \text{SrdFilteredCS}(n)) \times (\text{SrdFilteredBB}(n) - \text{SrdFilteredCS}(n))^*)$$

$$\text{Dist}(Nstep) = \sum (\text{abs}(\text{Im}((\text{Srd}(Nstep, n) - \text{SrdFilteredCS}(n)) \times (\text{SrdFilteredBB}(n) - \text{SrdFilteredCS}(n))^*)) / \text{Norm}(n))$$

*** = conjugué complexe**

Recherche du décalage correspondant au minimum de Dist : NstepMin

Calcul du NZPD : Nzpd = NZpdApprox + NstepMin + OffsetCF

Si XX = CS ou BB (visée de calibration), calcul du spectre réduit instantané

$$\text{SrdInstant} = \text{Srd}(NstepMin)$$

Calcul de l'index de qualité de la détection du NZPD : Produit des rapports de la distance minimale avec les distances des positions adjacentes

$$\text{NzpdQualIndex} = [\text{Dist}(NstepMin)]^2 / (\text{Dist}(NstepMin-1) \times \text{Dist}(NstepMin+1))$$

Elaboration du flag de qualité du NZPD

Si NzpdQualIndex > NzpdQualIndexCutoff

FlagNzpdNonQual = oui

Sinon

FlagNzpdNonQual = non



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 173

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Le nombre de décalages et la dimension de la FFT réduite sont fixés

L'offset de la frange centrale, le nombre et la positions des échantillons des spectres réduits sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 70_M32*.

Les spectres réduits des visées de calibration sont initialisés en recette, affinés en opération si nécessaire et rechargés après tout arrêt du DPS voir *fiches 54_RSC, 55_RSH*.

Les limites de la bande utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 53_ZSB*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 174

of : 502

Fiche : 05

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : IRS Calcul de l'intégrité des spectres réduits instantanés des visées de calibration

Principe :

Il est interdit d'actualiser les spectres réduits des visées de calibration s'ils ne sont pas intègres. L'intégrité est mesurée par la comparaison à un seuil de l'index de qualité de la détermination du NZPD pour les visées de calibration et par la comparaison à un seuil de la distance entre le spectre réduit filtré et le spectre réduit instantané.

Un compteur de réjections consécutives NbrejectNzpd est incrémenté à chaque levée du flag d'intégrité. Ce compteur est ré-initialisé à zéro dès que l'actualisation des spectres réduits est autorisée. Le flag d'intégrité ne peut être levé consécutivement plus de NbrejectNzpdMax fois sinon on active la procédure de ré-initialisation des spectres réduits de calibration :

SrdFilteredCS=SrdinitCS

SrdFilteredBB=SrdinitBB

on lève le flag de reset ResetSrd

et on ré-initialise le compteur de réjections consécutives.

Entrées :

Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile NsfirstSrd

Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile NslastSrd

Spectre réduit instantané SrdInstant

Spectre réduit filtré SrdFiltered

Seuil de distance entre les spectres réduits CutoffSrdDist

Sorties :

Flag d'intégrité FlagSrdNonIntegrity

Algorithme :

Calcul de la somme sur tous les échantillons spectraux n des distances entre les spectres réduits filtrés et instantanés (somme de n=NsfirrtSrd à n=NslastSrd)

$$\text{DistSrd} = \sum_n ((\text{SrdInstant}(n) - \text{SrdFiltered}(n)) \times (\text{SrdInstant}(n) - \text{SrdFiltered}(n))^*)$$

$$/ \sum_n (\text{SrdFiltered}(n) \times \text{SrdFiltered}(n)^*)$$

* = conjugué complexe

Détermination de l'intégrité des spectres réduits

Si DistSrd > CutoffSrdDist

alors

FlagSrdNonIntegrity = oui

Sinon

FlagSrdNonIntegrity = non



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 175

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les seuils d'intégrité sont initialisés pour la recette et modifiés si besoin est en opération.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 176

of : 502

Fiche : 06

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : FRS

**Filtrage des spectres réduits
des visées de calibration**

Principe :

Les spectres réduits instantanés des visées de calibration nécessaires à la détermination du NZPD sont combinés linéairement avec les spectres réduits filtrés lors du cycle précédent. Le poids appliqué au spectre instantané est égal à l'inverse du nombre de cycles (lignes de balayage) spécifiés pour le filtrage, le poids appliqué à la valeur filtrée est le complément à 1.

Le filtrage des spectres réduits n'est effectué que si les spectres réduits instantanés sont déclarés intègres.

Cet algorithme n'est exécuté que si le flag de non intégrité des spectres réduits n'est pas levé.

Entrées :

Nombre de cycles de filtrage du spectre réduit de calibration NbcycleSrd

Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile NsfirstSrd

Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile NslastSrd

Spectre réduit instantané SrdInstant(n)

Spectre réduit filtré SrdFiltered(n)

Sorties :

Spectre réduit filtré SrdFiltered(n)

Algorithme :

Poids de la combinaison linéaire de filtrage

$$Pds = 1 / NbcycleSrd$$

Pour tous les échantillons spectraux n des spectres réduits de NsFirstSrd à NsLastSrd

$$SrdFiltered(n) = Pds \times SrdInstant(n) + (1 - Pds) \times SrdFiltered(n)$$

Construction des paramètres d'entrée :

Le nombre de cycles définissant les poids du filtrage est initialisé en recette et modifié si besoin est en opération.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 177

of : 502

Fiche : 07

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : ISI Préparation de l'interférogramme centré sur le NZPD

Principe :

Prélever sur l'interférogramme le nombre d'échantillons nécessaires à la transformée de Fourier NsFFT parmi les NsInterf échantillons de l'interférogramme. L'échantillon repéré comme étant le NZPD par l'algorithme précédent étant placé en position NsFFT/2+1 de l'interférogramme prélevé pour le calcul de la FFT.

Entrées :

Numéro du NZPD Nzpd

Nombre d'échantillons de l'interférogramme NsInterf

Nombre d'échantillons nécessaires NsFFT

Sorties :

Numéro du premier échantillon à traiter Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter Nslast

Flag d'intégrité du nombre d'échantillon de l'interférogramme FlagErrorFft

Algorithme :

Calcul de la position du premier et du dernier échantillon désiré

Nsfirst = Nzpd - NsFFT/2

Nslast = Nzpd + NsFFT/2-1

Vérification qu'il n'y a pas de points manquant à l'une des extrémités (ou aux deux).

S'il y en a, on lève le flag d'intégrité FlagErrorFft = oui

sinon FlagErrorFft = non

Construction des paramètres d'entrée :

Nombre d'échantillons de la transformée de Fourier (SPEC)

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 178

of : 502

Fiche : 08

Version : 1 Rev. 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : FFT

Transformée de Fourier

Principe :

Effectuer la transformée de Fourier inverse complexe de l'interférogramme réel approximativement centré sur le NZPD (cf ISI₀₇) et composé de NsFFT échantillons tel que la différence de marche optique couverte soit approximativement égale à ± 2 cm.

Entrées :

Décomposition en facteurs premiers de la dimension de la transformée de Fourier
RadixDecomposition
Numéro du premier échantillon de l'interférogramme Msfirst
Numéro du dernier échantillon de l'interférogramme Mslast
Interférogramme Interf(m)
Numéro du premier échantillon spectral de la bande utile Nsfirst
Numéro du dernier échantillon spectral de la bande utile Nslast

Sorties :

Spectre complexe dans la bande utile Spect(n)

Algorithme:

Algorithme de Cooley-Tuckey à radix-multiples appliqué sur les échantillons de l'interférogramme compris entre Msfirst et Mslast

Pour les algorithmes classiques, l'interférogramme doit être présenté dans l'ordre suivant :

I(Nzpd), I(Nzpd+1), ..., I(Mslast-1), I(Mslast),
I(Msfirst), ..., I(Nzpd-2), I(Nzpd-1)

L'algorithme calcule, pour $n=0, \dots, N-1$ les sommes

$$x_n = \sum_{k=0}^{N-1} X_k w^{-nk}$$

$$w = e^{-j2\pi / N}$$

Extraction des échantillons spectraux complexes dont les fréquences sont dans la bande utile (entre Nsfirst et Nslast)

Spect(n)

Construction des paramètres d'entrée :

Radix définis par le nombre d'échantillons de la transformée de Fourier (SPEC).

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 179

of : 502

Fiche : 09

VERSION : 2

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : PLK

Calcul de la fonction de Planck

Principe :

L'instrument étant linéaire en énergie, il faut transformer la mesure de température du corps noir chaud en spectre d'énergie en appliquant la fonction de Planck $B(\nu, T) = 2hc^2\nu^3 / (\exp(hc\nu/kT) - 1)$ avec les constantes de Planck (h), de Boltzmann (k) et la vitesse de la lumière (c).

La fonction de Planck est calculée à partir d'une formulation de récurrence.

$\text{Planck}(\nu, T) = f(\nu) / g(\nu, T)$ avec $f(\nu) = 2hc^2\nu^3$ et $g(\nu, T) = \exp(hc\nu/kT) - 1$

$\text{Planck}(\nu + \Delta\nu, T) = f(\nu + \Delta\nu) / g(\nu + \Delta\nu, T)$ avec $g(\nu + \Delta\nu, T) = (\beta \cdot g(\nu, T) + \gamma)$
et les constantes : $\beta = \exp(hc/k \cdot \Delta\nu/T)$ et $\gamma = \beta - 1$

Entrées :

Constante K1

Constante K2

Température mesurée du corps noir BBT

Echantillonnage nominal du spectre mesuré DWnSpect

Multiplicateur pour le calcul du pas de la récurrence PlkN

Numéro du premier échantillon spectral limite de bande utile Nsfirst

Numéro du dernier échantillon spectral limite de bande utile Nslast

Sorties :

Spectre de la fonction de Planck BBT(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 180

of : 502

Algorithme:

Calcul de constantes

$$\Delta W_n = PlkN \cdot DWnSpect$$

$$\beta = \exp(K2 \cdot \Delta W_n / BBT)$$

$$\gamma = \beta - 1$$

$$N = PlkN$$

$$W_{n0} = (N_{first} - 1) \cdot DWnSpect$$

Initialisation des nombres d'onde

$$W_n = W_{n0} - \Delta W_n$$

$$G = \exp(K2 \cdot W_n / BBT) - 1$$

$$W_n = W_n + \Delta W_n$$

$$F = K1 \cdot W_n^3$$

$$G = \beta \cdot G + \gamma$$

$$A = F / G$$

Boucle sur les points de calcul tous les ΔW_n de N_{first} à N_{last} par pas de N

$$W_n' = W_n$$

$$W_n = W_n + \Delta W_n$$

$$F = K1 \cdot W_n^3$$

$$G = \beta \cdot G + \gamma$$

$$B = F / G$$

$$Da = (B - A) / N$$

$$\text{PlanckBBT}(W_n, BBT) = A$$

Boucle sur les points d'interpolation tous les $DWnSpect$ de 1 à $N-1$

$$W_n' = W_n' + DWnSpect$$

$$\text{PlanckBBT}(W_n', BBT) = \text{PlanckBBT}(W_n' - DWnSpect, BBT) + Da$$

Fin de boucle d'interpolation

$$A = B$$

Fin de boucle de calcul

Construction des paramètres d'entrée :

Le pas de récurrence est choisi par le sous-contractant DPS..

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile et la valeur de l'échantillonnage $DWnSpect$ sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51 USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

la fréquence apparente du laser,

les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,

les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.

$$\text{Constante } K1 = 2 \cdot h \cdot c^2 = 1.19104393 \times 10^{-16} \text{ (Jm}^2\text{s}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Constante } K2 = h \cdot c / k = 1.43876866 \times 10^{-2} \text{ (K} \cdot \text{m)}$$

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 181

of : 502

Fiche : 10.a

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : CRC Calcul du coefficient de calibration radiométrique Offset

Principe :

Un interféromètre de Michelson a une réponse linéaire en énergie dans le plan complexe. La droite de calibration est définie par les spectres complexes de l'espace froid, du corps noir chaud et par le spectre de la fonction de Planck calculé pour la température mesurée du corps noir chaud lors de la visée de celui-ci. On calcule l'offset de la droite complexe de calibration.

Entrées :

Numéro du premier échantillon à traiter : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter : Nslast

Spectre complexe de visée de l'espace froid Spect(n)

Sorties :

Offset complexe instantané : OffsetInstant(n)

Algorithme:

Pour chaque échantillon spectral n de Nsfirst à Nslast

Calcul de l'offset complexe

$\text{OffsetInstant}(n) = \text{Spect}(n)$

Construction des paramètres d'entrée :

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51_USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

la fréquence apparente du laser,

les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,

les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 182

of : 502

Fiche : 10.b

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : CRC Calcul du coefficient de calibration radiométrique Slope

Principe :

Un interféromètre de Michelson a une réponse linéaire en énergie dans le plan complexe. La droite de calibration est définie par les spectres complexes de l'espace froid, du corps noir chaud et par le spectre de la fonction de Planck calculé pour la température mesurée du corps noir chaud lors de la visée de celui-ci. On calcule le gain de la droite complexe de calibration.

Entrées :

Numéro du premier échantillon à traiter : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter : Nslast

Spectre complexe de visée de calibration Spect(n)

Offset complexe instantané OffsetInstant(n)

Spectre de la fonction de Planck à la température BBT PlanckBBT(n)

Sorties :

Gain complexe instantané : SlopeInstant(n)

Algorithme:

Pour chaque échantillon spectral n de Nsfirst à Nslast

Calcul du gain complexe

$$\text{SlopeInstant}(n) = \text{PlanckBBT} / [\text{Spect}(n) - \text{OffsetInstant}(n)]$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51 USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

la fréquence apparente du laser,

les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,

les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 183

of : 502

Fiche : 11

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : RCI Elaboration du flag d'intégrité des coefficients de calibration radiométrique

Principe :

Les coefficients de calibration filtrés ne peuvent être mis à jour si les coefficients instantanés sont erronés. On utilise la mesure de la distance quadratique normalisée entre les coefficients filtrés et instantanés.

La levée du flag d'intégrité entraîne l'incrémementation du compteur de réjection consécutives NbrejectCalCoef

Entrées :

Numéro du premier échantillon à traiter : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter : Nslast

Coefficient de calibration complexe instantané : CalCoefInstant(n)

Coefficient de calibration complexe filtré : CalCoefFiltered(n)

Seuil de variation de la distance CutoffCalCoef
(CalCoef = Offset ou Slope)

Sorties :

Flag d'intégrité FlagNonIntegrityCalCoef

Algorithme:

Calcul de la distance entre les deux jeux de coefficients

Soit les échantillons spectraux n de Nsfirst à Nslast :

$$\text{Dist} = \frac{\sum_{n=N\text{first}}^{n=N\text{last}} [(\text{CalCoefInstant}(n) - \text{CalCoefFiltered}(n)) \times (\text{CalCoefInstant}(n) - \text{CalCoefFiltered}(n))^*]}{\sum_{n=N\text{first}}^{n=N\text{last}} (\text{CalCoefFiltered}(n) \times \text{CalCoefFiltered}(n)^*)}$$

* = conjugué complexe

Comparaison au seuil

Si Dist > CutoffCalCoef
Sinon

FlagNonIntegrityCalCoef = oui
FlagNonIntegrityCalCoef = non



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 184

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les seuils de variation temporelle des coefficients de calibration radiométrique sont définis en recette et ajustés en opération si besoin est.

Le nombre maximum de réjections consécutives avant ré-initialisation des coefficients de calibration radiométrique est fixé en recette.

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51 USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

- la fréquence apparente du laser,
- les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,
- les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 185

of : 502

Fiche : 12

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : FRC

Filtrage des coefficients de calibration radiométrique

Principe :

Les coefficients de calibration instantanés sont combinés linéairement avec les coefficients filtrés au cours du cycle précédent. Le poids appliqué au spectre instantané est égal à l'inverse du nombre de cycles (lignes de balayage) spécifiés pour le filtrage, le poids appliqué à la valeur filtrée est le complément à 1.

Le filtrage des coefficients de calibration n'est effectué que si les coefficients instantanés sont intègres.

Entrées :

Numéro du premier échantillon à traiter : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter : Nslast

Coefficients de calibration complexes filtrés CalCoefFiltered(n)

Coefficients de calibration instantanés CalCoefInstant(n)

Nombre de cycles de filtrage NbCycleFilterCalCoef

Sorties :

Coefficients de calibration complexes filtrés CalCoefFiltered(n)

Algorithme:

Poids de la combinaison linéaire

$$\text{PdsCalCoef} = 1 / \text{NbCycleFilterCalCoef}$$

Pour chaque échantillon spectral n, de Nsfirst à Nslast,

$$\text{CalCoefFiltered}(n) = \text{PdsCalCoef} \times \text{CalCoefInstant}(n)$$

$$+ (1 - \text{PdsCalCoef}) \times \text{CalCoefFiltered}(n)$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51 USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

la fréquence apparente du laser,

les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,

les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.



IASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 186

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 187

of : 502

Fiche : 13

Version : 1 Rev. 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : ARC

Calibration radiométrique

Principe :

Appliquer les coefficients de calibration complexes au spectre complexe et en extraire la partie réelle du spectre calibré complexe.

Calculer sur la partie imaginaire la valeur moyenne et la valeur Rms au carré par plages spectrales de 400 échantillons ($\approx 100 \text{ cm}^{-1}$), ainsi que la valeur Rms au carré sur toute la bande.

Le nombre de plages spectrales dans chaque bande est fixe (8 en B1, 10 en B2, 10 en B3)

Entrées :

Limites de bandes

Numéro du premier échantillon à traiter : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon à traiter : Nslast

Coefficients de calibration complexes filtrés SlopeFiltered(n)

Coefficients de calibration complexes filtrés OffsetFiltered(n)

Spectre complexe à calibrer Spect(n)

Caractéristiques de l'analyse de la partie imaginaire résiduelle

Nombre de plages spectrales dans la bande NbSeg

Seuil d'amplitude de la partie imaginaire sur toute la bande ImagMeanRMSCutoff

Sorties :

Spectre calibré réel bande utile : Spect(n)

Valeur moyenne par plage de la partie imaginaire ImagMean(m)

Carré de la valeur Rms par plage de la partie imaginaire ImagRMS(m)

Carré de la valeur Rms sur la bande de la partie imaginaire ImagMeanRMS

Flag de qualité de la calibration complexe FlagCalSpectNonQual



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 188

of : 502

Algorithme:

Application de la relation linéaire complexe pour les échantillons n de $Nsfirst$ à $Nslast$

$$\text{Spectcmplx}(n) = \text{Slopefiltered}(n) \times (\text{Spect}(n) - \text{Offsetfiltered}(n))$$

$$\text{Spect}(n) = \text{PartieRéelle}(\text{Spectcmplx}(n))$$

Qualité de la calibration complexe par plages spectrales de 400 échantillons

Analyse statistique de Partie Imaginaire($\text{Spectcmplx}(n)$) pour chaque plage spectrale dans la bande (nombre de plages = $NbSeg$)

$N(m)$ = Nombre d'échantillon dans la plage spectrale m

Si $N(m) \neq 0$

$$\text{Calcul de la valeur moyenne ImagMean}(m) = \frac{1}{N(m)} \sum_{n \in \text{Plage}(m)} \text{Im}(\text{Spectcmplx}(n))$$

$$\text{Calcul de la valeur RMS ImagRMS}(m) = \frac{1}{N(m)} \sum_{n \in \text{Plage}(m)} \text{Im}(\text{Spectcmplx}(n))^2$$

Calcul de la valeur rms sur la bande

$$\text{ImagMeanRMS} = \frac{\sum_{n \in \text{Bande}} \text{Im}(\text{Spectcmplx}(n))^2}{NsLast - NsFirst + 1}$$

Elaboration du flag de qualité de la calibration complexe :

Si $\text{ImagMeanRMS} > \text{ImagMeanRMSCutoff}$

FlagCalSpectNonQual = oui

Sinon

FlagCalSpectNonQual = non

Codage des valeurs moyennes et rms

Construction des paramètres d'entrée :

Les numéros d'échantillons de limite de bande spectrale utile sont initialisés en recette et modifiés si besoin est en opération voir *fiche 51 USB*. Ces paramètres sont communs au calcul de la fonction de Planck *fiche 09*, des coefficients de calibration *fiche 10*, au calcul du flag d'intégrité des coefficients de calibration *fiche 11*, au filtrage des coefficients de calibration *fiche 12* et à la calibration radiométrique *fiche 13*.

Ils sont définis par :

la fréquence apparente du laser,

les limites spécifiées ou mesurées de la bande utile,

les limites spécifiées ou mesurées du rapport signal sur bruit.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 189

of : 502

Fiche : 14

Version : 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : MRG

Combinaison des bandes spectrales

Principe :

Les bandes spectrales ont des zones de recouvrement, les échantillons communs à deux bandes spectrales sont combinés linéairement avec des poids normalisés proportionnels à l'inverse du carré du bruit radiométrique spécifié ou mesuré pour chaque échantillon spectral dans les deux bandes concernées par le recouvrement.

Entrées :

Numéro du premier échantillon de la bande b1 : Nsfirstb1

Numéro du dernier échantillon de la bande b3 : Nslastb3

Numéros des premier et dernier échantillons en recouvrement entre bi et bj

NsfirstMb1b2

NslastMb1b2

NsfirstMb2b3

NslastMb2b3

Poids associés aux échantillons communs entre bi et bj

WgtMb1b2

WgtMb2b3

Spectres calibrés des 3 bandes

Spectb1(n)

Spectb2(n)

Spectb3(n)

Sorties :

Spectre recombéné Spectout(n)

Fin de bande B1 en recouvrement OverlapEndb1

Début de bande B2 en recouvrement OverlapBegb2

Fin de bande B2 en recouvrement OverlapEndb2

Début de bande B3 en recouvrement OverlapBegb3

Algorithme:

Entre Nsfirstb1 et NsfirstMb1b2 - 1

$Spectout(n) = Spectb1(n)$

Entre NsfirstMb1b2 et NslastMb1b2

$Spectout(n) = WgtMb1b2(n) \times Spectb1(n) + (1 - WgtMb1b2(n)) \times Spectb2(n)$

Entre NslastMb1b2+1 et NsfirstMb2b3-1

$Spectout(n) = Spectb2(n)$

Entre NsfirstMb2b3 et NslastMb2b3

$Spectout(n) = WgtMb2b3(n) \times Spectb2(n) + (1 - WgtMb2b3(n)) \times Spectb3(n)$

Entre NslastMb2b3 + 1 et Nslastb3

$Spectout(n) = Spectb3(n)$

Extraction des zones de recouvrement


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 190

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les numéros d'échantillons en recouvrement et les poids de combinaison sont calculés à partir du rapport entre le niveau du signal dans les bandes et le bruit radiométrique mesurés en recette ou calculés en opération *fiche 52_0SB*.

Les limites spectrales sont définies en recette et modifiées en opération si besoin est. Voir *fiche 51_USB*.

Les spectres sont issus de l'algorithme de calibration radiométrique. Voir *fiche 13*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 191

of : 502

Fiche : 15

Version : 1 Rev. 1

TRAITEMENT BORD SCIENTIFIQUE

Titre : COD

Codage des spectres

Principe :

Afin de réduire le débit de transmission, les spectres sont codés entre les valeurs minimales et maximales attendues dans une plage spectrale. Le pas de codage dans cette plage entre ces valeurs min et max est défini par une fraction du bruit radiométrique. Les tables de codage contiennent pour chaque plage spectrale le facteur d'échelle, l'offset et le nombre de bits de poids faible nécessaire.

Entrées :

Description de la table de codage

Nombre de plages spectrales NbSeg

Nombre d'échantillons par plage NbNsSeg

Numéro du premier échantillon de la première plage NsegfirstNsfirst

Table de codage

Facteur d'échelle par plage TabScale(nseg)

Paramètres de mise à l'échelle TabScaleM et TabScaleC

Paramètres de mise à l'échelle TabOffsetM et TabOffsetC

Offset par plage TabOffset(nseg)

Nombre de bits à transmettre par plage TabNbBit(nseg)

Description du spectre d'entrée

Numéro du premier échantillon de la bande b1 : Nsfirst

Numéro du dernier échantillon de la bande b3 : Nslast

Spectre recombinaé SpectIn(n)

Nombre de bits maximum en sortie (par spectre) CodNbBitMax

Sorties :

Spectre codé SpectOut (flot continu de bits)

Flag de débordement de bit field FlagFlood



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 192

of : 502

Algorithme :

Pour tous les échantillons spectraux n de Nsfirst à Nslast

$nseg = \text{PartieEntière}((n - NsegfirstNsfirst) / NbNsSeg) + 1$ (définition)

$Scale = TabScaleM * Tabscale(nseg) + TabScaleC$

$Offset = TabOffsetM * Taboffset(nseg) + TabOffsetC$

Cod(n) = Scale × SpectIn(n) - Offset + 1

Codage des underflow

si Cod(n) ≤ 0

Cod(n) = 0

Codage des overflow

si Cod(n) > 2TabNbBit(nseg) - 2**

Cod(n) = 2TabNbBit(nseg) - 1**

Codage de l'échantillon :

Code = Round(Cod(n)), Round étant l'arrondi à l'entier le plus proche (nearest integer)

Application du masque de longueur TabNbBit(nseg) sur les poids faibles de Code

Mask(Cod)

Ecriture du résultat dans le fichier de sortie SpectOut et positionnement en erreur du flag de débordement FlagFlood si taille maximale excédée

Construction des paramètres d'entrée :

Les caractéristiques et le contenu des tables de codage sont initialisés en recette puis ajustés en opération en fonction de la détermination du bruit radiométrique et de la détermination itérative des spectres minimum et maximum effectivement mesurés par l'instrument.

Un seul jeu de tables est nécessaire par type de cible visée pour les 4 pixels.

Un jeu de table par type de cible visée réside à bord :

visées terre,

visées corps noir chaud,

visées espace froid.

visées dos du miroir de scan

Voir *fiche 50_C7C*.

Les limites spectrales sont définies en recette et modifiées en opération si besoin est. Voir *fiche 51_USB*.

Le spectre est issu de l'algorithme de recombinaison des bandes. Voir *fiche 14_MRG*.

Les tables ICtcTabOffset et ICtcTabNbBit proviennent du décodage de IctcScaleOB

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 193 of : 502</p>
---	--	---

ANNEXE 2 – ALGORITHMES DU TRAITEMENT SOL



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 194

of : 502

Fiche : 20

Version : 1.1

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : DOC

Décodage des spectres

Principe :

Afin de réduire le débit de transmission, les spectres sont codés entre les valeurs minimales et maximales attendues dans une plage spectrale. Le pas de codage dans cette plage entre ces valeurs min et max est défini par une fraction du bruit radiométrique. Les tables de codage contiennent pour chaque plage spectrale le facteur d'échelle, l'offset et le nombre de bits de poids faible nécessaire. Le codage inverse les opérations de codage en utilisant les tables qui ont été utilisées pour le codage.

Entrées :

Description de la table de codage

Nombre de plages spectrales **NbSeg**

Nombre d'échantillons par plage **NbNsSeg**

Numéro du premier échantillon de la première plage **NsegfirstNsfirst**

Table de codage

Facteur d'échelle par plage **TabScale(nseg)**

Paramètres de mise à l'échelle **TabScaleM** et **TabScaleC**

Paramètres de mise à l'échelle **TabOffsetM** et **TabOffsetC**

Offset par plage **TabOffset(nseg)**

Nombre de bits à transmettre par plage **TabNbBit(nseg)**

Numéro du premier échantillon **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon **Nslast**

Spectre codé **CodSpect(n)**

Sorties :

Spectre décodé **Spect(n)**

Gestion des underflow au décodage :

-Nombre **NbUnderFlow**

-Positions des underflow **PosUnderFlow**

Gestion des overflow au décodage :

-Nombre d'overflow au décodage **NbOverFlow**

-Positions des overflow **PosOverFlow**

Flag d'over/underflow **FlagUnderOverFlow**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 195

of : 502

Pseudo-code :

Initialisation du nombre de mots en under/overflow
NbUnderFlow=0 et NbOverFlow=0
Initialisation du pointeur de bits P au début de CodSpect
Début de boucle sur les échantillons n de Nsfirst à Nslast
nseg = PartieEntière((n - NsegfirstNsfirst) / NbNsSeg) + 1 (définition)
Scale = TabScaleM*TabScale(nseg)+TabScaleC
Offset = TabOffsetM*TabOffset(nseg)+TabOffsetC
$$Cod = \sum_{i=0}^{TabNbBit(nseg)-1} CodSpect(P+i)2^i$$

test de saturation
si Cod=0
alors NbUnderFlow=NbUnderFlow+1
et repérage de la position des échantillons faux
PosUnderFlow(NbUnderFlow)= n
si Cod=2**TabNbBit(nseg)-1
alors NbOverFlow=NbOverFlow+1
et repérage de la position des échantillons faux
PosOverFlow(NbOverFlow)=n
fin de test
décodage de Cod
Spect(n)=(Cod-1+Offset)/Scale
incrémenter le pointeur P = P + TabNbBit(nseg)
Fin de boucle sur les échantillons
Nombre de bits décodés NbBit=P
Flag d'over/underflow
Si NbOverFlow = 0 et NbUnderFlow = 0 alors
FlagUnderOverFlow=non
Sinon
FlagUnderOverFlow=oui
Rapport d'analyse de qualité (nombre de mots faux et positions)

Construction des paramètres d'entrée :

Les caractéristiques et le contenu des tables de codage sont initialisés en recette puis ajustées en opération en fonction de la détermination du bruit radiométrique et de la détermination itérative des spectres minimum et maximum effectivement mesurés par l'instrument. Le nombre de bits attendus est déduit du contenu de ces tables et des numéros d'échantillons spectraux du spectre recombinaison. Voir *fiche 50_C7C*.

Le champ de bit **CodSpect** est celui généré par l'algorithme 15_COD. Suite à des altérations de ce champ de bits dans les différentes transmissions entre les calculateurs bord (DPS) et le sol, il est nécessaire de réordonner les bits fournis dans la télémesure scientifique. Ce réordonnement est défini dans la spécification d'interface bord-sol (§12.3 du document IA-ID-1000-6477-AER).



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 196

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 197

of : 502

Fiche : 21

Version : 1.7

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SSS Sélection des déterminations des décalages spectraux

Principe :

Pour un pixel donné et une direction de coin de cube donnée, les déterminations sur une ligne de balayage sont sélectionnées en fonction de la qualité des déterminations et en fonction de l'homogénéité des scènes visées. La valeur de décalage spectral sera la valeur moyenne des déterminations sélectionnées sur la ligne. L'homogénéité est calculée à partir de la déviation standard du signal imageur dans l'Ipsf sondeur exprimée dans le raster imageur, les déformations orbitale de la co-registation sondeur-imageur sont prises en compte à partir des offsets sondeur-imageur le long de l'orbite.

Entrées :

- Direction de déplacement du coin de cube considérée CCD
- Tableau des directions du coin de cube pour les sous cycles Scd(Sn)
- Décalages spectraux déterminés WnShift
- Indice de qualité WnShiftQual
- Flag de qualité des décalages spectraux FlagNonQual
- Seuil de décalage spectral minimum acceptable WnShiftMin (Pn)
- Seuil de décalage spectral maximum acceptable WnShiftMax (Pn)
- Description de l'Ipsf d'un pixel sondeur dans le référentiel nominal instrument:
 - Hypothèse d'une grille rectangulaire régulière
- Nombre de lignes et de colonnes de discrétisation de l'IPSF NbLin, NbCol
 - Coordonnées angulaires nominales Ypsf, Zpsf
 - Poids associés aux points de l'ipsf Wgtpsf
- Facteur de sur-échantillonnage de l'Ipsf Osf
- Description des pixels de l'imageur IIS dans le référentiel nominal instrument (restriction au domaine contenant l'Ipsf avec marge pour prendre en compte l'offset sondeur imageur) :
 - Numéros de lignes et de colonnes LinDeb, ColDeb, LinFin, ColFin
 - Coordonnées angulaires nominales IISY, IISZ
 - Dimensions angulaires d'un pixel IIS IISDY, IISDZ
- Angle de rotation entre repère IIS et repère nominal instrument Ri **IISRot**
- Modèle orbital de l'offset angulaire entre le sondeur et l'imageur **OffsetSondIISModel**
- Date de référence de la ligne Nligne (SN=15) **t**
- Date de fin de l'éclipse précédente **t_FE**
- Période (nodale) nominale de METOP **Period**
- Seuil d'homogénéité intra-pixels sondeurs ImagStdCutoff
- Image calibrée Imag

Sorties :

- Décalage spectral moyen pour la ligne **WnShiftMean**
- Flag de sélection des déterminations des décalages spectraux **FlagNonSel**
- Indice de qualité de la valeur moyenne **WnShiftMeanQual**
- Flag indicateur d'une incohérence des dates **FlagDateNOK**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 198

of : 502

Pseudo-code :

Initialisation WnShiftWgt=0

WnShiftSum=0

Nsel=0

Estimation de l'offset sondeur-IIS par le modèle orbital

OffsetSondIIS(1) = **Modele-Orbital**{ t,t_FE,Period,OffsetSondIISModel(1) }

OffsetSondIIS(2) = **Modele-Orbital**{ t,t_FE,Period,OffsetSondIISModel(2) }

Si (abs(t-t_FE) < 8*Period ou OffsetSondIISModel(1,6)=0)Alors

FlagDateNOK = NON

Sinon

FlagDateNOK = OUI

Fin de Si

Transformation des vecteurs IISY et IISZ en matrices Y(ligne,colonne) et Z(ligne,colonne)

Boucle sur les lignes de l'IIS il = LinDeb à LinFin

Boucle sur les colonnes de l'IIS ic = ColDeb à ColFin

$Y(il,ic) = IISY(ic)*\cos(IISRot) - IISZ(il)*\sin(IISRot)$

$Z(il,ic) = IISY(ic)*\sin(IISRot) + IISZ(il)*\cos(IISRot)$

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

$DY = IISDY*\cos(IISRot) - IISDZ*\sin(IISRot)$

$DZ = IISDY*\sin(IISRot) + IISDZ*\cos(IISRot)$

Transformation de l'IPSF sondeur dans le raster Imageur IIS restreint à la partie utile de l'Ipsf de (LinDeb,ColDeb) à (LinFin,ColFin) avec prise en compte de l'offset sondeur imageur

[IISWgtIpsf, ImagYIpsf_{unused}, ImagZIpsf_{unused}] =

TransformIpsf(NbLin, NbCol, Ypsf, Zpsf, Wgtpsf, LinDeb, ColDeb,LinFin,ColFin,

Y, Z, DY, DZ, OffsetSondIIS, Osf)

Surf = (LinFin – LinDeb + 1) * (ColFin – ColDeb + 1)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 199

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Boucle conditionnelle sur les sous-cycles Sn si CCD=Scd(Sn) alors

Si FlagNonQual(Sn)=Non et si WnShiftMin < Wnshift(Sn) < WnShiftMax alors

Calcul de la valeur moyenne de l'image intra-pixel sondeur

$$\text{ImagMean} = \frac{1}{\text{Surf}} \sum_{(nl,nc)=(\text{LinDeb},\text{ColDeb})}^{(nl,nc)=(\text{LinFin},\text{ColFin})} \text{Imag}(nl,nc,\text{Sn})$$

Calcul de la variance intra-pixel sondeur

$$\text{Variance} = \sum_{(nl,nc)=(\text{LinDeb},\text{ColDeb})}^{(nl,nc)=(\text{LinFin},\text{ColFin})} (\text{Imag}(nl,nc,\text{Sn}) - \text{ImagMean})^2 \times \text{IISWgtIpsf}(nl,nc)$$

$$\text{ImagStd} = \sqrt{\text{Variance}}$$

Si ImagStd < ImagStdCutoff alors

Nsel=Nsel+1

WnShiftSum=WnShiftSum+WnShift(Sn).WnShiftQual

WnShiftWgt=WnShiftWgt + WnShiftQual

Fin de si (test de variabilité sur l'image)

Fin de si

Fin de boucle conditionnelle sur les sous-cycle de direction CCD

Si Nsel > 0 alors

WnShiftMean=WnShiftSum/WnShiftWgt

FlagNonSel=NON

WnShiftMeanQual=WnShiftWgt / Nsel

Sinon

FlagNonSel=OUI

WnShiftMeanQual=WnShiftWgt

Fin de si



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 200

of : 502

Fonction TransformIpsf :

Calcule la valeur du poids de l'IPSF sondeur correspondant à chaque pixel d'imageur (par intégration et éventuellement en faisant un sur-échantillonnage de l'IPSF sondeur) et prenant en compte un éventuel offset entre les repères sondeur et imageur.

Entrées :

NbLin, NbCol, Ypsf, Zpsf, Wgtpsf, LinDeb, ColDeb, LinFin, ColFin, IISY, IISZ, ImgDY, ImgDZ, OffsetSondIIS, OverSampFactor

Sortie :

ImgWgtpsf, ImgY, ImgZ

Calcul des dimensions (DYpsf, DZpsf) associée aux points de discrétisation de l'Ipsf :

* Hypothèse de grille Ipsf régulière

$$DYpsf = Ypsf(2) - Ypsf(1)$$

$$DZpsf = Zpsf(2) - Zpsf(1)$$

Initialisation de la normalisation

$$Norm = 0$$

Application de l'offset sondeur/imageur sur les angles IIS il de LinDEb à LinFin, ic de ColDEb à ColFin

$$ImgY(il,ic) = IISY(il,ic) - OffsetSondIIS(1)$$

$$ImgZ(il,ic) = IISZ(il,ic) - OffsetSondIIS(2)$$

**Fonction TransformIpsf (suite) :**

Boucle sur les lignes des pixels imageur : il = LinDeb à LinFin

Boucle sur les colonnes des pixels imageur : ic = ColDeb à ColFin

Calcul du domaine Ipsf associé au pixel imageur (domaine utile)

* Hypothèse pixel imageur rectangulaire

$CpsfDeb = \max \{ 1 + \text{Floor}[(\text{ImgY}(il,ic) - \text{abs}(\text{ImgDY})/2 - Ypsf(1)) / DYpsf], 1 \}$

$CpsfFin = \min \{ 1 + \text{Ceil}[(\text{ImgY}(il,ic) + \text{abs}(\text{ImgDY})/2 - Ypsf(1)) / DYpsf], \text{NbCol} \}$

$LpsfDeb = \max \{ 1 + \text{Floor}[(\text{ImgZ}(il,ic) - \text{abs}(\text{ImgDZ})/2 - Zpsf(1)) / DZpsf], 1 \}$

$LpsfFin = \min \{ 1 + \text{Ceil}[(\text{ImgZ}(il,ic) + \text{abs}(\text{ImgDZ})/2 - Zpsf(1)) / DZpsf], \text{NbLin} \}$

Initialisation de l'intégration sur le domaine du pixel imageur

SurfPixImg = 0 & SumWgtpsf = 0

Calcul de la surface et du poids associés aux points du domaine Ipsf utile

Boucle sur les lignes du domaine de l'Ipsf utile : jl = LpsfDeb à LpsfFin

Boucle sur les colonnes du domaine de l'Ipsf utile : jc = CpsfDeb à CpsfFin

Initialisation

SurfSamp = 0

Boucle sur les lignes du sur-échantillonnage de l'Ipsf (kl = 1 à OverSampFactor)

$Zspl = Zpsf(jl) + [kl - (\text{OverSampfactor}/2 + 0.5)] DZpsf / \text{OverSampFactor}$

Si $(\text{ImgZ}(il,ic) - \text{abs}(\text{ImgDZ})/2 \leq Zspl \leq \text{ImgZ}(il,ic) + \text{abs}(\text{ImgDZ})/2)$ alors

Boucle sur les colonnes du sur-échantillonnage de l'Ipsf

(kc = 1 à OverSampFactor)

$Yspl = Ypsf(jc) + [kc - (\text{OverSampfactor}/2 + 0.5)] DYpsf / \text{OverSampFactor}$

Si $(\text{ImgY}(il,ic) - \text{abs}(\text{ImgDY})/2 \leq Yspl \leq \text{ImgY}(il,ic) + \text{abs}(\text{ImgDY})/2)$ alors

SurfSamp = SurfSamp + 1

Fin de si

Fin de boucle kc

Fin de si

Fin de boucle kl

SurfPixImg = SurfPixImg + SurfSamp

SumWgtpsf = SumWgtpsf + Wgtpsf(jl,jc)* SurfSamp

Fin de boucle jc

Fin de boucle jl

Calcul du poids Ipsf associé à chaque pixel de l'imageur

Si SurfPixImg \neq 0 alors

$\text{ImgWgtpsf}(il,ic) = \text{SumWgtpsf} / \text{SurfPixImg}$

Sinon

$\text{ImgWgtpsf}(il,ic) = 0$

Fin de si

Norm = Norm + $\text{ImgWgtpsf}(il,ic)$

Fin des boucles ic et il sur les lignes et les colonnes de l'imageur

Calcul du poids normalisé pour tous les il de LinDeb à LinFin et ic de ColDeb à ColFin

$\text{ImgWgtpsf}(il,ic) = \text{ImgWgtpsf}(il,ic) / \text{Norm}$


IASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 202

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Le seuil de décalage spectral acceptable est initialisé en recette.

Les seuils d'homogénéité sont initialisés en recette et modifiés par le CET voir *fiche 127_S49*.

Les IPSF sont caractérisées en recette et exprimées dans le repère nominal instrument IASI

Les offsets sondeur-imageur sont caractérisés en recette en vol voir *fiche 109_950*. Ils sont surveillés au cours des opérations. Le modèle orbital est calculé par l'algorithme CMO_81.

Les décalages spectraux et leurs flags et indices de qualité sont déterminés par l'algorithme de calcul des décalages spectraux voir *fiche 23_SSD*.

Les images sont calibrées voir *fiche 39_9RC*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Modele-Orbital() : Evolution temporelle orbitale de l'offset sondeur-imageur (modèle mathématique décrit dans l'annexe 7 §9)

Floor (x) : Partie entière du réel x ($\text{Floor}(x) \leq x < \text{Floor}(x)+1$)

Ceil (x) : Entier immédiatement supérieur ou égal au réel x ($\text{Ceil}(x)-1 < x \leq \text{Ceil}(x)$)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 203

of : 502

Fiche : 22

Version : 1.2

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SOS

Suréchantillonnage d'un spectre

Principe :

L'algorithme de détermination des décalages spectraux, l'algorithme de détermination des phases naturelles des spectres et l'algorithme de re-échantillonnage spectral nécessitent un suréchantillonnage du spectre mesuré par l'instrument. Cet algorithme de suréchantillonnage s'appuie sur deux méthodes d'interpolation non linéaires :

Une interpolation où les échantillons intermédiaires sont obtenus par transformée de Fourier inverse successive du produit de la transformée de Fourier directe du spectre par des fonctions de déphasages ad hoc.

Une interpolation cubique spline.

L'optimisation de cet algorithme consiste à utiliser les deux interpolations en privilégiant la première si la dimension de la transformée de Fourier est petite (algorithme de calcul des décalages spectraux) et la seconde dans le cas contraire (algorithme de ré-échantillonnage).

Entrées :

Dimension de la transformée de Fourier N_{sFFT}

Facteur de suréchantillonnage par déphasage de la TF $OS_{fftFactor}$

Facteur de suréchantillonnage par spline $OSSplineFactor$

Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement du spectre $SigS$

Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement de l'interférogramme $SigI$

Numéro du premier échantillon N_{sfirst}

Numéro du dernier échantillon N_{slast}

Largeur d'un échantillon spectral DW_{nSpect}

Spectre utilisé $Spect(n)$

Sorties :

Facteur de suréchantillonnage $OSFactor$

Numéro du premier échantillon OSN_{sfirst}

Numéro du dernier échantillon OSN_{slast}

Largeur spectrale d'un échantillon du spectre suréchantillonné $DW_{nOSSpect}$

Spectre suréchantillonné $OSSpect(n)$

**Pseudo-code :**

Test sur les interpolateurs

Si OSFftFactor > 1, alors on interpole par fft

Amortissement (SigS) des extrémités du spectre

Transformée de Fourier directe du spectre réel Spect(n) → STF(m)

Calcul des différences de marche optiques associées aux échantillons

$$mo = NsFFT/2 + 1$$

$$x(m) = (m - mo) \cdot \frac{1}{NsFFT \times DwnSpect}$$

Amortissement (SigI) des extrémités de STF(n)

Boucle sur le facteur de suréchantillonnage ns varie de 1 à OSFftFactor

Calcul du déphasage

$$dphi(m) = 2.Pi \cdot (ns-1) \cdot x(m) \cdot \frac{DwnSpect}{OSfftFactor}$$

Transformée de Fourier inverse de l'interférogramme déphasé complexe vers un spectre réel

$$Sns(n) = \text{Partie-Réelle}[TF^{-1}(STF(m) \cdot \exp(-i.dphi(m)))]$$

Positionnement des échantillons spectraux

$$S(ns + (n-1) \cdot OSFftFactor) = Sns(n)$$

Fin de boucle de suréchantillonnage

Sinon

$$S(n) = Spect(n)$$

Fin d'interpolation par fft

Base des nombre d'onde du spectre sur-échantillonné par fft

$$\text{Pour tout } n \in [1, (Nslast-Nsfirst) \cdot OSFftFactor + 1]$$

$$Wn(n) = (Nsfirst-1) \cdot DwnSpect + (n-1) \cdot DwnSpect/OSFftFactor$$

OSFactor = OSFftFactor

Si OSsplineFactor > 1, alors on interpole par spline cubique

Calcul des abscisses fréquentielles désirées (OSWn(m)) en tenant compte du suréchantillonnage par fft s'il a eu lieu pour calculer les abscisses du spectre en entrée Wn(n)

Interpolation par spline cubique

$$(Wn(n), S(n)) \Rightarrow (OSWn(m), OSSpect(m))$$

Sinon

$$OSSpect(n) = S(n)$$

Fin d'interpolation spline cubique

$$OSFactor = OSFactor \times OSsplineFactor$$

Fin de test



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 205

of : 502

Pseudo code (suite) :

Calcul des numéros des premier et dernier échantillons

$OSNsfirst = OSFactor \cdot (Nsfirst - 1) + 1$

$OSNslast = OSFactor \cdot (Nslast - 1) + 1$

Largeur spectrale d'un échantillon

$DWnOSSpect = DWnSpect / OSFactor$

Construction des paramètres d'entrée :

Les paramètres d'entrée dépendent de l'algorithme appelant le suréchantillonnage.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Opérateur d'amortissement

Interpolateur spline cubique

Transformée de Fourier directe (réels \rightarrow complexes)

Transformée de Fourier inverse (complexes \rightarrow réels)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 206

of : 502

Fiche : 23

Version : 1.5

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SSD

Détermination des décalages spectraux

Principe :

On recherche le maximum de corrélation sur une ou plusieurs fenêtres spectrales entre un spectre mesuré et un spectre synthétique nominal. Une fenêtre spectrale pour être choisie doit répondre à plusieurs critères : être peu sensible à la nébulosité, comporter un peigne de raies spectrales le plus régulier possible, ce peigne de raies doit être soit en absorption soit en émission quelque soit l'atmosphère mesurée.

Au lieu de s'effectuer dans l'espace du spectre cette recherche de maximum de corrélation s'effectue dans l'espace de la transformée de Fourier de la fenêtre spectrale distordue (distorsion de la coordonnée nombre d'onde afin de rendre les raies spectrales périodiquement espacées), les positions des abscisses pivots de la distorsion sont données par la position théorique des transitions extraites de la banque de données spectroscopique des molécules atmosphériques.

Dans l'espace de la transformée de Fourier de la fenêtre spectrale, seule l'harmonique choisie (fondamentale comprise) correspondante au peigne de raies périodique est analysée afin de filtrer l'information. La position spectrale du maximum de corrélation est obtenue par calcul de la différence de phase à la position de l'harmonique choisie entre la transformée de Fourier de la fenêtre du spectre étudiée et celle d'une fenêtre d'un spectre synthétique de référence.

Entrées :

Espacement entre deux transitions spectroscopiques au centre de la fenêtre DW_{nSWref}

Nombre d'onde représentatif de la fenêtre spectrale W_{nSWref}

Nombre d'échantillons spectraux entre deux transitions N_{sSSR}

Nombre d'échantillons dans la fenêtre spectrale N_{sSW}

Positions spectrales de la fenêtre périodisée W_{nSW}

Nombre d'échantillons de la transformée de Fourier N_{sFFT}

Module des harmoniques représentables $ModulNat(nh)$

Phase naturelle des harmoniques représentables $PhaseNat(nh)$

Numéro de l'harmonique choisie N_{har}

Caractéristique de la fenêtre spectrale (absorption/émission) $Sign$

Nombre d'itérations du calcul du coefficient de calibration N_{itera}

Largeur de l'armortissement (windowing) $SigG$

Seuil de qualité des modules des harmoniques représentables $ModulCutoff(nh)$

Numéro du premier échantillon de la fenêtre spectrale à analyser N_{sfirst}

Numéro du dernier échantillon de la fenêtre spectrale à analyser N_{slast}

Largeur spectrale d'un échantillon DW_{nSpect}

Radiances mesurées de la fenêtre spectrale suréchantillonnée $Spect(n)$

Seuil de convergence du calcul de la phase $ConverCutoff$



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 207

of : 502

Sorties :

Décalage spectral calculé WnShift

Critère de qualité FlagNonQual

Index de qualité WnShiftQual

Flag de convergence de l'algorithme ConverFlag



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 208

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des positions spectrales nominales $W_{no}(n)$

$W_{no}(n) = (n-1).D_{WnSpect}$ pour n de N_{sfirst} à N_{slast}

Initialisation du coefficient de calibration spectrale de la fenêtre $Spectcalcoef = 1$

Initialisation de la phase précédente $PhasePrevious = 0$

Boucle sur le nombre d'itération nit varie de 1 à N_{itera}

Calibration spectrale des positions des échantillons

$W_n(n) = W_{no}(n).SpectCalcoef$ pour tous les échantillons de N_{sfirst} à N_{slast}

Calcul des radiances sur la base des pseudo-nombres d'ondes par interpolation spline cubique à partir de la base des nombres d'ondes calibrés ($Spect(n)$ sur la base $W_n(n)$) donnent ($RdSW(m)$ sur la base $W_nSW(m)$)

Amortissement des extrémités de la fenêtre spectrale. On applique la méthode de "windowing" pour amortir les extrémités de la fenêtre en utilisant une gaussienne de demi-largeur $SigG$.

Transformée de Fourier complexe des radiances de la fenêtre spectrale $FFTSW(n)$.

Abscisse de l'harmonique

$N_{absHar} = (N_{har} + 1) \times ((N_{sFFT} - 1) / N_{sSSR}) + (N_{sFFT}/2 + 1)$

Module de l'harmonique

$Modul = \sqrt{FFTSW(N_{absHar}).FFTSW(N_{absHar})^*}$

* = conjugué complexe

Phase de l'harmonique

$Phase = \text{Arctangente} \left[\frac{\text{Imaginaire}(FFTSW(N_{absHar}) \cdot \text{Sign})}{\text{Réel}(FFTSW(N_{absHar}) \cdot \text{Sign})} \right]$

(L'arctangente doit être définie entre $-\pi$ et π)

Calcul du coefficient de calibration spectral

$Spectcalcoef = Spectcalcoef \times$

$$\left[1 + \frac{phase - PhaseNat(N_{Har})}{2.\pi} \times \frac{D_{wnSWref}}{W_nSWref} \times \frac{1}{(N_{Har} + 1)} \right]$$

Si $abs(Phase - PhasePrevious) < ConverCutoff$ alors sortie de la boucle itérative

Fin de boucle itérative

Indice de qualité

$W_nShiftQual = Modul / ModulNat(N_{har})$

Si $W_nShiftQual > 1$ alors $W_nShiftQual = 1$

Test de qualité du module de l'harmonique désirée

Si $Modul > Modulcutoff(N_{Har}) * ModulNat(N_{har})$ et (si $nit < N_{itera}$) alors $FlagNonQual = non$

Sinon $FlagNonQual = oui$

Si ($nit \geq N_{itera}$) alors $ConverFlag = non$

Sinon $ConverFlag = oui$

Calcul du décalage spectral

$W_nShift = W_nSWref \cdot (Spectcalcoef - 1)$



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 209

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les fenêtres spectrales, le peigne de raies associées et le nombre d'itérations sont définis en recette et affinés si besoin est en opération.

Les caractéristiques de la fenêtre spectrale périodisée, le numéro de l'harmonique et les modules et phases naturelles sont calculés en phase d'initialisation du traitement scientifique voir *fiche 58_WMP*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique

Opérateur d'amortissement

Transformée de Fourier directe (réels \rightarrow complexes)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 210

of : 502

Fiche : 24

Version : 1.2

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : IAX

Détermination de la position de l'axe interférométrique instantané

Principe :

Détermination de la position de l'axe interférométrique par minimisation (par ajustement sur un paraboloïde) de la distance entre les décalages spectraux mesurés pour les 4 pixels et les décalages spectraux calculés pour différentes positions de l'axe interférométrique.

Les décalages spectraux sont précalculés pour des points de grille décrivant les variations possibles de l'axe interférométrique.

La variation des décalages spectraux n'étant pas linéaire, la grille de calcul des décalages spectraux doit être suffisamment fine pour limiter les erreurs de minimisation par un paraboloïde.

Entrées :

Table des poids affectés aux pixels PdsPix(npix)

Décalages spectraux associés aux pixels WnShiftMean(npix)

Flag de sélection du pixel FlagNonSel(npix)

Table des décalages spectraux calculés comprenant :

- Nombre de lignes de la grille NbLin

- Nombre de colonnes de la grille NbCol

- Coordonnées des points de la grille selon l'axe Y GridY(ncol)

- Coordonnées des points de la grille selon l'axe Z GridZ(nlin)

- Décalages spectraux calculés aux points de grille GridWnShift (nlin,ncol,npix)

Sorties :

Coordonnées selon Y de l'axe interférométrique instantané AxeYInstant

Coordonnées selon Z de l'axe interférométrique instantané AxeZInstant

Flag de qualité de détermination de l'axe instantané FlagAxeNonQual

Indice de qualité de la position de l'axe interférométrique AxeQual

Indice de qualité de mesure versus modélisation du shift spectral AxeRes



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 211

of : 502

Pseudo-code :

Pour chacun des pixels npix = 1 à 4

Si FlagNonSel(npix) = oui alors pdspix(npix) = 0

Pour chaque point de la grille (nlin,ncol) on calcule le carré de la distance entre les décalages spectraux mesurés et calculés

Pour chaque pixel npix de 1 à Npix

DistPix(npix)=(WnShiftMean(npix)- GridWnShift (nlin,ncol,npix))*2

Fin de boucle sur les pixels

Dist(nlin,ncol) = \sum pixels (PdsPix(npix).DistPix(npix))

Fin de boucle sur les points de grille

Recherche du point de grille de distance minimum

nlin0 et ncol0 tels que Dist(nlin0,ncol0)=min(Dist(nlin,ncol))

Si (nlin0, ncol0) n'est pas sur un bord de la grille alors

Pas de la grille

DY=(GridY(ncol0+1)-GridY(ncol0-1))/2

DZ=(GridZ(nlin0+1)-GridZ(nlin0-1))/2

[MinLin, MinCol, DistMin, FitQual, FlagError] =

Recherche d'extremum (Dist, nlin0, ncol0)

Fin de Si

Si FlagError ou si (nlin0,ncol0) est sur un bord de la grille alors

FlagAxeNonQual=oui

AxeYInstant = GridY(ncol0)

AxeZInstant = GridZ(nlin0)

Sinon

FlagAxeNonQual=non

AxeYInstant = GridY(ncol0)+MinCol*DY

AxeZInstant = GridZ(nlin0)+MinLin*DZ

Indices de qualité de la détermination

sur la position du minimum AxeQual = FitQual*sqrt(DY*DZ)

sur la conformité des mesures de shift avec la modélisation AxeRes = DistMin

Si \sum pdspix(npix) < 3 alors FlagAxeNonQual=oui

Construction des paramètres d'entrée :

Les coordonnées des points de la grille sont définies en recette et affinées en opération si besoin est.

La table des décalages spectraux associés aux fréquences représentatives des fenêtres spectrales est construite par l'algorithme de calcul des ISRF (voir *fiches 74_SDB*) pour différentes positions de l'axe interférométrique sur le plan focal (diaphragmes d'entrée de la boîte froide).

Cette table est remise à jour pour chaque nouvelle détermination d'autres observables de l'instrument (exemple : détermination de l'offset constant du mouvement du coin de cube voir *fiche 57_CCO*).



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 212

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Recherche d'extremum : voir Annexe 7 §2..



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 213

of : 502

Fiche : 25

Version : 1.8

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : FAX

Détermination de la position de l'axe interférométrique filtré

Principe :

La détermination de l'axe interférométrique instantané est entachée d'imprécision due au bruit de détermination des décalages spectraux, il convient de filtrer ce bruit.

Ceci peut être fait au moyen d'un filtre prédictif en tenant compte de l'évolution de la position de cet axe, ou au moyen d'une régression sur une série temporelle des déterminations instantanées précédentes. Cette deuxième option qui permet de travailler par granules est décrite ici.

La continuité avec les déterminations de l'axe interférométrique lors du granule précédent est exigée. La série temporelle doit comprendre les déterminations précédentes sur une longueur FLS

La date de référence de chaque ligne est la date du sous-cycle SN=15

Entrées :

Longueur de la série à filtrer ILS

Longueur de la série précédente à utiliser FLS

Série temporelle de longueur FLS+ILS des positions instantanées :

-Positions selon Y AxeYInstant(t)

-Positions selon Z AxeZInstant(t)

-Indice de qualité de la détermination de la position de l'axe interférométrique AxeQual(t)

-Flag de qualité de la détermination de l'axe instantané FlagAxeNonQual(t)

Durée d'oubli t0

Degré du polynôme de régression Ndeg

Seuil de qualité de l'ajustement CutoffRms

Sorties :

Série temporelle de longueur ILS des positions de l'axe interférométrique filtrées :

-Position selon Y AxeYFiltered(t)

-Position selon Z AxeZFiltered(t)

Flag de qualité de la détermination FlagFilteredAxeNonQual

Indicateur de qualité du filtrage AxeRes



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 214

of : 502

Pseudo-code :

Si le nombre de points disponibles dans l'intervalle (t-t0) est inférieur ou égal à 2*(Ndeg+1) Alors

FlagFilteredAxeNonQual = oui

AxeYFiltered(t) = 0, pour tout t

AxeZFiltered(t) = 0, pour tout t

AxeRes = -1 (pour distinguer le cas « nombre de points trop faible »)

Sinon

Ajustement au sens des moindres carrés par un polynôme de degré Ndeg de la série temporelle des déterminations instantanées de longueur FLS+ILS avec pondération à zéro des mesures de mauvaise qualité (i.e. FlagAxeNonQual(t)=OUI) et avec un poids $w(t) = \exp(-(t-tF)/t0) / \text{AxeQual}(t)$ pour les autres mesures. (tF est la date de la dernière mesure de la série ILS)

Calcul de la série temporelle filtrée de longueur (ILS + FLS) par le polynôme d'ajustement AxeYFiltered(t), AxeZFiltered(t)

Calcul de la valeur RMS de la distance entre la série temporelle instantanée de longueur ILS+FLS et le polynôme d'ajustement → DistAxeRms (somme si FlagAxeNonQual(t) = NON)

$$DistAxe = \frac{\sum_t \left[[AxeYFiltered(t) - AxeYInstant(t)]^2 + [AxeZFiltered(t) - AxeZInstant(t)]^2 \right] * w(t)^2}{\sum_t w(t)^2}$$

$DistAxeRms = \sqrt{DistAxe / N}$, où N est le nombre de points tels que FlagAxeNonQual(t) = NON

Si N = 0 Alors DistAxeRms = -2.0

Test de qualité :

Si DistAxeRms > CutoffRms, alors FlagFilteredAxeNonQual = oui

Sinon FlagFilteredAxeNonQual = non

Indicateur de la qualité du filtrage :

AxeRes = DistAxeRms

Fsi (test sur le nombre de points)

Construction des paramètres d'entrée :

La longueur de la série temporelle est définie en recette et affinée en opération si besoin est. Idem pour le degré du polynôme et la durée d'oubli.

Dans le cas d'un contexte vide, on initialise l'ensemble du contexte de la manière suivante : on affecte à AxeYInstant(t) et AxeZInstant(t) les valeurs IDefFaxGuessY, IDefFaxGuessZ du fichier de configuration ; et on affecte $\text{AxeQual}(t) = 0.25 * \sqrt{DY * DZ}$ (pour ce dernier calcul cf IAX₂₄)

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Ajustement polynomial au sens des moindres carrés.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 215

of : 502

Fiche : 30

Version : 1.3

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : FTB Filtrage de la température du corps noir interne (BB)

Principe :

La température du corps noir interne (BIMSBBT) est transmise dans la télémessure scientifique toutes les 8 sec (à chaque ligne).

Afin de réduire le bruit de mesure, d'éliminer d'éventuelles mesures aberrantes ou de pallier une absence temporaire de mesures, on réalise un filtrage temporel de cette télémessure.

On utilise une régression polynomiale (nominale linéaire) pour assurer la continuité temporelle des mesures qui est nécessaire pour la performance de la calibration radiométrique.

La date de référence de chaque ligne est la date du sous-cycle SN=15

Entrées :

Longueur de la série à filtrer **ILS**

Longueur de la série précédente à utiliser **FLS**

Série temporelle de longueur FLS+ILS des températures mesurées **BIMSBBT (t)**

Série temporelle des indicateurs d'absence de mesure **BBTMissing (t)**

Durée d'oubli **t0**

Degré du polynôme de régression **Ndeg**

Seuil de qualité de l'ajustement **CutoffRms**

Sorties :

Série temporelle de longueur ILS des températures filtrées **FilteredBBT**

Flag de qualité de la détermination **FlagBBTNonQual**

Indicateur de qualité du filtrage **BBTRes**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 216

of : 502

Pseudo-code :

Si le nombre de points disponibles dans l'intervalle (t-t0) est inférieur ou égal à 2*(Ndeg+1) Alors

FlagBBTNonQual = oui

GFtbFilteredBBT(t) = 293

BBTRes = -1 (pour distinguer le cas « nombre de points trop faible »)

Sinon

Ajustement au sens des moindres carrés par un polynôme de degré **Ndeg** de la série temporelle des **BIMSBTT** de longueur FLS+ILS avec un poids w(t)

Si (**BBTMissing**(t) = non) Alors w(t) = exp((t-tF)/t0)

Sinon w(t) = 0

(tF est la date de la dernière mesure de la série ILS)

Calcul de la série temporelle filtrée de longueur ILS par le polynôme d'ajustement **GFtbFilteredBBT**

Calcul de la valeur RMS du résidu d'ajustement sur la série ILS (indicateur de qualité) et pour les termes tels que BBTMissing = NON

$$\mathbf{BBTRes} = \sqrt{\sum_{t \in ILS} [\text{FilteredBBT}(t) - \text{BIMSBTT}(t)]^2 / N},$$

où N est le nombre de points tels que BBTMissing = NON

Si N=0 Alors **BBTRes** = -2

Test de qualité :

Si BBTRes > CutoffRms, alors **FlagBBTNonQual** = oui

Sinon FlagBBTNonQual = non

Fsi (test sur le nombre de points)

Construction des paramètres d'entrée :

La longueur de la série temporelle, le degré du polynôme et la durée d'oubli sont définis en recette et affinés en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Ajustement polynomial au sens des moindres carrés.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 217

of : 502

Fiche : 31

Version : 1.0

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SCR

**Calibration spectrale du coefficient
de calibration radiométrique**

Principe :

Le spectre à été radiométriquement calibré pendant le traitement bord à l'aide d'une fonction de Planck calculée pour des nombres d'ondes affectés aux échantillons supposés nominaux. Connaissant la correction à apporter aux positions spectrales des échantillons, on calcule la nouvelle valeur de la fonction de Planck.

Les spectres de la ligne courante sont calibrés par les coefficients de calibration radiométriques calculés et filtrés à la ligne précédente .

Entrées :

Numéro du premier échantillon spectral Nsfirst

Numéro du dernier échantillon spectral Nslast

Largeur nominale d'un échantillon spectral DWnSpect

Numéros du premier échantillon de la première fonction d'instrument NsfirstFcsTab

Numéros du dernier échantillon de la dernière fonction d'instrument NslastFcsTab

Pas d'échantillonnage spectral DWnFcsTab

Fonction de calibration spectrale FcsTab(n)

Spectre décodé Spect(n)

Fonction de Planck utilisée à bord pour la ligne précédente PlanckBBT(n)

Sorties :

Spectre corrigé Spect(n)

Fonction de Planck calibrée pour la ligne précédente B1(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 218

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de nombres d'onde des fonctions de calibration spectrales tabulées pour m de NsfirstFcsTab à NslastFcsTab

$$WnTab(m) = (m-1) \cdot DWnFcsTab$$

Calcul des positions nominales des échantillons pour n de Nsfirst à Nslast

$$Wn0(n) = (n-1) \cdot DwnSpect$$

Interpolation linéaire des fonctions de calibration spectrales

$$[WnTab(m), FcsTab(m)] \text{ donnent } [Wn0(n), Fcs(n)]$$

Calibration spectrales des positions nominales des échantillons pour n de Nsfirst à Nslast

$$WnSpect(n) = Wn0(n) \cdot Fcs(n)$$

Calcul de la fonction B1 aux nombres d'onde WnSpect(n) par interpolation dans PlanckBBT(n)

$$[Wn0(n), PlanckBBT(n)] \text{ donnent}$$

$$[WnSpect(n), B1(n)] \text{ par interpolation linéaire}$$

Correction radiométrique

$$Spect(n) = Spect(n) \cdot B1(n) / PlanckBBT(n)$$

Construction des paramètres d'entrée :

La fonction de Planck utilisée à bord est calculée pour chaque ligne voir *fiche 09_PLK*.

Les caractéristiques de ligne et les flags sont issus du traitement bord (en tête de ligne).

Les limites du spectre sont définies en recette et modifiées par le CET si besoin est. Voir *fiche 51_USB*.

Les fonctions de calibration spectrale sont issues de l'interpolation dans la base de données spectrale en fonction de la position courante de l'axe interférométrique.

Voir fiche 43_ISF.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur linéaire



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 219

of : 502

Fiche : 32

Version : 1.2

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : HEC

Correction d'émissivité du corps noir chaud

Principe :

L'émissivité du corps noir n'étant pas égale à 1, il faut remplacer la radiance de Planck utilisée lors de la calibration radiométrique par la somme de la radiance de Planck pondérée par l'émissivité et des contributions des surfaces radiatives réfléchies par le corps noir et vues par le détecteur.

Entrées :

Température du corps noir de la ligne précédente **BBT**
Fonction de Planck de la ligne précédente **B1(n)**
Emissivité spectrale du corps noir **BBEmissivity(n)**
Nombre de surfaces radiatives réfléchies par le corps noir **NbRrs**
Modèle de température des surfaces radiatives **TRrsModel(i)**
Date de référence de la ligne précédente (SN=15) **t**
Date de fin de l'éclipse précédente **t_FE**
Période (nodale) nominale de METOP **Period**
Fraction de l'émission des surfaces radiatives réfléchies **RRrs(i)**
Numéro du premier échantillon spectral **Nsfirst**
Numéro du dernier échantillon spectral **Nslast**
Largeur nominale d'un échantillon **DWnSpect**
Spectre après calibration spectrale du coefficient de calibration radiométrique **Spect(n)**
Numéros de la première fonction de calibration spectrale **NsfirstFcsTab**
Numéros de la dernière fonction de calibration spectrale **NslastFcsTab**
Pas d'échantillonnage spectral **DWnFcsTab**
Fonction de calibration spectrale **FcsTab(n)**

Sorties :

Radiances du corps noir actualisées de la ligne précédente **Bbb(n)**
Spectre corrigé de l'émissivité du corps noir **Spect(n)**
Flag indicateur d'une incohérence des dates **FlagDateNOK**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 220

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de nombres d'onde des fonctions de calibration spectrales tabulées pour m de NsfirsFcsTab à NslasFcsTab

$$WnTab(m) = (m-1) \cdot DWnFcsTab$$

Calcul des positions nominales des échantillons pour n de Nsfirs à Nslas

$$Wn0(n) = (n-1) \cdot DWnSpect$$

Interpolation linéaire des fonctions de calibration spectrales

$$[WnTab(m), FcsTab(m)] \text{ donnent } [Wn0(n), Fcs(n)]$$

Calibration spectrales des positions nominales des échantillons pour n de Nsfirs à Nslas

$$WnSpect(n) = Wn0(n) \cdot Fcs(n)$$

Calcul de la température des surfaces radiatives

$$Trs(i) = \text{Modele-Orbital} \{ t, t_FE, Period, TRrsModel(i) \}$$

Si (abs(t-t_FE) < 8*Period ou TrsModel(1,6)=0)Alors

FlagDateNOK = NON

Sinon

FlagDateNOK = OUI

Fin de Si

Calcul de la radiance émise par le corps noir chaud pour les échantillons spectraux n de Nsfirs à Nslas

$$Bbb(n) = BBEmissivity(n) \cdot Planck(WnSpect(n), BBT)$$

$$+ (1-BBEmissivity(n)) \sum_{i=1}^{NbRrs} Rrs(i) \cdot Planck(WnSpect(n), TRrs(i))$$

Correction radiométrique

$$Spect(n) = Spect(n) \cdot Bbb(n) / B1(n)$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les coefficients d'émissivité et de réflectivité sont déterminés à la recette.

La température du corps noir utilisée est la sortie filtrée produite par l'algorithme FTB_30

Les tables de données TRrsModel(i) sont calculées par la TEC à partir de modélisations mathématiques par le Maître d'Oeuvre de l'instrument et de l'évolution théorique de la position de l'éclipse. Voir fiche CMO_81

La date de fin de l'éclipse précédente est fournie par le segment sol EPS.

Les fonctions de calibration spectrale sont issues de l'interpolation dans la base de données spectrale en fonction de la position courante de l'axe interférométrique.

Voir fiche 43_ISF.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck

Interpolation linéaire.

Evolution temporelle d'une température donnée par un modèle orbital (cf. annexe 7 § 9)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 221

of : 502

Fiche : 33

Version : 1.1

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SME Estimation de la température du miroir de balayage

Principe :

L'estimation de la température de balayage est obtenue par un modèle. Ce modèle est périodiquement recalé par la mesure effective de la température du miroir de balayage lors de visées de calibration externe.

Entrées :

Modèle de température des surfaces radiatives **TScanModel**

Date de référence de la ligne NLigne-1 (SN=15) **t**

Date de fin de l'éclipse précédente **t_FE**

Période (nodale) nominale de METOP **Period**

Sorties :

Température du miroir de balayage pour la ligne NLigne-1 **TScan**

Flag indicateur d'une incohérence des dates **FlagDateNOK**

Pseudo-code :

Tscan = **Modele-Orbital**{ t,t_FE,Period, TscanModel }

Si (abs(t-t_FE) < 8*Period ou TscanModel(6)=0)Alors

FlagDateNOK = NON

Sinon

FlagDateNOK = OUI

Fin de Si

Construction des paramètres d'entrée :

La table de données TScanModel est calculée par la TEC à partir de modélisations mathématiques de l'évolution de la température du miroir de balayage fournies par le Maître d'Oeuvre de l'instrument recalé éventuellement à partir des estimations produites par l'algorithme SMT_66 sur des visées de calibrations externes. Voir fiche CMO_81

La date de fin de l'éclipse précédente est fournie par le segment sol EPS.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Evolution temporelle d'une température donnée par un modèle orbital (cf. annexe 7 § 9)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 222

of : 502

Fiche : 34

Version : 1.1

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : SMC

**Correction angulaire de réflectivité
et de polarisation du miroir de balayage**

Principe :

La réflectivité du miroir de balayage incluant l'effet de polarisation est fonction de l'angle d'incidence, de deux coefficients alpha et beta prédéterminés avant lancement et réactualisé en vol en utilisant une séquence de calibration externe, et de la loi de polarisation.

Le terme correctif doit être appliqué à la mesure et au coefficient de calibration radiométrique. Il sera fonction des réflectivités aux angles de visées de la cible et des corps noir de calibration ainsi que de la température du miroir de balayage.

Entrées :

Coefficients de réflectivité aux différentes positions du miroir de balayage **Rew(n,Nscan)**

Coefficients de réflectivité aux positions du miroir de balayage pour les calibrations :

-Corps noir chaud **Rbb(n)**

-Espace froid **Rcs(n)**

Température du miroir de balayage de la ligne précédente **TScan**

Numéro du premier échantillon spectral **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon spectral **Nslast**

Largeur nominale d'un échantillon spectral **DWnSpect**

Numéros de la première fonction de calibration spectrale **NsfirstFcsTab**

Numéros de la dernière fonction de calibration spectrale **NslastFcsTab**

Pas d'échantillonnage spectral **DWnFcsTab**

Fonction de calibration spectrale **FcsTab(n)**

Spectre corrigé de l'émissivité du corps noir chaud **Spect(n)**

Radiance émise par le corps noir chaud à la ligne précédente **Bbb(n)**

Sorties :

Spectre corrigé angulairement **Spect(n)**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 223

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de nombres d'onde des fonctions de calibration spectrales tabulées pour m de NsfirstFcsTab à NslastFcsTab

$$WnTab(m) = (m-1) \cdot DWnFcsTab$$

Pour tous les échantillons spectraux : n variant de Nsfirst à Nslast

Calcul des positions estimées des échantillons spectraux

$$Wn0(n) = (n-1) \cdot DWnSpect$$

Interpolation linéaire des fonctions de calibration spectrales

$$[WnTab(m), FcsTab(m)] \text{ donnent } [Wn0(n), Fcs(n)]$$

Calcul des positions spectralement calibrées des échantillons spectraux

$$WnSpect(n) = Wn0(n) \cdot Fcs(n)$$

Correction angulaire

$$Spect(n) = Spect(n)$$

$$- (Rbb(n) - Rcs(n)) \cdot Spect(n)$$

$$\cdot (Planck(WnSpect(n), TScan(NLigne-1)) - Bbb(n, NLigne-1))$$

$$/ Bbb(n, NLigne-1)$$

$$- (Rcs(n) - Rew(n)) \cdot (Planck(WnSpect(n), TScan(NLigne-1)) - Spect(n))$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les coefficients Rew(n, Nscan), Rbb(n) et Rcs(n) sont caractérisés en recette et actualisés en opération lors de séquences de calibration externes utilisant les visées du second espace froid voir *fiche 59_SMA*.

La température du miroir de balayage est estimée. voir *fiche 33_SME*.

Les fonctions de calibration spectrale sont issues de l'interpolation dans la base de données spectrale en fonction de la position courante de l'axe interférométrique.

Voir *fiche 43_ISF*.

Le spectre mesuré à la position Nscan et la radiance du corps noir chaud sont calculés (voir *fiche 32_HEO*).

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck.

Interpolation linéaire.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 224

of : 502

Fiche : 35

Version : 1.2

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : S1B

Ré-échantillonnage du spectre

Principe :

L'échantillonnage du spectre délivré par l'instrument dépend, d'une part de la différence de marche optique correspondante au nombre constant d'échantillons présentés à la transformée de Fourier et donc de la fréquence apparente du laser d'échantillonnage et d'autre part de la géométrie de l'axe interférométrique par rapport au plan des diaphragmes de champ. Cette dernière a été prise en compte en supposant la fréquence du laser apparente constante et connue. Lors de la calibration spectrale, il nous suffit donc de ré-échantillonner le spectre avec un pas d'échantillonnage de $0,25 \text{ cm}^{-1}$, ce qui correspond à une différence de marche optique maximum théorique de $\pm 2 \text{ cm}$.

L'opération s'effectue sur le spectre calibré spectralement et post calibré radiométriquement suréchantillonné 8 ou 10 fois.

Entrées :

Numéro du premier échantillon du spectre de niveau 1b Nsfirst

Numéro du dernier échantillon du spectre de niveau 1b Nslast

Largeur d'un échantillon de niveau 1b DWnSpect

Numéro du premier échantillon du spectre suréchantillonné OSNsfirst

Numéro du dernier échantillon du spectre suréchantillonné OSNslast

Largeur d'un échantillon spectral suréchantillonné DWnOSSpect

Spectre de niveau 1a suréchantillonné OSSpect(n)

Numéros de la première fonction de calibration spectrale NsfirstFcsTab

Numéros de la dernière fonction de calibration spectrale NslastFcsTab

Pas d'échantillonnage spectral DWnFcsTab

Fonction de calibration spectrale FcsTab(n)

Sorties :

Spectre de niveau 1b Spect(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 225

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de la base d'échantillonnage du spectre de niveau 1b pour n variant de Nsfirst à Nslast

$$WnSpect(n) = (n-1) \cdot DWnSpect$$

Calcul de la base d'échantillonnage de la fonction de calibration spectrale pour n variant de NsfirstFcsTab à NslastFcsTab

$$WnFcsTab(n) = (n-1) \cdot DWnFcsTab$$

Calcul de la base d'échantillonnage du spectre suréchantillonné pour n variant de OSNsfirst à OSNslast

$$WnOSSpect(n) = (n-1) \cdot DWnOSSpect$$

Interpolation de la fonction de calibration spectrale sur la base suréchantillonnée

[WnFcsTab(n), FcsTab(n)] donnent

[WnOSSpect(m), OSFcs(m)] par interpolation linéaire

Calibration spectrale de la base suréchantillonnée pour n variant de OSNsfirst à OSNslast

$$WnOSSpect(n) = WnOSSpect(n) \cdot OSFcs(n)$$

Extraction par interpolation spline cubique des échantillons spectraux sur la base d'échantillonnage du spectre de niveau 1b

[WnOSSpect(n), OSSpect(n)] donnent

[WnSpect(n), Spect(n)] par interpolation spline cubique

Construction des paramètres d'entrée :

Le spectre de niveau 1a produit par *fiche 34_SMC* est suréchantillonné par *fiche 22_SOS*.

Les fonctions de calibration spectrale sont issues de l'interpolation dans la base de données spectrale en fonction de la position courante de l'axe interférométrique.

Voir *fiche 43_ISF*.

Les caractéristiques du spectre de niveau 1b sont définies par la spécification.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique.

Interpolation linéaire.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 226

of : 502

Fiche : 37

Version : 1.4

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : S1C

Apodisation du spectre

Principe :

L'apodisation des spectres de niveau 1b consiste à convoluer ces spectres par les transformées de Fourier des fonctions d'apodisation afin de rendre le résultat indépendant des variations instrumentales et des variations spectrales des fonctions d'instrument.

La convolution peut s'effectuer soit dans l'espace du spectre, soit dans l'espace de l'interférogramme. On a choisi de travailler dans l'espace de l'interférogramme.

L'algorithme consiste à multiplier dans l'espace de l'interférogramme la transformée de Fourier d'une fenêtre spectrale par deux fonctions d'apodisation calculées pour deux nombres d'onde distincts et à interpoler entre les deux transformées de Fourier de ces produits pour obtenir les échantillons spectraux convolués intermédiaires entre ces deux nombres d'onde.

L'échantillonnage spectral du niveau 1c est identique à celui du niveau 1b.

Un premier niveau d'optimisation, justifié par la nécessité de prendre en compte les variations spectrales de la fonction d'apodisation, a conduit à travailler non pas sur tout le spectre mais sur des fenêtres spectrales de quelques dizaines de cm^{-1} .

Un deuxième niveau d'optimisation conduit à minimiser le nombre de transformées de Fourier.

Entrées :

Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement du spectre SigS

Nombre d'échantillons contenus dans la demi-largeur de la fenêtre spectrale NbSWwidth

Numéros de la première fonction spectrale NsfirstAfTab

Numéros de la dernière fonction spectrale NslastAfTab

Pas d'échantillonnage spectral DWnAfTab

Fonctions d'apodisation Af(m,naf)

Premier échantillon du spectre Nsfirst

Dernier échantillon du spectre Nslast

Largeur d'un échantillon spectral DWnSpect

Spectre de niveau 1b Spect1b(n)

Sorties :

Spectre de niveau 1c Spect1c(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 227

of : 502

Pseudo-code :

Extension du spectre 1b pour la gestion des fenêtres extrêmes

Boucle de $n = \text{Nsfirst} - \text{NbSWwidth} - 1$ à $\text{Nslast} + \text{NbSWwidth} + 1$

Si $n < \text{Nsfirst}$ Alors $S1b(n) = \text{Spect1b}(\text{Nsfirst})$

Sinon Si $n > \text{Nslast}$ Alors $S1b(n) = \text{Spect1b}(\text{Nslast})$

Sinon $S1b(n) = \text{Spect1b}(n)$

Fin de la boucle sur n

Position en nombre d'onde des fonctions d'apodisation n de NsfirstAfTab à NslastAfTab

$\text{WnAf}(n) = (n - 1) \cdot \text{DWnAfTab}$

Recherche de l'échantillon spectral correspondant au point d'application de la première fonction d'auto-apodisation

$\text{nWn2} = \text{WnAf}(\text{NsfirstAfTab}) / \text{DWnSpect} + 1$

Boucle sur les fonctions d'auto-apodisation $\text{naf} = \text{NsfirstAfTab}$ à NslastAfTab

Recherche de l'échantillon spectral correspondant au point d'application de la fonction d'apodisation naf

$\text{nWn1} = \text{nWn2}$

$\text{nWn2} = \text{WnAf}(\text{naf}) / \text{DWnSpect} + 1$

Extraction de la fenêtre spectrale avec gestion des bords de spectre

$S(1) = S1b(\text{nWn2} - \text{NbSWwidth})$

à

$S(2\text{NbSWwidth}) = S1b(\text{nWn2} + \text{NbSWwidth} - 1)$

Amortissement des bords de la fenêtre spectrale par une gaussienne de demi-largeur à mi-hauteur SigS

Transformée de Fourier directe de S centrée sur nwn2 et de largeur $2 \cdot \text{NbSWwidth}$

$\text{Stf}(m) = \text{TF}[S(n)]$

Produit par la fonction d'apodisation

$\text{SAtf}(m) = \text{Stf}(m) \cdot \text{Af}(m, \text{naf})$

Transformée de Fourier inverse de SAtf

$\text{SA2}(n) = \text{Partie Réelle}[\text{TF}^{-1}[\text{SAtf}(m)]]$

Si naf différent de NsfirstAfTab alors :

Calcul des points du spectre entre nWn1 et nWn2

Boucle sur les points n varie de nWn1 à nWn2

Poids de la combinaison linéaire

$\beta = (n - \text{nWn1}) / (\text{nWn2} - \text{nWn1})$

$\alpha = 1 - \beta$

Combinaison linéaire

$\text{Spect1c}(n) = \alpha \cdot \text{SA1}(n - \text{nWn1} + \text{NbSWwidth} + 1) + \beta \cdot \text{SA2}(n - \text{nWn2} + \text{NbSWwidth} + 1)$

Fin de boucle sur les points n

Fin de test sur naf

Transfert des résultats

$\text{SA1}(n) = \text{SA2}(n)$

Fin de boucle sur les fonctions d'apodisation



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 228

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les fonctions d'apodisation sont issues de l'interpolation dans la base de données spectrale en fonction de la position courante de l'axe interférométrique.

Voir fiche 43_ISF.

Le nombre de points de discrétisations de ces fonctions doit être égal aux nombre d'échantillons spectraux de la fenêtre spectrale.

Le nombre de fonctions d'apodisation qui conditionne le nombre de transformées de Fourier et la taille de la fenêtre spectrale doivent être ajustés afin de minimiser les erreurs d'interpolation.

Les première et dernière fonctions d'apodisation doivent correspondre aux premier et dernier échantillons du spectre.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Transformée de Fourier directe radix 2 (réel \rightarrow complexe)

Transformée de Fourier inverse radix 2 (complexe \rightarrow complexe)

Opérateur d'amortissement



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 229

of : 502

Fiche : 38

Version : 1.3

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : ICC

**Calcul des coefficients de calibration
radiométrique des images**

Principe :

Les coefficients de calibration radiométriques des images sont obtenus à partir des images visées corps noirs. Les détecteurs et la chaîne d'acquisition sont supposés linéaires en énergie.

Entrées :

Température du corps noir chaud **BBT**
Premier échantillon du filtre spectral de l'imageur **Nsfirst**
Dernier échantillon du filtre spectral de l'imageur **Nslast**
Largeur d'un échantillon du filtre spectral **DWnFilter**
Fonction de réponse spectrale de l'imageur **ImagFilter**
Nombre de ligne de l'image **NbLin**
Nombre de colonne de l'image **NbCol**
Images de la visée de l'espace froid (SN=35) **ImageCS_35**, (SN=36) **ImageCS_36**
Images de la visée du corps noir chaud (SN=32) **ImageBB_32**, (SN=33) **ImageBB_33**
Numéro de l'image d'égalisation (courant) **EqualCount**
Numéro de l'image d'égalisation (précédent) **EqualCountOld**
Table des pixels morts **IISDeadPix**
Coefficients de calibration radiométrique IIS (filtré) **RadCalOffsetImag**
Coefficients de calibration radiométrique IIS (filtré) **RadCalSlopeImag**
Nombre de cycles de filtrage **NbCycleFilterCalCoef**
Flag de non disponibilité des images **FlagIISCalibMiss**(SN=32, SN=33, SN=35, SN=36)

Sorties :

Coefficients de calibration radiométrique IIS (filtré) **RadCalOffsetImag**
Coefficients de calibration radiométrique IIS (filtré) **RadCalSlopeImag**
Flag de ré-initialisation des coefficients de calibration **FlagInit**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 230

of : 502

Pseudo-code :

Si (FlagIISCalibMiss(SN=33)=OUI ou FlagIISCalibMiss(SN=36)=OUI) pas de mise à jour

Calcul des coefficients de calibration instantanés

Calcul de la radiance de Planck pour tous les échantillons du filtre spectral n de Nsfirst à Nslast

$Wn(n)=(n-1)$. **DWnFilter**

$RadBB=\sum_n \mathbf{ImagFilter}(n).\text{Planck}(Wn(n),BBT)$

Pour tous les points de l'image (nl, nc)

Offset (nl,nc)=**ImageCS_36**(nl,nc)

Si (**IISDeadPix**(nl,nc)=NON) alors

Slope(nl,nc)=**RadBB** / (**ImageBB_33**(nl,nc) – **ImageCS_36**(nl,nc))

Sinon Slope(nl,nc)=0

Fin de la boucle sur les pixels

Calcul des coefficients de calibration filtrés

$w = 1 / \mathbf{NbCycleFilterCalCoef}$

Si **EqualCount=EqualCountOld** Alors

Mise à jour des coefficients filtrés

RadCalOffsetImag(nl,nc) = (1-w)* **RadCalOffsetImag**(nl,nc) + w*Offset(nl,nc)

RadCalSlopeImag(nl,nc) = (1-w)* **RadCalSlopeImag**(nl,nc) + w*Slope(nl,nc)

FlagInit = NON

Sinon

Initialisation des coefficients filtrés

RadCalOffsetImag(nl,nc) = Offset(nl,nc)

RadCalSlopeImag(nl,nc) = Slope(nl,nc)

FlagInit = OUI

Construction des paramètres d'entrée :

Les caractéristiques du filtre spectral de l'imageur sont définies en recette.

La température du corps noir utilisée est la sortie filtrée produite par l'algorithme FTB_30.

EqualCount est le compteur d'images d'égalisation (télémessure scientifique)

EqualCountOld doit être initialisé, lors du démarrage de l'OPS, à une valeur qui déclenche le passage dans la branche d'initialisation des coefficients filtrés.

A chaque appel, les valeurs d'entrée de **RadCalOffsetImag** et **RadCalSlopeImag** sont celles qui ont été produites à l'appel précédent.

A chaque appel, la valeur d'entrée de **EqualCountOld** est la valeur de **EqualCount** de l'appel précédent.

Le flag indicateur d'indisponibilité des images n'est pas utilisé. Il s'agit d'une provision en vue d'utiliser éventuellement les images pour SN=32 et SN=35 dans une version future de l'algorithme.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 231

of : 502

Fiche : 39

Version : 1.1

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : IRC

Calibration radiométrique des images

Principe :

On applique la loi de calibration définie sur les visées de corps noir.

Entrées :

Coefficients de calibration radiométrique offset RadCalOffsetImag

Coefficient de calibration radiométrique slope RadCalSlopeImag

Nombre de lignes de l'image NbLin

Nombre de colonnes de l'image NbCol

Table des pixels images morts IISDeadPix

Image à calibrer Image

Sorties :

Image calibrée Image

Pseudo-code :

Pour tous les points de l'image (nl,nc) de (1,1) à (NbLin,NbCol)

Si IISDeadPix(nl,nc)=non

Image(nl,nc)=RadCalSlopeImag(nl,nc).[Image(nl,nc) - RadCalOffsetImag(nl,nc)]

Sinon

Image(nl,nc)=0

Construction des paramètres d'entrée :

Les paramètres image sont définis par la spécification.

Les coefficients de calibrations sont calculés Voir *fiche 38_100*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 232

of : 502

Fiche : 40

Version : 1.10

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : IAC

Co-registration imageur-AVHRR

Principe :

Etant donnée une description de la géométrie de l'imageur dans le raster de l'AVHRR (grille rectangulaire), on calcule par corrélation entre les images IASI (exprimées dans le raster AVHRR) et les images AVHRR, le vecteur offset exprimant la position du centre de l'image IASI dans les coordonnées de l'image AVHRR.

Entrées :

Date de la visée courante **IasiTime**

Angle de visée IASI **ScanAngle**

Matrice de rotation IASI-METOP **MatRot**

Dimension de l'imagette IIS en lignes **MI**

Dimension de l'imagette IIS en colonnes **Mc**

Positions angulaires selon Y des pixels de l'imagette IIS dans le repère IIS **IISY**

Positions angulaires selon Z des pixels de l'imagette IIS dans le repère IIS **IISZ**

Angles de rotation entre repère IIS et repère nominal instrument Ri **IISRot**

Image IIS **Z**

Image AVHRR (contenant l'image IASI et limitée au canal choisi) **Y**

Incréments pour le sous-échantillonnage de l'image Avhrr **SGdl, SGdc**

Offset a priori IIS-Avhrr **OffsetGuess**

Voisinage de recherche de la co-registration en lignes **DI**

Voisinage de recherche de la co-registration en colonnes **Dc**

Seuil de qualité du maximum de corrélation **CorrelCutoff**

Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation **PosMaxCutoff**

Table des pixels morts de l'imageur IIS **IISDeadPix**

Sorties :

Vecteur offset de l'imageur IASI dans le raster AVHRR **OffsetIISAvhrr**

Indices de qualité de la co-registration :

-Qualité de la corrélation **CorrelQual**

-Qualité de la position du maximum de corrélation **PosMaxQual**

Flag de qualité de la co-registration **FlagCoregNonQual**

Flag d'échec du calcul de la co-registration **FlagCoregNonValid**

Variance de l'imagette IIS **VarImagIIS**

Moyenne de l'imagette IIS **AvgImagIIS**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 233

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des coordonnées des 4 coins de l'imagette IIS dans le repère IIS

$IISCornerY[1] = IISCornerY[4] = IISY(1)$

$IISCornerY[2] = IISCornerY[3] = IISY(Mc)$

$IISCornerZ[1] = IISCornerZ[2] = IISZ(1)$

$IISCornerZ[3] = IISCornerZ[4] = IISZ(Ml)$

Calcul des coordonnées des 4 coins de l'imagette IIS dans le repère IASI i=1,4

$CornerY[i] = IISCornerY[i] * \cos(IISRot) - IISCornerZ[i] * \sin(IISRot)$

$CornerZ[i] = IISCornerY[i] * \sin(IISRot) + IISCornerZ[i] * \cos(IISRot)$

Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Metop

$IISCornerMetop(i) = \text{GeomIasiMetop}\{ \text{MatRot}, \text{ScanAngle}, \text{CornerY}(i), \text{CornerZ}(i) \}$

Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Avhrr

$[IISCornerAvhrrLin(i), IISCornerAvhrrCol(i)] =$

$\text{GeomMetopAvhrr}\{ \text{IasiTime}, IISCornerMetop(i) \}$

Détermination du domaine Avhrr utile contenu dans l'image IIS (tient compte de l'offset a priori). Ce domaine est défini par LinAvFirst, LinAvEnd, ColAvFirst, ColAvEnd tels que :

$\text{LinAvFirst} < \text{ligne} < \text{LinAvEnd}$

$\text{ColAvFirst} < \text{colonne} < \text{ColAvEnd}$

Correction pour tenir compte de la rotondité de la terre

$\text{LinAvFirst} = \text{LinAvFirst} + \text{marge}$

$\text{LinAvEnd} = \text{LinAvEnd} - \text{marge}$

$\text{ColAvFirst} = \text{ColAvFirst} + \text{marge}$

$\text{ColAvEnd} = \text{ColAvEnd} - \text{marge}$

$Nl = \text{LinAvEnd} - \text{LinAvFirst} + 1$

$Nc = \text{ColAvEnd} - \text{ColAvFirst} + 1$

$\text{NbPixAv} = Nl * Nc$

Interpolation des pixels morts de l'IIS

Boucle sur les pixels l'image IIS (il,ic)

Si (IISDeadpix(il,ic)=oui) alors

remplacer Z(il,ic) par la moyenne des pixels dans l'image

qui sont voisins immédiats de (il,ic) et tels que IISDeadPix = non

(la moyenne porte donc sur 0 à 8 pixels)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 234

of : 502

Pseudo-code (suite):

1/ Coordonnées dans le repère IIS des pixels d'une sous-grille de l'imagette Avhrr utile

Définition d'une sous-grille de l'imagette Avhrr utile

(1 point sur SGdl + dernier point en ligne, 1 point sur SGdc + dernier point en colonne)

Lignes : $ls(nls) = \{LinAvFirst, LinAvFirst+SGdl, LinAvFirst+22*SGdl, ..., LinAvEnd\}$

Colonnes : $cs(ncs) = \{ColAvFirst, ColAvFirst+SGdc, ColAvFirst+2*SGdc, ..., ColAvEnd\}$

Coordonnées des pixels de la sous-grille dans le repère Avhrr avec correction inverse de l'offset

Boucle sur les lignes ($il = 1$ à nls)

Boucle sur les colonnes ($ic = 1$ à ncs)

$ImgAvLinSubG(il,ic) = IntToReal\{ls(il)\} - OffsetGuess(2)$

$ImgAvColSubG(il,ic) = IntToReal\{cs(ic)\} - OffsetGuess(1)$

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

Calcul des coordonnées des NbPixAvSubG pixels dans le repère Metop : $p = (il, ic)$

$ImgAvMetopSubG(p) = \mathbf{GeomAvhrrMetop}\{ImgAvLinSubG(p), ImgAvColSubG(p)\}$

Calcul des coordonnées des NbPixAvSubG pixels dans le repère IASI

$[ImgAvYSubG(p), ImgAvZSubG(p)]$

$= \mathbf{GeomMetopIasi}\{MatRot, ScanAngle, ImgAvMetopSubG(p)\}$

Calcul des coordonnées des NbPixAvSubG pixels dans le repère IIS

$IISImgAvYSubG(p) = ImgAvYSubG(p)*Cos(IISRot) + ImgAvZSubG(p)*Sin(IISRot)$

$IISImgAvZSubG(p) = -ImgAvYSubG(p)*Sin(IISRot) + ImgAvZSubG(p)*Cos(IISRot)$

2/ Coordonnées dans le repère IIS de tous les points de l'imagette Avhrr utile

(calcul par interpolation linéaire pour la rapidité)

Boucle sur les lignes de l'imagette Avhrr utile ($Ilin = 1$ à NI)

Boucle sur les colonnes de l'imagette Avhrr utile ($Icol = 1$ à Nc)

$lin = IntToReal\{Ilin+LinAvFirst-1\}$

$col = IntToReal\{Icol+ColAvFirst-1\}$

$IISImgAvY(Ilin,Icol) =$

$\mathbf{Intlin2D}\{IISImgAvYSubG,ls,cs,nls,ncs,lin,col\}$

$IISImgAvZ(Ilin,Icol) =$

$\mathbf{Intlin2D}\{IISImgAvZSubG,ls,cs,nls,ncs,lin,col\}$

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

3/ Re-échantillonnage de l'imagette IIS dans le raster AVHRR : interpolation bilinéaire

$X(p) = \mathbf{Intlin2D}\{Z, IISY, IISZ, MI, MC, IISImgAvY(p), IISImgAvZ(p), NI, Nc\}$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 235

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Position du point précédent le début de l'image IASI dans le raster AVHRR

lin0 = LinAvFirst -1

col0 = ColAvFirst -1

Calcul de la valeur moyenne de l'image IASI

$$\tilde{X} = \frac{1}{Nl \times Nc} \sum_{(il,ic)=(1,1)}^{(Nl,Nc)} X(il,ic)$$

Boucle sur les points de la grille de calcul de corrélation (dl,dc) de (-Dl,-Dc) à (Dl,Dc)

Calcul de la valeur moyenne de l'image AVHRR correspondante au décalage (dl,dc)

$$\tilde{Y} = \frac{1}{Nl \times Nc} \sum_{(il,ic)=(lin0+1,col0+1)}^{(lin0+Nl,col0+Nc)} Y(il + dl, ic + dc)$$

Calcul du coefficient de corrélation entre les deux images

$$R(dl,dc) = \frac{\sum_{(il,ic)=(1,1)}^{(Nl,Nc)} (Y(il + dl, ic + dc) - \tilde{Y}) \times (X(il,ic) - \tilde{X})}{\sqrt{\sum_{(il,ic)=(1,1)}^{(Nl,Nc)} (Y(il + dl, ic + dc) - \tilde{Y})^2 \times \sum_{(il,ic)=(1,1)}^{(Nl,Nc)} (X(il,ic) - \tilde{X})^2}}$$

Fin de boucle sur le voisinage

Recherche du point de grille (dlmax,dcmax) présentant le maximum de corrélation $R(dlmax,dcmax) = \max(R(dl,dc))$.

Si (dlmax, dcmax) n'est pas sur un bord de la grille alors

[dlm, dcm, CorrelQual, PosMaxQual, FlagError] =

Recherche d'extremum (R, dlmax, dcmax)

Sinon

CorrelQual = -10

PosMaxQual = 2*PosMaxCutoff

Fsi

Si CorrelQual > CorrelCutoff et PosMaxQual < PosMaxCutoff alors

FlagCoregNonQual = NON

Sinon

FlagCoregNonQual = OUI

Fsi

Si FlagError=OUI alors

FlagCoregNonValid = OUI

OffsetImagAvhrr(1) = OffsetGuess(1)

OffsetImagAvhrr(2) = OffsetGuess(2)

CorrelQual = -10

PosMaxQual = 2*PosMaxCutoff

Sinon

FlagCoregNonValid = NON

Si FlagCoregNonQual = NON alors

OffsetImagAvhrr(1) = OffsetGuess(1)+dcm+dlm

OffsetImagAvhrr(2) = OffsetGuess(2)+dlm+dlm

Sinon

OffsetImagAvhrr(1) = OffsetGuess(1)

OffsetImagAvhrr(2) = OffsetGuess(2)

Fsi

Fsi

$$\text{VarImagIIS} = \sqrt{\sum_{(il,ic)=(1,1)}^{(Nl,Nc)} (X(il,ic) - \tilde{X})^2 / (Nl * Nc)}$$

$$\text{AvgImagIIS} = \tilde{X}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 236

of : 502

Fonction GeomIasiMetop :

Passage de coordonnées du repère plan focal du sondeur IASI vers le repère Metop

Entrées :

Matrice de rotation du repère IASI au repère Metop : MatRot

Angle de visée IASI : ScanAngle

Coordonnée angulaire selon l'axe Y dans le repère IASI : PosY

Coordonnée angulaire selon l'axe Z dans le repère IASI : PosZ

Sorties :

Cosinus directeurs des directions dans le repère Metop : VectPosRM

Pseudo-Code :

Vecteur position du point dans le repère Iasi (sans rotation)

$$Y = \sin(\text{PosY})$$

$$Z = \sin(\text{PosZ})$$

$$\text{VectPos}(1) = -Z$$

$$\text{VectPos}(2) = -Y$$

$$\text{VectPos}(3) = -\sqrt{1-Y^2-Z^2}$$

Normalisation

$$\text{VectPosN} = \text{Normalisation}\{ \text{VectPos} \}$$

Matrice de rotation liée à l'angle de visée Iasi

$$\text{MatRotLOS} = \text{Matrice de rotation}\{ \text{ScanAngle} \}$$

Vecteur position dans le repère IASI

$$\text{VectPosRI} = \text{MatRotLOS} * \text{VectPosN}$$

Vecteur position dans le repère METOP

$$\text{VectPosRM} = \text{MatRot} * \text{VectPosRI}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 237

of : 502

Fonction GeomMetopIasi :

Passage de coordonnées du repère Metop vers le repère plan focal du sondeur IASI

Entrées :

Matrice de rotation du repère IASI au repère Metop : MatRot

Angle de visée IASI : ScanAngle

Cosinus directeurs dans le repère Metop : VectPos

Sorties :

Coordonnée angulaire selon l'axe Y dans le repère IASI : PosY

Coordonnée angulaire selon l'axe Z dans le repère IASI : PosZ

Pseudo-Code :

Normalisation

$\text{VectPosRM} = \text{Normalisation}\{ \text{VectPos} \}$

Vecteur position dans le repère IASI

$\text{VectPosRI} = \text{Transpose}\{ \text{MatRot} \} * \text{VectPosRM}$

Matrice de rotation liée à l'angle de visée IASI (sens opposé)

$\text{MatRotLOS} = \text{Matrice de rotation}\{ - \text{ScanAngle} \}$

Vecteur position dans le repère IASI sans rotation

$\text{VectPos} = \text{MatRotLOS} * \text{VectPosRI}$

Coordonnées angulaires dans le repère IASI selon les axes Y et Z

$\text{PosY} = -\text{Asin}\{ \text{VectPos}(2) \}$

$\text{PosZ} = -\text{Asin}\{ \text{VectPos}(1) \}$

Fonction GeomMetopAvhrr (requête EPS) :

Passage de coordonnées du repère Metop vers le repère Avhrr

Entrées :

Temps IASI : IasiTime [Jour Julien fractionnel]

cosinus directeurs des directions dans le repère Metop : VectPosRM

Sorties :

Coordonnées des pts en lignes dans le repère Avhrr : AvhrrLin [Pixel Avhrr fractionnel]

Coordonnées des pts en colonnes dans le repère Avhrr : AvhrrCol [Pixel Avhrr fractionnel]

Fonction GeomAvhrrMetop (requête EPS) :

Passage de coordonnées du repère Avhrr vers le repère Metop

Entrées :

Temps IASI : IasiTime [Jour Julien fractionnel]

Coordonnées des pts en lignes dans le repère Avhrr : AvhrrLin [Fraction de pixel Avhrr]

Coordonnées des pts en colonnes dans le repère Avhrr : AvhrrCol [Fraction de pixel Avhrr]

Sorties :

cosinus directeurs des directions dans le repère Metop : VectPosRM



IASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 238

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Le voisinage de recherche de la co-registration est fixé en recette.

La matrice de rotation pour le passage du repère nominal instrument (IASI) au repère Metop est caractérisée en recette, sachant que le repère IASI est défini tel que l'axe Y est confondu avec l'axe du miroir de visée.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Recherche d'extremum : voir Annexe 7 §2..

Intlin2D : interpolation bilinéaire



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 239

of : 502

Fiche : 41

Version : 3.0

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : CCS

Analyse des radiances dans les FOVs sondeur

Principe :

Les radiances mesurées par l'AVHRR (ou l'imageur IASI intégré IIS) contenues dans les Fovs du sondeur sont analysées en terme de classification de surfaces radiatives (étendues, température, structure, etc)

La méthode de classification adoptée est la méthode des nuées dynamiques. Elle est :

- appliquée classiquement aux 5 canaux Avhrr si ceux-ci sont disponibles
- appliquée à un vecteur de dimension 2 construit à partir de l'image IIS (moyenne locale et variance locale définies sur une grille de taille 3x3) dans le cas dégradé d'absence d'image AVHRR.

Le choix du mode de traitement (AVHRR ou IIS) est externe à l'algorithme.

Les caractéristiques des classes (centre de gravité ou variance) sont données sous forme d'un vecteur de dimension fixe (6) qui contient :

- radiances {ch1, ch2, ch3a, ch3b, ch4, ch5} si traitement des images AVHRR
- températures de brillance {moyenne locale, variance locale, 0,0,0,0} si traitement de l'image IIS

En cas d'absence d'un des canaux AVHRR (transition Jour/Nuit, etc.) la coordonnée correspondante est mise à 0 (moyenne et écart-type).

La disponibilité des canaux AVHRR est fournie à l'algorithme pour chaque ligne AVHRR par un vecteur de dimension 6 :

- ChannelState(k,AvhrrLine)=0 : canal k indisponible,
- ChannelState(k,AvhrrLine)=1 : canal k disponible

Les informations nuageuses, terre/mer et neige/glace sont intégrées dans les FOVs sondeurs et exprimées en pourcentage de couverture.

Entrées :

Date de la visée courante **IasiTime**

Angle de visée IASI **ScanAngle**

Matrice de rotation IASI-METOP **MatRot**

Description des 4 Ipsf dans le repère nominal instrument IASI :

- Nombre de points des Ipsf en lignes **NbLin**
- Nombre de points des Ipsf en colonnes **NbCol**
- Positions des points Ipsf dans le repère IASI nominal instrument selon Y **YPsf**
- Positions des points Ipsf dans le repère IASI nominal instrument selon Z **ZPsf**
- Poids associés aux points des ipsf **WgtPsf**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 240

of : 502

Entrées (suite):

Facteur de sur-échantillonnage de l'Ipsf **Osf**

Modèle orbital de l'offset angulaire entre le sondeur et l'imageur **OffsetSondIISModel**

Date de fin de l'éclipse précédente **t_FE**

Période (nodale) nominale de METOP **Period**

Offset Imageur-AVHRR dans le repère AVHRR **OffsetIISAvhrr**

Flag de passage en cas de dégrade **Mode**

Seuil de comptage des erreurs AVHRR **IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff**

Paramètres de l'image d'entrée Avhrr :

- Image AVHRR **Avhrr**

- Ligne de début **LinDeb**

- Ligne de fin **LinFin**

- Colonne de début **ColDeb**

- Colonne de fin **ColFin**

- Vecteur d'état des canaux AVHRR **ChannelState**

Incréments pour le sous-échantillonnage de l'image Avhrr **dl, dc**

Paramètres de l'image d'entrée IIS :

- Image IIS **IIS**

- Nombre de pixels IIS en lignes **MI**

- Nombre de pixels IIS en colonnes **Mc**

- Positions des centres des pixels IIS dans le repère IIS selon Y **IISY**

- Positions des centres des pixels IIS dans le repère IIS selon Z **IISZ**

- Dimension des pixels IIS selon Y **DY**

- Dimension des pixels IIS selon Z **DZ**

- Table des pixels morts de l'IIS **IISDeadPix**

Angles de rotation entre repère IIS et repère nominal instrument Ri **IISRot**

Nombre maximum de lignes de l'image classée **ImgClassifiedLinMax**

Nombre maximum de colonnes de l'image classée **ImgClassifiedColMax**

Paramètres de calcul des clusters :

- Nombre max de clusters **NbClusMax**

- Nombre max d'itération **NbIterMax**

- Seuil de convergence **IterConvCutoff**

- Seuil d'éclatement **SplitCutoff**

- Seuil de coalescence **GlueCutoff**

- Valeur initiale de la distance d'agglomération **DistAgloInit**

- Nb d'itérations min pour le calcul du seuil des non classés **MinIterNCCutoff**

- Nombre max de non classés **NbNonClassifMax**

- Distance max intraclasse **DistMax**

- Nombre max de canaux ou pseudo-canaux **DimClassSpace**

- Identification des canaux **ChannelId**

- Canal de rangement **SortingChannel**

- Flags de transformation en température de brillance **RadtoTb**

- Nombre d'onde des canaux **ChannelWn**

- Bruit des canaux **ChannelNoise**

- Poids des canaux **ChannelWgt**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 241

of : 502

Sorties :

Offset entre le sondeur IASI et l'imageur AVHRR **OffsetSondAvhrr**

Offset entre le sondeur IASI et l'imageur IIS **OffsetSondIIS**

Image Avhrr classée **ImageClassified**

Nombre de lignes de l'image classée **ImageClassifiedNbLin**

Nombre de colonnes de l'image classée **ImageClassifiedNbCol**

Première ligne de l'image classée **ImageClassifiedFirstLin**

Première colonne de l'image classée **ImageClassifiedFirstCol**

Flag indicateur de l'état des canaux Avhrr **ConfAvhrrChannel**

Flag indicateur de classe extrême **RadAnalType**

Analyse des radiances AVHRR dans les Fovs sondeur :

-Nombre de classes **RadAnalNbClass**

-Radiance moyenne de chaque classe **RadAnalMean**

-Ecart type de chaque classe **RadAnalStd**

-Position angulaire selon Y du barycentre de chaque classe dans le repère IASI

RadAnalY

-Position angulaire selon Z du barycentre de chaque classe dans le repère IASI

RadAnalZ

-Poids de chaque classe dans le Fov **RadAnalWgt**

Indice de qualités de la classification :

Flag indicateur de post-processing **FlagPostProcessing**

Taux de points non classés **NonClassifRate**

Variance Normalisée (1σ) de l'image classée **VarianceRate**

Flag indicateur d'une incohérence des dates **FlagDateNOK**

Fraction nuageuse dans les pixels IASI

GEUMAvhrr1BCldFrac

Fraction côte/terre dans les pixels IASI

GEUMAvhrr1BLandFrac

Indice de qualité des fractions

GEUMAvhrr1BQual



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 242

of : 502

Pseudo-code:

I) Traitement des images

Si (Mode = Avhrr) alors

- Extraction de l'image Avhrr utile (domaine de l'IIS), expansion à la dimension maximale (ChanMax=6) des canaux Avhrr en utilisant ChannelState et détection des transitions (génération du flag ConfAvhrrChannel)

Nch =5

[RadImg(6,NbLinImg,NbColImg),CloudInfo(NbLinImg,NbColImg),
Quality_Indicator(NbLinImg),Scan_Line_Quality(NbLinImg),Count_Error_Frame(NbLin
mg), LinImgFirst, ColImgFirst, NbLinImg, NbColImg, ConfAvhrrChannel] =
ImageUtile{ Ml, Mc, IISY, IISZ, DY, DZ, MatRot, IISRot, ScanAngle, IasiTime,
OffsetIISAvhrr, Avhrr, LinDeb, LinFin, ColDeb, ColFin, Nch, ChanMax, ChannelState }

- Traitement des canaux Avhrr: Test de conversion en Tb, limitation aux canaux presents (Nch) et transformation en vecteur

[RadVect(Nch, NbPixImg), NbPixImg, Nch, ChId(Nch), SortCh, ChNoise(Nch),
ChWgt(Nch)] =

TraitCanauxAvhrr{ RadImg, LinImgFirst, ColImgFirst, NbLinImg, NbColImg,
ConfAvhrrChannel, RadtoTb, DimClassSpace, SortingChannel, ChannelWn, ChannelId,
ChannelNoise, ChannelWgt }

Sinon

-Traitement de l'image IIS : Conversion en Tb, construction des pseudo-canaux (Nch=2) et transformation en vecteur

[RadImg(6, NbLinImg, NbColImg), RadVect(Nch,NbPixImg), NbPixImg, LinImgFirst,
ColImgFirst, NbLinImg, NbColImg, Nch] =

PseudoCanauxIIS{ IIS, Ml, Mc, IISDeadPix, ChannelWn }

SortCh= SortingChannel

Boucle sur les pseudo-canaux k=1 à ChanMax

ChId(k) = ChannelId(k)

ChNoise(k)= ChannelNoise(k)

ChWgt(k)=ChannelWgt(k)

Fin de boucle sur les pseudo-canaux

Fin de Si

II) Analyse des radiances sur l'image RadVect

[VectClassified(NbPixImg), RadAnalType(NbClass), NbClass, FlagPostProcessing,
NonClassifRate, VarianceRate] =

NuéesDynamiques{ RadVect(Nch,NbPixImg), NbPixImg, Nch, ChId(Nch), SortCh,
ChNoise(Nch), ChWgt(Nch), NbClusMax, NbIterMax, IterConvCutoff, SplitCutoff,
GlueCutoff, EigValCutoff, DistAgloInit, MinIterNCCutOff, NbNonClassifMax, DistMax }

Affectation du numéro de classe 7 aux pixels non classés

Boucle sur les pixels de Pix =1 à NbPixImg

Si VectClassified(Pix) = NbClass+1 Alors VectClassified(Pix) = 7

Fin de boucle sur Pix

NbClass = 7



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 243

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Boucle sur les IPSF (Ipsf = 1 à 4)

IIIa)

Calcul des offsets Sond-IIS et Sond-Avhrr

[FlagDateNOK, OffsetSondIIS(Ipsf,2), OffsetSondAvhrr(Ipsf,2)] = **CalcOffset**{ IasiTime, ScanAngle, MatRot, OffsetSondIISModel, t_FE, Period, OffsetIISAvhrr }

IIIb) Projection des IPSFs dans l'Avhrr

Si Mode = Avhrr alors

Si RadToTb=1 alors reconversion en radiance : RadVect = **Planck**{ RadVect, ChannelWn }
[ColImgFovFirst, ColImgFovLast, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, NbPixImgFov, ImgYpsf, ImgZpsf, ImgWgtpsf] =
IpsfToAvhrr{ IasiTime, ScanAngle, MatRot, NbCol, NbLin, Ypsf(NbCol), Zpsf(NbLin), WgtPsf(NbLin,NbCol), Osf, OffsetIISAvhrr(2), OffsetSondIIS(Ipsf,2), OffsetSondAvhrr(Ipsf,2), dl, dc }

Extraction de l'information nuageuse dans le FOV sondeur

[GEUMAvhrr1BCldFrac(Ipsf), GEUMAvhrr1BLandFrac(Ipsf), GEUMAvhrr1BQual(Ipsf)] =
AvhrrCloudInfoIntoFov(LinImgFirst, ColImgFirst, NbLinImg, NbColImg, NbPixImg, CloudInfo, Quality_Indicator, Scan_Line_Quality, Count_Error_Frame, ColImgFovFirst, ColImgFovLast, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, NbPixImgFov, ImgWgtpsf, IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff)

Sinon

[ColImgFovFirst, ColImgFovLast, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, NbPixImgFov, ImgYpsf, ImgZpsf, ImgWgtpsf] =
IpsfToIIS{ NbCol, NbLin, Ypsf(NbCol), Zpsf(NbLin), WgtPsf(NbLin,NbCol), Osf, IISRot, MI, Mc, IISY, IISZ, DY, DZ, OffsetSondIIS(Ipsf,2) }

GEUMAvhrr1BCldFrac(Ipsf) = [Missing]

GEUMAvhrr1BLandFrac(Ipsf) = [Missing]

GEUMAvhrr1BQual(Ipsf) [Bits 0 à 7] = 1

Fin de si

IV) Analyse des radiances dans les FOVs du sondeur

[RadAnalWgt(NbClass,Ipsf), RadAnalY(NbClass,Ipsf), RadAnalZ(NbClass,Ipsf), RadAnalMean(Nch,NbClass,Ipsf), RadAnalStd(Nch,NbClass,Ipsf), RadAnalNbClass(Ipsf)] =
AnaRadIntoFov{ LinImgFirst, ColImgFirst, NbColImg, NbPixImg, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, ColImgFovFirst, ColImgFovLast, RadVect(Nch,NbPixImg), IdPix(NbPixImg), NbClass, Nch, ChanMax, ChId(Nch), ImgWgtpsf(NbPixImgFov), ImgYpsf(NbPixImgFov), ImgZpsf(NbPixImgFov) }

Fin de boucle sur les IPSF



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 244

of : 502

Pseudo-code (suite) :

V) Construction de l'image classée

ImageClassifiedNbCol = NbColImg

ImageClassifiedNbLin = NbLinImg

ImageClassifiedFirstCol = ColImgFirst

ImageClassifiedFirstLin = LinImgFirst

- initialisation à 0

Boucle sur les lignes il=1 à ImgClassifiedLinMax

 Boucle sur les colonnes ic=1 à ImgClassifiedColMax

 ImageClassified(il,ic)=0

 Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

- construction proprement dite

Pix = 0

Boucle sur les lignes il=1 à NbLinImg

 Boucle sur les colonnes ic=1 à NbColImg

 Pix = Pix +1

 ImageClassified(il,ic)=VectClassified(Pix)

 Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

Fonction ImageUtile :

Extraction de l'imagerie Avhrr utile pour la classification

Entrées :

MI, Mc, IISY, IISZ, DY, DZ, MatRot, IISRot, ScanAngle, IasiTime, OffsetIISAvhrr, Avhrr,
AvhrrLinDeb, AvhrrLinFin, AvhrrColDeb, AvhrrColFin, NbChannel, ChanMax,
ChannelState

Sorties :

RadImgAv, CloudInfo, Quality_Indicator, Scan_Line_Quality, Count_Error_Frame,
AvUtilLinDeb, AvUtilColDeb, AvUtilNbLin, AvUtilNbCol, AvhrrChannel



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 245

of : 502

Fonction ImageUtile (suite):

Pseudo-code :

- Calcul des coordonnées des 4 coins de l'imagette IIS dans le repère IIS
$$\begin{aligned} \text{IISCornerY}[1] &= \text{IISCornerY}[4] = \text{Min}\{ \text{IISY} \} - \text{DY}/2 \\ \text{IISCornerY}[2] &= \text{IISCornerY}[3] = \text{Max}\{ \text{IISY} \} + \text{DY}/2 \\ \text{IISCornerZ}[1] &= \text{IISCornerZ}[2] = \text{Min}\{ \text{IISZ} \} - \text{DZ}/2 \\ \text{IISCornerZ}[3] &= \text{IISCornerZ}[4] = \text{Max}\{ \text{IISZ} \} + \text{DZ}/2 \end{aligned}$$
- Calcul des coordonnées des 4 coins de l'imagette IIS dans le repère IASI $i=1,4$
$$\begin{aligned} \text{CornerY}[i] &= \text{IISCornerY}[i] * \cos(\text{IISRot}) - \text{IISCornerZ}[i] * \sin(\text{IISRot}) \\ \text{CornerZ}[i] &= \text{IISCornerY}[i] * \sin(\text{IISRot}) + \text{IISCornerZ}[i] * \cos(\text{IISRot}) \end{aligned}$$
- Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Metop
$$\text{IISCornerMetop}[i] = \text{GeomIasiMetop}\{ \text{MatRot}, \text{ScanAngle}, \text{CornerY}[i], \text{CornerZ}[i] \}$$
- Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Avhrr
$$[\text{IISCornerAvhrrLin}[i], \text{IISCornerAvhrrCol}[i]] = \text{GeomMetopAvhrr}\{ \text{IasiTime}, \text{IISCornerMetop} \}$$
- Calcul du domaine Avhrr utile : détermination des numéros de lignes/colonnes de début et de fin
$$\begin{aligned} \text{AvUtilLinDeb} &= \text{PartieEntiere}\{ \text{Min}\{ \text{IISCornerAvhrrLin} + \text{OffsetIISAvhrr}(2) \} \} \\ \text{AvUtilLinFin} &= \text{PartieEntiere}\{ \text{Max}\{ \text{IISCornerAvhrrLin} + \text{OffsetIISAvhrr}(2) \} \} + 1 \\ \text{AvUtilColDeb} &= \text{PartieEntiere}\{ \text{Min}\{ \text{IISCornerAvhrrCol} + \text{OffsetIISAvhrr}(1) \} \} \\ \text{AvUtilColFin} &= \text{PartieEntiere}\{ \text{Max}\{ \text{IISCornerAvhrrCol} + \text{OffsetIISAvhrr}(1) \} \} + 1 \\ \text{AvUtilNbLin} &= \text{AvUtilLinFin} - \text{AvUtilLinDeb} + 1 \\ \text{AvUtilNbCol} &= \text{AvUtilColFin} - \text{AvUtilColDeb} + 1 \end{aligned}$$
- Extraction de l'imagette Avhrr : $\text{AvUtil}(\text{NbChannel}, \text{NbLinAv}, \text{NbColAv})$
 - (#) = (1 à NbChannel) nombre de canaux AVHRR=5
 - (cld) = AVHRR 1B CLOUD_INFORMATION
 - (qi) = AVHRR 1B QUALITY_INDICATOR
 - (slq) = SCAN_LINE_QUALITY
 - (cef) = COUNT_ERROR_FRAMEBoucle sur les lignes AvUtil (Il = 1 à AvUtilNbLin)
$$\begin{aligned} \text{Jl} &= \text{AvUtilLinDeb} - \text{AvhrrLinDeb} + \text{Il} \\ \text{Boucle sur les colonnes AvUtil (Ic = 1 à AvUtilNbCol)} \\ \text{Jc} &= \text{AvUtilColDeb} - \text{AvhrrColDeb} + \text{Ic} \\ \text{AvUtil}(\#, \text{Il}, \text{Ic}) &= \text{Avhrr}(\#, \text{Jl}, \text{Jc}) \\ \text{CloudInfo}(\text{Il}, \text{Ic}) &= \text{Avhrr}(\text{cld}, \text{Jl}, \text{Jc}) \end{aligned}$$
Fin de boucle sur les colonnes
$$\begin{aligned} \text{Quality_Indicator}(\text{Il}) &= \text{Avhrr}(\text{qi}, \text{Jl}) \\ \text{Scan_Line_Quality}(\text{Il}) &= \text{Avhrr}(\text{slq}, \text{Jl}) \\ \text{Count-Error_Frame}(\text{Il}) &= \text{Avhrr}(\text{cef}, \text{Jl}) \end{aligned}$$
Fin de boucle sur les lignes
- Extension à la dimension maximale (ChanMax=6) des canaux Avhrr en utilisant ChannelState
$$\text{AvUtil}(5, \text{AvUtilNbLin}, \text{AvUtilNbCol}) \rightarrow \text{RadImgAv}(6, \text{AvUtilNbLin}, \text{AvUtilNbCol})$$
- Etat des canaux Avhrr et détection des transitionsBoucle sur les canaux Avhrr (k = 1, ChanMax)
$$\begin{aligned} \text{Sum}(k) &= 0 \\ \text{Boucle sur les lignes Avhrr (il = 1, AvUtilNbLin)} \\ \text{Sum}(k) &= \text{Sum}(k) + \text{ChannelState}(\text{il} + \text{AvUtilLinDeb} - \text{AvhrrLinDeb}, k) \end{aligned}$$
Fin de boucleSi $\text{Sum}(k) = 0$ alors $\text{AvhrrChannel}(k) = 0$ Si $\text{Sum}(k) = \text{AvUtilNbLin}$ alors $\text{AvhrrChannel}(k) = 1$ Si $0 < \text{Sum}(k) < \text{AvUtilNbLin}$ alors $\text{AvhrrChannel}(k) = 2$ Fin de boucle



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 246

of : 502

Fonction TraitCanauxAvhrr :

Entrées :

RadImg, NbLinAv, NbColAv, ChannelState, RadtoTb, DimClassSpace, SortingChannel, ChannelWn, ChannelId, ChannelNoise, ChannelWgt

Sorties :

RadAv, NbPixAv, Nch, ChId, SortCh, ChNoise, ChWgt

Pseudo-code :

- Définitions

Nbk = 6 : nombre de canaux Avhrr

DimClassSpace = Nombre de canaux souhaités

Nch = nombre de canaux utilisables

- Conversion en température de brillance pour les canaux infrarouges :

Si (RadtoTb = 1) alors

Boucle sur les canaux (Ibk = 1 à DimClassSpace)

ChanAvhrr = ChannelId(Ibk)

ChannelNoise_loc(Ibk) = ChannelNoise(ChanAvhrr)

Si (ChannelState(ChanAvhrr) = 1 et ChanAvhrr ≥ 4) alors

RadImg(ChanAvhrr, NbLinAv, NbColAv)

= **InvPlanck**{ RadImg(ChanAvhrr, NbLinAv, NbColAv), ChannelWn(ChanAvhrr) }

Fin de Si

Fin de boucle

Sinon

- Conversion de noise pour les canaux infrarouges en radiance :

Boucle sur les canaux (Ibk = 1 à DimClassSpace)

ChanAvhrr = ChannelId(Ibk)

Si (ChanAvhrr ≥ 4) alors

dWsdT = Dérivée de Planck à WnChannel(ChanAvhrr) pour T=280 K

ChannelNoise_loc(Ibk) = ChannelNoise(ChanAvhrr) * dWsdT

Sinon

ChannelNoise_loc(Ibk) = ChannelNoise(ChanAvhrr)

Fin de Si

Fin de boucle

Fin de Si



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 247

of : 502

Fonction PseudoCanauxIIS :

Entrées :

Image, Ml, Mc, IISDeadPix, ChannelWn

Sorties :

PseudoImage, RadiIIS, NbPixIIS, LinDeb, ColDeb, Ml-2, Mc-2, Nch

Pseudo-code :

- Interpolation des pixels morts de l'IIS

Boucle sur les pixels l'image IIS (il,ic)

Si (IISDeadpix(il,ic)=oui) alors

remplacer Image(il,ic) par la moyenne des pixels dans l'image
qui sont voisins immédiats de (il,ic) et tels que IISDeadPix = non
(la moyenne porte donc sur 0 à 8 pixels)

Fsi

- Conversion en température de brillance

Img(Ml, Mc) = **InvPlanck**{ Image(Ml, Mc), ChannelWn(1) }

- Construction des pseudo canaux

LinDeb = 2

ColDeb = 2

Nch = 2

Boucle sur les lignes Ilin = 1 à Ml-2

Boucle sur les colonnes Icol = 1 à Mc-2

PseudoImage(1,Ilin,Icol) = **MoyenneLocale**{ Img(Ilin+1, Icol+1)} {sur grille 3x3}

PseudoImage(2,Ilin,Icol) = **VarianceLocale**{ Img(Ilin+1, Icol+1)} {sur grille 3x3}

PseudoImage(3,Ilin,Icol) = PseudoImage(4,Ilin,Icol) = 0

PseudoImage(5,Ilin,Icol) = PseudoImage(6,Ilin,Icol) = 0

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

- Conversion de matrice en vecteur

NbPixIIS=0

Boucle sur les lignes (Ilin=1 à Ml-2)

Boucle sur les colonnes (Icol=1 à Mc-2)

NbPixIIS= NbPixIIS +1

Boucle sur les pseudo-canaux (Ich=1 à 6)

RadiIIS(Ich,NbPixIIS) = PseudoImage (Ich,Ilin,Icol)

Fin de boucle sur les pseudo-canaux

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 248

of : 502

Fonction NuéesDynamiques :

Entrées :

RadAv, NbPixAv, Nch, SortingChannel, ChannelNoise, ChannelWgt, NbClusMax, NbIterMax, IterConvCutoff, SplitCutoff, GlueCutoff, EigValCutoff, DistAgloInit, MinIterNCCutOff, NbNonClassifMax, DistMax

Sorties :

IdPix, NoExt, NbClass, FlagPostProcessing, NonClassifRate, VarianceRate

Pseudo-code :

Définitions

(#) ≡ (1 à Nch) nombre de canaux/pseudo-canaux Avhrr utilisés

(*) ≡ (1 à NbPixAv) nombre de pixels Avhrr

(\$) ≡ (1 à NbPro) nombre de classes prototype

1) Préparation des radiances et du prototype zéro

[RadMean(#), RadStd(#), RadNW(#,*), ProtoZero(#), EigVal(#), EigVect(##)]
= **InitRad**{ RadAv(#,*), Nch, ChannelNoise(#), ChannelWgt(#) }

2) Recherche du premier échantillon de prototypes

[Nbpro, Proto(#,\$), Covar(##,\$), Dist(\$,*), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)]
= **InitProto**{ RadNW(#,*), Nch, NbPixAv, ProtoZero(#), NbClusMax, DistMax, SortingChannel }

3) Processus itératif de caractérisation des classes

[NbClass, Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), Iter]
= **IterNuDyn**{ RadNW(#,*), NbPro, NbClusMax, EigVal(#), EigVect(##), Proto(#,\$), DistAgloInit, IterConvCutoff, SplitCutoff, GlueCutoff, EigValCutoff, MinIterNCCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SortingChannel, Nch, NbPixAv, NbIterMax, DistMax, NbNonClassifMax }

4) Post-processing

Si NbClass > NbClusMax alors

Iterlast = Iter

[NbClass, Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), Iter]
= **IterNuDynPost**{ IterLast, NbPro, NbClusMax, EigVal(#), EigVect(##), Proto(#,\$), DistAgloInit, EigValCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), SortingChannel }

Fin de Si (NbClass > NbClusMax)

5) Tests qualité :

Si Post-processing alors

FlagPostProcess = 1

Fin de Si

[NonClassifRate, VarianceRate]

= **TestQual**{ NbPixAv, Nch, NbClass, EigVal(#), EigValCutoff, NbPixClas(\$), SumDistClas(\$) }



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 249

of : 502

Fonction CalcOffset :

Entrées :

IasiTime, ScanAngle, MatRot, OffsetSondIISModel, t_FE, Period, OffsetIISAvhrr

Sorties :

FlagDateNOK, OffsetSondIIS, OffsetSondAvhrr

Pseudo-code :

Estimation de l'offset sondeur-IIS par le modèle orbital

OffsetSondIIS(1) = **Modele-Orbital**{ IasiTime,t_FE,Period,OffsetSondIISModel(1) }

OffsetSondIIS(2) = **Modele-Orbital**{ IasiTime,t_FE,Period,OffsetSondIISModel(2) }

Si (abs(IasiTime-t_FE) < 8*Period ou OffsetSondIISModel(1,6)=0)Alors

FlagDateNOK = NON

Sinon

FlagDateNOK = OUI

Fin de Si

Calcul des coordonnées du centre du champ dans le repère Metop

YPsfCentre = ZpsfCentre = 0

PsfCentreMetop = **GeomIasiMetop**{ MatRot, ScanAngle, YPsfCentre, ZPsfCentre }

Calcul des coordonnées du centre du champ dans le repère Avhrr

[PsfCentreAvLin, PsfCentreAvCol] = **GeomMetopAvhrr**{ IasiTime, PsfCentreMetop }

Ajout de l'offset IIS-Avhrr

PsfCentreAvLin = PsfCentreAvLin + OffsetIISAvhrr(2)

PsfCentreAvCol = PsfCentreAvCol + OffsetIISAvhrr(1)

Calcul des coordonnées du centre + offset dans le repère Metop

PsfCentreAvMetop = **GeomAvhrrMetop**{ IasiTime, PsfCentreAvLin , PsfCentreAvCol }

Calcul des coordonnées du centre + offset dans le repère IASI

[YPsfCentreAv, ZPsfCentreAv] = **GeomMetopIasi**{ MatRot, ScanAngle, PsfCentreAvMetop }

Calcul de l'offset IIS-Avhrr dans le repère IASI

OffsetIISAvhrrRI(1) = YPsfCentreAv

OffsetIISAvhrrRI(2) = ZPsfCentreAv

Calcul de l'offset sondeur-Avhrr dans le repère IASI

OffsetSondAvhrr(1) = OffsetSondIIS(1) + OffsetIISAvhrrRI(1)

OffsetSondAvhrr(2) = OffsetSondIIS(2) + OffsetIISAvhrrRI(2)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 250

of : 502

Fonction IpsfToAvhrr :

Transformation de l'IPSF dans le rasteur AVHRR

Entrées :

IasiTime, ScanAngle, MatRot, NbCol, NbLin, YPsf, ZPsf, WgtPsf, Osf, , OffsetIISAvhrr, OffsetSondIIS, OffsetSondAvhrr, dl, dc

Sorties :

ColAvFovFirst, ColAvFovLast, LinAvFovFirst, LinAvFovLast, NbPixAvFov, AvhrrYpsf, AvhrrZpsf, AvhrrWgtpsf

Pseudo-code :

Ecart entre 2 points de discrétisation Ipsf

$$DYpsf = YPsf(2) - YPsf(1)$$

$$DZpsf = ZPsf(2) - ZPsf(1)$$

Calcul des coordonnées des 4 coins de l'Ipsf dans le repère IASI corrigées de l'offset sondeur-imageur

$$IpsfCornerY[1] = IpsfCornerY[4] = \text{Min}\{ YPsf \} - DYpsf/2 + \text{OffsetSondIIS}(1)$$

$$IpsfCornerY[2] = IpsfCornerY[3] = \text{Max}\{ YPsf \} + DYpsf/2 + \text{OffsetSondIIS}(1)$$

$$IpsfCornerZ[1] = IpsfCornerZ[2] = \text{Min}\{ ZPsf \} - DZpsf/2 + \text{OffsetSondIIS}(2)$$

$$IpsfCornerZ[3] = IpsfCornerZ[4] = \text{Max}\{ ZPsf \} + DZpsf/2 + \text{OffsetSondIIS}(2)$$

Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Metop

$$PsfCornerMetop = \text{GeomIasiMetop}\{ \text{MatRot}, \text{ScanAngle}, \text{IpsfCornerY}, \text{IpsfCornerZ} \}$$

Calcul des coordonnées des 4 coins dans le repère Avhrr

$$[PsfCornerAvLin, PsfCornerAvCol] = \text{GeomMetopAvhrr}\{ \text{IasiTime}, \text{PsfCornerMetop} \}$$

Calcul du domaine Avhrr utile recouvrant le Fov (théorique + marges tenant compte de l'Offset IIS-Avhrr): détermination des numéros de lignes et colonnes de début et de fin

$$\text{LinAvFovFirst} = \text{PartieEntière}\{ \text{Min}\{ \text{PsfCornerAvLin} \} \}$$

$$\text{LinAvFovEnd} = \text{PartieEntière}\{ \text{Max}\{ \text{PsfCornerAvLin} \} \} + 1$$

$$\text{ColAvFovFirst} = \text{PartieEntière}\{ \text{Min}\{ \text{PsfCornerAvCol} \} \}$$

$$\text{ColAvFovEnd} = \text{PartieEntière}\{ \text{Max}\{ \text{PsfCornerAvCol} \} \} + 1$$

- Optimisation des marges

Si (OffsetIISAvhrr(1) > 0) alors

$$\text{ColAvFovEnd} = \text{ColAvFovEnd} + \text{PartieEntière}\{ \text{OffsetIISAvhrr}(1) \} + 1$$

Sinon

$$\text{ColAvFovFirst} = \text{ColAvFovFirst} - \text{PartieEntière}\{ \text{OffsetIISAvhrr}(1) \} - 1$$

Fin de si

Si (OffsetIISAvhrr(2) > 0) alors

$$\text{LinAvFovEnd} = \text{LinAvFovEnd} + \text{PartieEntière}\{ \text{OffsetIISAvhrr}(2) \} + 1$$

Sinon

$$\text{LinAvFovFirst} = \text{LinAvFovFirst} - \text{PartieEntière}\{ \text{OffsetIISAvhrr}(2) \} - 1$$

Fin de si

$$\text{NbLinAvFov} = \text{LinAvFovEnd} - \text{LinAvFovFirst} + 1$$

$$\text{NbColAvFov} = \text{ColAvFovEnd} - \text{ColAvFovFirst} + 1$$

$$\text{NbPixAvFov} = \text{NbLinAvFov} * \text{NbColAvFov}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 251

of : 502

Fonction IpsfToAvhrr (suite) :

Coordonnées des pixels de l'imagette Avhrr utile dans le repère plan focal sondeur

Ipix = 0

1/ Coordonnées des pixels d'une sous-grille de l'imagette Avhrr utile

Définition d'une sous-grille de l'imagette Avhrr utile

(1 point sur dl + dernier point en ligne, 1 point sur dc + dernier point en colonne)

nls = NbLinAvFov ; ncs = NbColAvFov

Lignes : ls (nls) = {LinAvFovFirst, LinAvFovFirst+dl, LinAvFovFirst+2*dl, ..., LinAvFovEnd}

Colonnes : cs (ncs) = {ColAvFovFirst, ColAvFovFirst+dc, ColAvFovFirst+2*dc, ..., ColAvFovEnd}

Coordonnées des pixels de la sous-grille dans le repère Avhrr avec correction inverse de l'offset

Boucle sur les lignes (il = 1 à nls)

Boucle sur les colonnes (ic = 1 à ncs)

ImgAvLinSubG(il,ic) = IntToReal{ ls(il) }

ImgAvColSubG(il,ic) = IntToReal{ cs(ic) }

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

Calcul des coordonnées des NbPixAvSubG pixels dans le repère Metop : p= (il, ic)

ImgAvMetopSubG(p) = **GeomAvhrrMetop**{ IasiTime, ImgAvLinSubG(p) , ImgAvColSubG(p) }

Calcul des coordonnées des NbPixAvSubG pixels dans le repère IASI

[ImgAvYSubG(p), ImgAvZSubG(p)]

= **GeomMetopIasi**{ MatRot, ScanAngle, ImgAvMetopSubG(p) }

2/ Coordonnées de tous les points de l'imagette Avhrr utile

(calcul par interpolation linéaire pour la rapidité)

Boucle sur les lignes de l'imagette Avhrr utile(il = 1 à nls)

Boucle sur les colonnes de l'imagette Avhrr utile (Icol = 1 à ncs)

ImgAvY(il,ic) = **Intlin2D**{ ImgAvYSubG,ls,cs,nls,ncs,il,ic }

ImgAvZ(il,ic) = **Intlin2D**{ ImgAvZSubG,ls,cs,nls,ncs,il,ic }

Fin de boucle sur les colonnes Avhrr

Fin de boucle sur les lignes Avhrr



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 252

of : 502

Fonction IpsfToAvhrr (suite) :

Calcul de la dimension moyenne des pixels Avhrr

Test sur les directions des lignes et colonnes Avhrr dans le repère Iasi plan focal [Y,Z]

Si $\text{abs}\{ \text{ImgAvZ}(1,2) - \text{ImgAvZ}(1,1) \} < \text{abs}\{ \text{ImgAvY}(1,2) - \text{ImgAvY}(1,1) \}$ alors

$$\begin{aligned} \text{ImgAvDY} = & [\text{ImgAvY}(1, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvY}(1,1) \\ & + \text{ImgAvY}(\text{NbLinAvFov}, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvY}(\text{NbLinAvFov},1)] \\ & / [2 * (\text{NbColAvFov} - 1)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ImgAvDZ} = & [\text{ImgAvZ}(\text{NbLinAvFov},1) - \text{ImgAvZ}(1,1) \\ & + \text{ImgAvZ}(\text{NbLinAvFov}, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvZ}(1, \text{NbColAvFov})] \\ & / [2 * (\text{NbLinAvFov} - 1)] \end{aligned}$$

Sinon

$$\begin{aligned} \text{ImgAvDY} = & [\text{ImgAvY}(\text{NbLinAvFov},1) - \text{ImgAvY}(1,1) \\ & + \text{ImgAvY}(\text{NbLinAvFov}, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvY}(1, \text{NbColAvFov})] \\ & / [2 * (\text{NbLinAvFov} - 1)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ImgAvDZ} = & [\text{ImgAvZ}(1, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvZ}(1,1) \\ & + \text{ImgAvZ}(\text{NbLinAvFov}, \text{NbColAvFov}) - \text{ImgAvZ}(\text{NbLinAvFov},1)] \\ & / [2 * (\text{NbColAvFov} - 1)] \end{aligned}$$

Fin de si

Transformation de l'Ipsf dans le raster Avhrr avec prise en compte de l'offset sondeur imageur

[ImgWgtpsf , ImgYpsf , ImgZpsf] =

TransformIpsf{ NbLin , NbCol , YPsf , ZPsf , Wgtpsf , 1, 1, NbLinAvFov , NbColAvFov , ImgAvY , ImgAvZ , ImgAvDY , ImgAvDz , OffsetSondAvhrr , OverSampFactor }

Transformation de matrice en vecteur

$\text{PixAv} = 0$

Boucle sur les lignes Avhrr ($\text{Ilin} = 1$ à NbLinAvFov)

Boucle sur les colonnes Avhrr ($\text{Icol} = 1$ à NbColAvFov)

$\text{PixAv} = \text{PixAv} + 1$

$\text{AvhrrYpsf}(\text{PixAv}) = \text{ImgYpsf}(\text{Ilin}, \text{Icol})$

$\text{AvhrrZpsf}(\text{PixAv}) = \text{ImgZpsf}(\text{Ilin}, \text{Icol})$

$\text{AvhrrWgtpsf}(\text{PixAv}) = \text{ImgWgtpsf}(\text{Ilin}, \text{Icol})$

Fin de boucle sur les colonnes Avhrr

Fin de boucle sur les lignes Avhrr



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 253

of : 502

Fonction IpsfToIIS :

Transformation de l'IPSF dans le rasteur AVHRR

Entrées :

NbCol, NbLin, YPsf, ZPsf, WgtPsf, Osf, OffsetSondIIS, IISRot, Ml, Mc, IISY, IISZ, DY, DZ

Sorties :

ColIISFirst, ColAvIISLast, LinIISFirst, LinIISLast, NbPixIISFov, IISYpsf, IISZpsf, IISWgtpsf

Pseudo-code :

Ecart entre 2 points de discrétisation Ipsf

$$DYpsf = YPsf(2) - YPsf(1)$$

$$DZpsf = ZPsf(2) - ZPsf(1)$$

Calcul des coordonnées des 4 coins de l'Ipsf dans le repère IASI corrigées de l'offset sondeur-imageur

$$IpsfCornerY[1] = IpsfCornerY[4] = \mathbf{Min}\{ YPsf \} - DYpsf/2 + OffsetSondIIS(1)$$

$$IpsfCornerY[2] = IpsfCornerY[3] = \mathbf{Max}\{ YPsf \} + DYpsf/2 + OffsetSondIIS(1)$$

$$IpsfCornerZ[1] = IpsfCornerZ[2] = \mathbf{Min}\{ ZPsf \} - DZpsf/2 + OffsetSondIIS(2)$$

$$IpsfCornerZ[3] = IpsfCornerZ[4] = \mathbf{Max}\{ ZPsf \} + DZpsf/2 + OffsetSondIIS(2)$$

Image des coordonnées de la grille IIS

$$ImgY(ligne,colonne)=\cos(IISRot)*IISY(colonne) - \sin(IISRot)*IISZ(ligne)$$

$$ImgZ(ligne,colonne)=\sin(IISRot)*IISY(colonne) + \cos(IISRot)*IISZ(ligne)$$

Recherches des pixels IIS correspondant au domaine de l'Ipsf

Calcul des coordonnées des 4 coins de l'Ipsf dans le repère IIS

$$CornerYIIS[i] = \cos(IISRot)* IpsfCornerY[i] - \sin(IISRot)* IpsfCornerZ[i]$$

$$CornerZIIS[i] = \sin(IISRot)* IpsfCornerY[i] + \cos(IISRot)* IpsfCornerZ[i]$$

Calcul du rectangle encadrant le domaine de l'Ipsf

$$IpsfYmin = \min(CornerYIIS[i])$$

$$IpsfZmin = \min(CornerZIIS[i])$$

$$IpsfYmax = \max(CornerYIIS[i])$$

$$IpsfZmax = \max(CornerZIIS[i])$$

$$ColIISFovFirst, \text{tel que } IISY[ColIISFovFirst] \leq IpsfYmin < IISY[ColIISFovFirst+1]$$

$$LinIISFovFirst, \text{tel que } IISZ[LinIISFovFirst] \leq IpsfZmin < IISZ[LinIISFovFirst+1]$$

$$ColIISFovLast, \text{tel que } IISY[ColIISFovLast-1] < IpsfYmax \leq IISY[ColIISFovLast]$$

$$LinIISFovLast, \text{tel que } IISZ[LinIISFovLast-1] < IpsfZmax \leq IISZ[LinIISFovLast]$$

$$NbLinIISFov = LinIISFovEnd - LinIISFovFirst + 1$$

$$NbColIISFov = ColIISFovEnd - ColIISFovFirst + 1$$

$$NbPixIISFov = NbLinIISFov * NbColIISFov$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 254

of : 502

Fonction IpsfToIIS (suite) :

[ImgWgtpsf, ImgYpsf, ImgZpsf] =

TransformIpsf{NbLin, NbCol, YPsf, ZPsf, Wgtpsf, LinIISFovFirst, ColIISFovFirst, LinIISFovLast, ColIISFovLast, ImgY, ImgZ, DY, Dz, OffsetSondIIS, OverSampFactor}

Transformation de matrice en vecteur

PixIIS = 0

Boucle sur les lignes IIS (Ilin =1 à NbLinIISFov)

Boucle sur les colonnes IIS (Icol =1 à NbColIISFov)

PixIIS = PixIIS+1

IISYpsf(PixIIS) = ImgYpsf(Ilin,Icol)

IISZpsf(PixIIS) = ImgZpsf(Ilin,Icol)

IISWgtpsf(PixIIS) = ImgWgtpsf(Ilin,Icol)

Fin de boucle sur les colonnes IIS

Fin de boucle sur les lignes IIS

Fonction AnaRadIntoFov :

Analyse des radiances dans le FOV sondeur

Définitions :

\$ = NbClass

= Nch

Entrées :

LinImgFirst, ColImgFirst, NbColImg, NbPixImg, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, ColImgFovFirst, ColImgFovLast, RadVect(Nch,NbPixImg), IdPix(NbPixImg), NbClass, Nch, ChanMax, ChId, ImgWgtpsf(NbPixAvFov), ImgYpsf(NbPixAvFov), ImgZpsf(NbPixAvFov)

Sorties :

RadAnalWgt(\$), RadAnalY(\$), RadAnalZ(\$), RadAnalMean(#,\$), RadAnalStd(#,\$), NbClassFov

Pseudo-code :

Extraction de l'imagette utile associée au Fov

NbpixFov = 0

Boucle sur les lignes image (Ilin = LinImgFovFirst à LinImgFovLast)

Boucle sur les colonnes image (Icol = ColImgFovFirst à ColImgFovLast)

NbpixFov = NbpixFov+1

Ipix = (Ilin-LinImgFirst)*NbColImg + Icol - ColImgFirst+1

RadVectFov(NbpixFov) = RadVect(Ipix)

IdPixFov(NbpixFov) = IdPix(Ipix)

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 255

of : 502

Fonction AnaRadIntoFov (suite) :

Boucle sur les classes (Iclas = 1 à NbClass)

Recherche des pixels appartenant à la classe Iclas

Index = **Find**{ IdPixFov(NbPixFov) = Iclas }

NbPixClas(Iclas) = **Nombre-d'éléments**{ Index }

Poids de la classe dans le FOV sondeur RadAnalWgt

$$\text{RadAnalWgt(Iclas)} = \sum_{i=1}^{\text{NbPixClas(Iclas)}} \text{ImgWgtpsf(Index(i))}$$

Calcul de la position du barycentres (cosinus moyen) de la classes : RadAnalY et RadAnalZ

$$\text{RadAnalY(Iclas)} = A \cos \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{NbPixClas(Iclas)}} \text{Cos}\{\text{ImgYpsf(Index(i))}\} \text{ImgWgtpsf(Index(i))}}{\text{RadAnalWgt(Iclas)}} \right\}$$

$$\text{TestSign} = \sum_{i=1}^{\text{NbPixClas(Iclas)}} \text{ImgYPsf(Index(i))}$$

Si TestSign < 0 alors RadAnalY(Iclas) = - RadanalY(Iclas)

$$\text{RadAnalZ(Iclas)} = A \cos \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{NbPixClas(Iclas)}} \text{Cos}\{\text{ImgZpsf(Index(i))}\} \text{ImgWgtpsf(Index(i))}}{\text{RadAnalWgt(Iclas)}} \right\}$$

$$\text{TestSign} = \sum_{i=1}^{\text{NbPixClas(Iclas)}} \text{ImgZpsf(Index(i))}$$

Si TestSign < 0 alors RadAnalZ(Iclas) = - RadanalZ(Iclas)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 256

of : 502

Fonction AnaRadIntoFov (suite) :

Pour k = 1 à ChanMax

RadAnalMean(k,Iclas) = 0

RadAnalStd(k,Iclas) = 0

Fin de boucle sur k

Boucle sur les canaux max de sortie : k=1,NCh

Radiances moyennes de la classe

$$\text{RadAnalMean}(\text{ChId}(k), \text{Iclas}) = \frac{\sum_{i=1}^{\text{NbPixClas}(\text{Iclas})} \text{RadVectFov}(k, \text{Index}(i)) \text{ImgWgtpsf}(\text{Index}(i))}{\text{RadAnalWgt}(\text{Iclas})}$$

Ecart type de la classe

$$\text{RadAnalStd}(\text{ChId}(k), \text{Iclas}) = \frac{\sum_{i=1}^{\text{NbPixClas}(\text{Iclas})} \text{RadVectFov}(k, \text{Index}(i))^2 \text{ImgWgtpsf}(\text{Index}(i))}{\text{RadAnalWgt}(\text{Iclas})}$$

RadAnalStd(ChId(k),Iclas)=

$$\sqrt{\text{RadAnalStd}(\text{ChId}(k), \text{Iclas}) - \text{RadAnalMean}(\text{ChId}(k), \text{Iclas})^2}$$

Fin de boucle sur les canaux

Fin de boucle sur les classes

Nombre de classes dans le Fov

NbClassFov = **Nombre-d'éléments**{ **Find**{RadAnalWgt(\$) ≠ 0} }

Fonction TestQual :

Calcul des paramètres qualité de l'analyse des radiances

Entrées :

NbPixAv, Nch, NbClass, EigVal(#), EigValCutoff, NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)

Sorties :

NonClassifRate, NormVarRate

Pseudo-code :

- Nombre de valeurs hors bruit

NbEigVal = **Nombre-d'éléments**{ **Find**{EigVal(1àNch)/EigVal(1) > EigValCutoff } }

- Proportion du nombre de pixels non classés

NonClassifRate = NbPixClas(NbClass+1) / NbPixAv

- Rapport entre la variance de l'image classée et celle de l'image non classée

$$\text{VarRate} = \frac{\sum_{\text{Iclass}=1}^{\text{NbClass}} \text{SumDistClass}(\text{Iclass})}{\text{Nch} * \sum_{\text{Icaass}=1}^{\text{NbClass}} \text{NbPixClass}(\text{Iclass})}$$

- Rapport des variances normalisé

$$\text{NormVarRate} = \text{VarRate} \cdot \text{NbClass}^{\left[\frac{2}{\text{NbEigVal}} \right]}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 257

of : 502

Fonction GeomIasiMetop Voir *fiche 40_IAC* :

Fonction GeomMetopIasi Voir *fiche 40_IAC* :

Fonction GeomMetopAvhrr (requête EPS) Voir *fiche 40_IAC* :

Fonction GeomAvhrrMetop (requête EPS) Voir *fiche 40_IAC* :

Fonction TransformIpsf (voir *fiche 21_SSS*) :

Fonction InitRad :

Préparation des radiances et du prototype zéro

Entrées :

RadAv(#,*), Nch, ChannelNoise(#),ChannelWgt(#)

Sorties :

RadMean(#), RadStd(#), RadNW(#,*), ProtoZero(#), EigVal(#), EigVect(#,#)

Pseudo-code :

- Normalisation

Boucle sur les canaux (Ich = 1 à Nch)

- Calcul de la moyenne

$\text{RadMean}(\text{Ich}) = \overline{\text{RadAv}(\text{Ich},*)}$

- Calcul de l'écart type

$\text{RadStd}(\text{Ich}) = \sqrt{\overline{\text{RadAv}(\text{Ich},*)^2} - \overline{\text{RadAv}(\text{Ich},*)}^2}$

Si $\text{RadStd}(\text{Ich}) < 3 * \text{ChannelNoise}(\text{Ich})$ alors $\text{RadStd}(\text{Ich}) = 3 * \text{ChannelNoise}(\text{Ich})$

- Calcul des Radiances normalisées

$\text{RadN}(\text{Ich},*) = [\text{RadAv}(\text{Ich},*) - \text{RadMean}(\text{Ich})] / \text{RadStd}(\text{Ich})$

Fin de boucle sur les canaux (Ich)

- Pondération des canaux

$\text{RadNW}(\#,*) = \text{RadN}(\#,*) \text{ChannelWgt}(\#)$

- Prototype zéro (moyenne des radiances normalisées = 0.) et matrice de covariance

Ipro = 0

IdPix(*) = 0

$[\text{ProtoZero}(\#), \text{CovarZero}(\#,\#)] = \text{StatClas} \{ \text{RadN}(\#,*), \text{IdPix}(*), \text{Nch}, \text{NbPixAv}, \text{Ipro} \}$

- Calcul des valeurs propres et vecteurs propres de la matrice de covariance

Note : il faut que $\text{EigVal}(1) > \text{EigVal}(2) > \dots$

$[\text{EigVal}(\#), \text{EigVect}(\#,\#)] = \text{EigenAnalysis} \{ \text{CovarZero}(\#,\#) \}$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 258

of : 502

Fonction InitProto :

Entrées :

RadN(#,*), Nch, NbPixAv, ProtoZero(#), NbClusMax, DistMax, SortingChannel

Sorties :

NbPro, Proto(#,\$), Covar(#,#,\$), Dist(\$,*), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)

Pseudo-code :

- Calcul de la distance quadratique au prototype zéro

DistZero(*) = **DistPixProto**{ RadN(#,*), Nch, NbPixAv, ProtoZero(#) }

- Recherche du pixel le plus éloigné du prototype zéro

UsedPixTest(*) = False

Imax = **Index_de_Max3**{ DistZero(*) }

UsedPixTest(Imax) = True

- Premier prototype

Proto(#,1) = RadN(#,Imax)

- Nombre initial de prototype

NbPro = **Min**{ NbClusMax - 2, 3 }

Dist1(*) = 0

- Boucle sur les prototypes (Ipro = 2 à NbPro)

Calcul de la distance quadratique au prototype précédent

Dist(Ipro-1,*) = **DistPixProto**{ RadN(#,*), Nch, NbPixAv, Proto(#,Ipro-1) }

Recherche du pixel non utilisé le plus éloigné des prototypes précédents

Dist1(*) = Dist1(*) + Dist(Ipro-1,*)

Imax = **Index_de_Max3**{ Dist1(*) }

Tant que UsedPixTest(Imax) = True

Dist1(Imax) = 0.

Imax = **Index_de_Max3**{ Dist1(*) }

Fin de Tant que

UsedPixTest(Imax) = True

Nouveau prototype

Proto(#,Ipro) = RadN(#,Imax)

Fin de boucle sur les prototypes

- Calcul de la distance au dernier prototype

Dist(NbPro,*) = **DistPixProto**{ RadN(#,*), Nch, NbPixAv, Proto(#,NbPro) }

- Addition d'un autre prototype égal à la moyenne

NbPro = NbPro + 1

Proto(#,NbPro) = 0.

- Distance à la moyenne

Dist(NbPro,*) = DistZero(*)

- Attribution des pixels aux prototypes

[IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SumDistTot(1)] =

LinkPixProto { Dist(\$,*), 2*DistMax, NbPixAv, NbPro }



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 259

of : 502

Fonction InitProto (suite) :

- Caractéristiques des classes

Boucle sur les prototypes (Ipro = \$)

[Proto(#,Ipro),Covar(#,#,Ipro)]=

StatClas{ RadN(#,*),IdPix(*),Nch,NbPixAv,Ipro }

Fin de boucle sur les prototypes

- Reclassement sur les valeurs du canal de classement par ordre décroissant des radiances

[Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)] =

SortClas{ Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SortingChannel,
Nch, NbPixAv, NbPro }



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 260

of : 502

Fonction IterNuDyn :

Processus itératif de caractérisation des classes

Entrées :

RadN(#,*), NbPro, NbClusMax, EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), DistAgloInit, IterConvCutoff, SplitCutoff, GlueCutoff, EigValCutoff, MinIterNCCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SortingChannel, Nch, NbPixAv, NbIterMax, DistMax, NbNonClassifMax

Sorties :

NbClass, Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), Iter

Pseudo-code :

StopIter = False

$SumDistTot0 = \sum_{i=1}^{NbProto} SumDistClass(i)$

Boucle itérative de Iter = 2 à NbIterMax) Tant Que (StopIter = False)

- Gestion des mécanismes d'agglomération et de séparation

Aglo = True si NbPro > NbClusMax

Separ = True si NbPro < NbClusMax + (NbIterMax – Iter – 1)

[Proto(#,\$), NbPro, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$)]

= **GestionProto**{ RadN,Aglo,Separ,EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), NbPro, SplitCutoff, DistAgloInit, GlueCutoff, EigValCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$) }

- Calcul des distances aux prototypes

Dist(#,\$) = 0.

Boucle sur les prototypes (Ipro = \$)

Dist(Ipro,*) = **DistPixProto**{ RadN(#,*), Nch, NbPixAv, Proto(#,Ipro) }

Fin de boucle sur les prototypes

- Attribution des pixels aux classes

[IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SumDistTot(Iter)] =

LinkPixProto { Dist(\$,*), DistMax, NbPix, NbPro }

- Gestion des non classés

- Nombre max non classés en fonction de l'itération

NbNCMax = NbNonClassifMax / **Min**{ MinIterNCCutoff, **Max**{ (NbIterMax – Iter), 1 } }

Si NbPixClas(NbPro+1) ≥ NbNCMax et Iter ≠ NbIterMax alors

- Addition d'une nouvelle classe à partir des non classés

IdProLast = NbPro + 1

Dist(IdProLast,*) = 0.

- Caractéristiques de la classe

[Proto(#,IdProLast), Covar(#,#,IdProLast)] =

StatClas{ RadN(#,*), IdPix(*), Nch, NbPixAv, IdProLast }

- Calcul de la taille de la classe

Dist(IdProLast,*) = **DistPixProtoClas**{ RadN(#,*), Nch, NbPixAv, IdPix(*), IdProLast, Proto(#,IdProLast) }

$SumDistClas(IdProLast) = \sum Dist(IdProLast,*)$

SumDistTot(Iter) = SumDistTot(Iter) + SumDistClas(IdProLast)

NbPro = IdProLast

Fin de si (NbPixClas(NbPro+1) ≥ NbNCMax et Iter ≠ NbIterMax)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 261

of : 502

Fonction IterNuDyn (suite) :

- Test d'itération

StopIter = { Iter = NbIterMax } ou

{ {NbPro ≤ NbClusMax} et {SumDistTot(Iter)/SumDistTot0 < IterConvCutoff} }

- Mise à jour des propriétés des classes

Boucle sur les prototypes (Ipro = \$)

[Proto(#,Ipro), Covar(#,#,Ipro)] =

StatClas{ RadN(#,*), IdPix(*), Nch, NbPixAv, Ipro }

Fin de boucle sur les prototypes

- Reclassement sur les valeurs du canal de classement par ordre décroissant des radiances

[Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)] = **SortClas**{ Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SortingChannel, Nch, NbPixAv, NbPro }

Si StopIter = True alors

- Caractérisation des non classés

Si NbPixClas(NbPro+1) ≠ 0 alors

IdProLast = NbPro + 1

[Proto(#,IdProLast), Covar(#,#,IdProLast)] =

StatClas{ RadN(#,*), IdPix(*), Nch, NbPixAv, IdProLast }

Fin de si (NbPixClas(NbPro+1) ≠ 0)

Fin de si (StopIter = True)

Fin de boucle itérative si StopIter = False (Iter = 2 à NbIterMax)

- Nombre de classes identifiées

NbClass = NbPro



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 262

of : 502

Fonction IterNuDynPost :

Processus itératif de caractérisation des classes

Entrées :

IterLast, NbPro, NbClusMax, EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), DistAgloInit, EigValCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), SortingChannel

Sorties :

NbClass, Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$), Iter

Pseudo-code :

IterMin = IterLast +1

IterMax = IterMin +(NbPro -NbClusMax) -1

Boucle itérative Iter = IterMin,IterMax

- Agglomération forcée

[Proto(#,\$), NbPro, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$)]

= **GestionProtoPost**{ EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), NbPro, DistAgloInit, EigValCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$) }

- Reclassement sur les valeurs du canal de classement par ordre décroissant des radiances

[Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)] = **SortClas**{ Proto(#,\$), IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), SortingChannel, Nch, NbPixAv, NbPro }

Fin de boucle itérative si StopIter = False (Iter = 2 à NbIterMax)

- Nombre de classes identifiées

NbClass = NbPro

Fonction GestionProto :

Entrées :

RadN(#,*), Aglo, Separ, EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), NbPro, SplitCutoff, DistAgloInit, GlueCutoff, EigvalCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$)

Sorties :

Proto(#,\$), NbPro, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$)

**Fonction GestionProto :**

Pseudo-code :

Si Aglo = True alors

- Mécanisme d'agglomération

Projection sur les vecteurs propres

ProtoEigVect(#,\$) = EigVect(#,#) Proto(#,\$)

Recherche des classes non extrêmes sur les deux premiers vecteurs propres

NoExt(\$)= True

Boucle sur les vecteurs propres (Ivect = 1 à 2)

Id = index de **Max**{ ProtoEigVect(Ivect,\$) }

NoExt(Id) = False

Id = index de **Min**{ ProtoEigVect(Ivect,\$) }

NoExt(Id) = False

Fin de boucle sur les vecteurs propres

NbNoExt = 0

Boucle sur les prototypes (Ipro = 1 à NbPro)

Si NoExt(Ipro) = True alors NbNoExt = NbNoExt + 1

Fin de boucle sur les prototypes

Si NbNoExt ≥ 2 alors

- Limitation vecteurs propres hors bruit

NbVect = **Max**{ index(EigVal(#)/EigVal(1) >= EigValCutoff) }

- Calcul des distances entre les agglomérables (non extrêmes)

DistAglo(\$,\$) = DistAgloInit

Boucle sur les Prototypes (Ipro = \$) si NoExt(Ipro) = True

Boucle sur les prototypes (Jpro = Ipro – 1) si NoExt(Jpro) = True

$$\text{DistAglo(Ipro, Jpro)} = \sum_{Ich=1}^{\text{NbVect}} \frac{[\text{ProtoEigVect(Ich, Ipro)} - \text{ProtoEigVect(Ich, Jpro)}]^2}{\text{EigVal(Ich)}}$$

Fin de boucle sur les prototypes

Fin de boucle sur les prototypes

- Agglomération des 2 classes les plus proches

[DistMin, IdAglo1, IdAglo2] = **MinDistAgloLoc**{ DistAglo(\$,\$), NbPro }

Si DistMin < GlueCutoff alors

- Caractéristique de la classe résultante

NbPixClasAglo = NbPixClas(IdAglo1) + NbPixClas(IdAglo2)

ProtoAglo(#) = [Proto(#,IdAglo1)* NbPixClas(IdAglo1)

+ Proto(#,IdAglo2)* NbPixClas(IdAglo2)] / NbPixClasAglo

$$\text{DistAglo1} = \sum [\text{Proto}(\#, \text{IdAglo1}) - \text{ProtoAglo}(\#)]^2$$

$$\text{DistAglo2} = \sum [\text{Proto}(\#, \text{IdAglo2}) - \text{ProtoAglo}(\#)]^2$$

SumDistClasAglo = SumDistClas(IdAglo1)

+ NbPixClas(IdAglo1)*DistAglo1 + NbPixClas(IdAglo2)*DistAglo2



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 264

of : 502

Fonction GestionProto (suite 1) :

- Reclassement des prototypes + non classes

$IdPixAglo(*) = IdPix(*)$

Boucle sur les prototypes ($Ipro = 1$ à $NbPro + 1$)

Si $Ipro > IdAglo2$ alors

$Proto(\#, Ipro-1) = Proto(\#, Ipro)$ et $Proto(\#, Ipro) = 0$.

$SumDistClas(Ipro-1) = SumDistClas(Ipro)$ et $SumDistClas(Ipro) = 0$.

$NbPixClas(Ipro-1) = NbPixClas(Ipro)$

$NoExt(Ipro-1) = NoExt(Ipro)$

Fin de si

Boucle sur les pixels ($Ipix = *$)

Si $IdPix(Ipix) = IdAglo2$ alors $IdPixAglo(Ipix) = IdAglo1$

Si $IdPix(Ipix) > IdAglo2$ alors $IdPixAglo(Ipix) = IdPix(Ipix) - 1$

Fin de boucle sur les pixels

Fin de boucle sur les prototypes

$Proto(\#, IdAglo1) = ProtoAglo(\#)$

$SumDistClas(IdAglo1) = SumDistClasAglo$

$NbPixClas(IdAglo1) = NbPixClasAglo$

$NoExt(IdAglo1) = True$

$IdPix(*) = IdPixAglo(*)$

$NbPro = NbPro - 1$

Fin de si ($DistMin < GlueCutoff$)

Fin de si ($NbNoExt \geq 2$)

Fin de si ($Aglo = True$)

Si $Separ = True$

- Mécanisme de Séparation

- Classement en fonction des dispersions

Distance intra-classe normalisée

$SumDistClasN(\$) = SumDistClas(\$) / \mathbf{Max}\{ NbPixClas(\$), SplitCutoff \}$

Tri ascendant

$IdProSort(\$) = \mathbf{Tri\ ascendant}\{ SumDistClasN \}$

$IdProLast = IdProSort(NbPro)$

$NbPixLast = NbPixClas(IdProLast)$

Si $NbPixLast > SplitCutoff$ alors

- Recherche des extrema dans la classe la plus forte et séparation

$Dist(IdProLast, *) = \mathbf{DistPixProtoClas}\{ RadN(\#, *), Nch, NbPixAv, IdPix(*), IdProLast, Proto(\#, IdProLast) \}$

$IdMax = \mathbf{Index_de_Max3}\{ Dist(IdProLast, *) \}$

$Proto(\#, IdProLast) = RadN(\#, IdMax)$

$Dist(IdProLast, *) = \mathbf{DistPixProtoClas}\{ RadN(\#, *), Nch, NbPixAv, IdPix(*), IdProLast, Proto(\#, IdProLast) \}$

$IdMax = \mathbf{Index_de_Max3}\{ Dist(IdProLast, *) \}$

$Proto(\#, NbPro+1) = RadN(\#, IdMax)$

$NbPro = NbPro + 1$

Fin de si ($NbPixLast > SplitCutoff$)

Fin de si ($Separ = True$)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 265

of : 502

Fonction GestionProtoPost :

Agglomération forcée des 2 classes non extremes les plus proches

Entrées :

EigVal(#), EigVect(#,#), Proto(#,\$), NbPro, DistAgloInit, EigvalCutoff, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$)

Sorties :

Proto(#,\$), NbPro, IdPix(*), NbPixClas(\$), SumDistClas(\$), NoExt(\$)

Pseudo-code :

- Projection sur les vecteurs propres

ProtoEigVect(#,\$) = EigVect(#,#) Proto(#,\$)

- Limitation vecteurs propres hors bruit

NbVect = **Max**{ index(EigVal(#)/EigVal(1) >= EigValCutoff) }

- Calcul des distances entre les agglomérables (non extrêmes)

DistAglo(\$,\$) = DistAgloInit

Double boucle sur les Prototypes (Ipro, Jpro = \$) si NoExt(Ipro) & NoExt(Jpro) = True

$$\text{DistAglo(Ipro, Jpro)} = \sum_{\text{Ich}=1}^{\text{NbVect}} \frac{[\text{ProtoEigVect(Ich, Ipro)} - \text{ProtoEigVect(Ich, Jpro)}]^2}{\text{EigVal(Ich)}}$$

Fin de double boucle sur les prototypes

- Agglomération des 2 classes les plus proches

[DistMin, IdAglo1, IdAglo2] = **MinDistAgloLoc**{ DistAglo(\$,\$), NbPro }

- Caractéristique de la classe résultante

NbPixClasAglo = NbPixClas(IdAglo1) + NbPixClas(IdAglo2)

ProtoAglo(#) = [Proto(#,IdAglo1)* NbPixClas(IdAglo1)

+ Proto(#,IdAglo2)* NbPixClas(IdAglo2)] / NbPixClasAglo

$$\text{DistAglo1} = \sum [\text{Proto}(\#, \text{IdAglo1}) - \text{ProtoAglo}(\#)]^2$$

$$\text{DistAglo2} = \sum [\text{Proto}(\#, \text{IdAglo2}) - \text{ProtoAglo}(\#)]^2$$

SumDistClasAglo = SumDistClas(IdAglo1)

+ NbPixClas(IdAglo1)*DistAglo1 + NbPixClas(IdAglo2)*DistAglo2

- Reclassement des prototypes + non classes

IdPixAglo(*) = IdPix(*)

Boucle sur les prototypes (Ipro = 1 à NbPro +1)

Si Ipro > IdAglo2 alors

Proto(#,Ipro-1) = Proto(#,Ipro) et Proto(#,Ipro) = 0.

SumDistClas(Ipro-1) = SumDistClas(Ipro) et SumDistClas(Ipro) = 0.

NbPixClas(Ipro-1) = NbPixClas(Ipro)

NoExt(Ipro-1) = NoExt(Ipro)

Fin de si

Boucle sur les pixels (Ipix = *)

Si IdPix(Ipix) = IdAglo2 alors IdPixAglo(Ipix) = IdAglo1

Si IdPix(Ipix) > IdAglo2 alors IdPixAglo(Ipix) = IdPix(Ipix) - 1

Fin de boucle sur les pixels

Fin de boucle sur les prototypes

Proto(#,IdAglo1) = ProtoAglo(#)

SumDistClas(IdAglo1) = SumDistClasAglo

NbPixClas(IdAglo1) = NbPixClasAglo

NoExt(IdAglo1) = True

IdPix(*) = IdPixAglo(*)

NbPro = NbPro - 1



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 266

of : 502

Fonction DistPixProto :

Distance quadratiques entre les valeurs des pixels de l'imagerie AVHRR et la valeur d'un prototype donné

Entrées :

ImgAv, NbChannel, NbPixAv, Proto

Sorties :

Dist

Pseudo-code :

Boucle sur les pixels (Ipix = 1 à NbPixAv)

$$\text{Dist}(\text{Ipix}) = \sum_{\text{Ich}=1}^{\text{NbChannel}} [\text{ImgAv}(\text{Ich}, \text{Ipix}) - \text{Proto}(\text{Ich})]^2$$

Fin de boucle sur les pixels AVHRR

Fonction DistPixProtoClas :

Distances entre les valeurs des pixels d'une classe et les valeurs du prototype de cette classe

Entrées :

ImgAv, NbChannel, NbPixAv, IdPix, IdPro, Proto

Sorties :

DistClas

Pseudo-code :

Indices des pixels appartenant a la classe

(*) = (1 à NbPixAv) nombre de pixels

IndClas = Find{ IdPix(*) = IdPro }

Distances au prototype

$$\text{DistClas}(\text{IdPro}, \text{IndClas}) = \sum_{\text{Ich}=1}^{\text{NbChannel}} [\text{ImgAv}(\text{Ich}, \text{IndClas}) - \text{Proto}(\text{Ich})]^2$$

Fonction MinDistAgloLoc :

Recherche la valeur minimale de la matrice DistAglo ainsi que les 2 indices correspondants

Entrées :

DistAglo, NbPro

Sorties :

DistMin, Ind1, Ind2

Pseudo-code :

(\$) = (1 à NbPro) nombre de prototypes

DistMin = **Min**{ DistAglo(\$,\$) }

[Ind1, Ind2] = indices de **Min**{ DistAglo(\$,\$) }

Si (Ind1>Ind2) Echanger Ind1 et Ind2



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 267

of : 502

Fonction LinkPixProto :

Attribution des pixels aux différentes classes définies. Calcul de nombre de pixels par classe, de la taille de chaque classe et de la taille globale

Entrées :

Dist, DistMax, NbPixAv, NbPro

Sorties :

IdPix, NbPixClas, SumDistClas, SumDistTot

Pseudo-code :

Initialisation

$NbPixClas(1 \text{ à } NbPro+1) = 0$

$SumDistClas(1 \text{ à } NbPro+1) = 0$

Boucle sur les pixels (Ipix = 1 à NbPixAv)

Recherche du numero de prototype associe au pixel

Id = indice de **Min**{Dist(1 à NbPro, Ipix)}

Si $Dist(Id, Ipix) \leq DistMax$ alors (attribution OK)

IdPix(Ipix) = Id

$SumDistClas(Id) = SumDistClas(Id) + Dist(Id, Ipix)$

Sinon (attribution « non classe »)

Id = NbPro + 1

IdPix(Ipix) = Id

Fin de si ($Dist(Id, Ipix) \leq DistMax$)

$NbPixClas(Id) = NbPixClas(Id) + 1$

Fin de boucle sur les pixels

Calcul de la somme des distances intra-classes

$$SumDistTot = \sum_{Ipro=1}^{NbPro} SumDistClas(Ipro)$$

Fonction Index_de_max3 :

Entrées :

V(n)

Sorties :

i3

Pseudo-code :

Recherche des 3 plus grands éléments du tableau V : $V(i3) \leq V(i2) \leq V(i1)$

retourner l'indice du troisième élément i3



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 268

of : 502

Fonction SortClas :

Rangement des classes par ordre décroissant de la valeur du prototype sur le canal de classement

Entrées :

Proto, IdPix, NbPixClas, SumDistClas, SortingChannel, NbChannel, NbPixAv, NbPro

Sorties :

Proto, IdPix, NbPixClas, SumDistClas

Pseudo-code :

Initialisation

(#) = (1 à NbChannel) nombre de canaux

ProtoWork(#,1 à NbPro) = Proto(#,1 à NbPro)

IndexSort(1 à NbPro) = 0

NbPixClasWork(1 à NbPro) = NbPixClas(1 à NbPro)

SumDistClasWork(1 à NbPro) = SumDistClas(1 à NbPro)

Boucle sur les prototypes (Ipro = 1 à NbPro)

Id(Ipro) = 0

Boucle sur les prototypes (Jpro = 1 à NbPro)

Si ProtoWork(SortingChannel,Ipro) ≥ ProtoWork(SortingChannel,Jpro) alors

Id(Ipro) = Id(Ipro) + 1

Fin de si

Fin de boucle sur les prototypes

Jpro = Id(Ipro)

Traitement des ex-aequo

Tant que IndexSort(Jpro) ≠ 0 et Jpro < NbPro

Jpro = Jpro + 1

Fin de Tant que

IndexSort(Jpro) = Ipro

Fin de boucle sur les prototypes

Boucle sur les prototypes (Ipro = 1 à NbPro)

Ind = IndexSort(NbPro - Ipro + 1)

IndexSortWork(Ind) = Ipro

NbPixClas(Ipro) = NbPixClasWork(Ind)

SumDistClas(Ipro) = SumDistClasWork(Ind)

Proto(#,Ipro) = ProtoWork(#,Ind)

Fin de boucle sur les prototypes

IndexSortWork(NbPro+1) = NbPro+1

Boucle sur les pixels (Ipix = 1 à NbPixAv)

IdPix(Ipix) = IndexSortWork[IdPix(Ipix)]

Fin de boucle sur les pixels


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 269

of : 502

Fonction StatClas :

Calcul du prototype (valeur moyenne intra-classe) et de la matrice de covariance d'une classe.

Entrées :

ImgAv, IdPix, NbChannel, NbPixAv, IdPro

Sorties :

Proto, Covar

Pseudo-code :

Boucle sur les canaux (Ich = 1 à NbChannel)

Calcul de la valeur moyenne et des covariances intra-classe, c'est à dire pour tous les pixels appartenant à la classe donnée

Ind = indices pour lesquels IdPix(Ipix) = IdPro

Proto(Ich) = **Moyenne**{ ImgAv(Ich,Ind) }

Boucle sur les canaux (Jch = 1 à NbChannel)

Covar(Ich,Jch) = Moyenne{ ImgAv(Ich,Ind) * ImgAv(Jch,Ind) }

– Moyenne{ ImgAv(Ich,Ind) } * Moyenne{ ImgAv(Jch,Ind) }

Fin de boucle sur les canaux

Fin de boucle sur les canaux



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 270

of : 502

Fonction AvhrrCloudInfoIntoFov :

Extraction de l'information nuageuse dans le FOV sondeur

Entrées :

LinImgFirst, ColImgFirst, NbLinImg, NbColImg, NbPixImg, CloudInfo, Quality_Indicator,
Scan_Line_Quality, Count_Error_Frame, ColImgFovFirst, ColImgFovLast,
LinImgFovFirst, LinImgFovLast, NbPixImgFov, ImgWgtpsfsf,
IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff

Sorties :

GEUMAvhrr1BCldFrac, GEUMAvhrr1BLandFrac, GEUMAvhrr1BQual

Pseudo-code :

Création du vecteur Information nuageuse FlagVect

NbFlag = 3 NbPix = 0 et Error_Counter_Cld = 0

Boucle sur les lignes image (Ilin = 1 à NbLinImg)

Boucle sur les colonnes image (Icol = 1 à NbColImg)

Mise à 0 des Criteria_1=0 à Criteria_7=0

Nbpix = Nbpix+1

FlagVect(1,Nbpix) = FlagVect(2,Nbpix) = FlagVect(3,Nbpix) = 0

Si (Quality_Indicator(Ilin) [Bit31] et Scan_Line_Quality(Ilin)

et Count_Error_Frame(Ilin) = 0 et CloudInfo(Ilin,Icol) = [not Missing]) alors

Calcul des critères nuageux

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit4]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit5]=1) alors Criteria_1=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit6]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit7]=1) alors Criteria_2=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit8]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit9]=1) alors Criteria_3=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit10]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit11]=1) alors
Criteria_4=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit12]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit13]=1) alors
Criteria_5=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit14]=0 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit15]=1) alors
Criteria_6=1

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit 4 à 15]=0) alors Criteria_7=1

Calcul du critère neige/glace

Si (CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit 4]=1 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit 5]=1 et

CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit6]=1 et CloudInfo(Ilin,Icol)[Bit7]=1) alors Criteria_8=1

Construction du vecteur nuageux

Si (Criteria_7 = 1) alors

FlagVect(1,Nbpix) = 1

Error_Counter_Cld = Error_Counter_Cld + 1

Sinon Si (Criteria_1 ou Criteria_2 ou Criteria_3 ou Criteria_4
ou Criteria_5 ou Criteria_6 = 1) alors

FlagVect(1,Nbpix) = 1

Fin de Si



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 271

of : 502

Fonction AvhrrCloudInfoIntoFov (suite):

Construction du vecteur terre/mer

$\text{Test_Number} = 8 * \text{CloudInfo}(\text{Ilin}, \text{Icol})[\text{Bit } 3] + 4 * \text{CloudInfo}(\text{Ilin}, \text{Icol})[\text{Bit } 2] + 2 * \text{CloudInfo}(\text{Ilin}, \text{Icol})[\text{Bit } 1] + 1 * \text{CloudInfo}(\text{Ilin}, \text{Icol})[\text{Bit } 0]$

Si (Test_Number = 2 ou 3 ou 5 ou 7 ou 8 ou 10 ou 11) alors

FlagVect(2, Nbpix) = 1

Fin de Si

Construction du vecteur neige/glace

Si (Criteria_8 = 1) alors

FlagVect(3, Nbpix) = 1

Fin de Si

Sinon

FlagVect(1, Nbpix) = 1 et FlagVect(2, Nbpix) = 1

Error_Counter_Cld = Error_Counter_Cld + 1

Fin de Si

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

Si (Error_Counter_Cld <= IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff) alors

Intégration des flags AVHRR dans les FOVs du sondeur

[FlagFov(NbFlag)] =

FlagAvhrrIntoFov{ LinImgFirst, CollImgFirst, NbCollImg, NbPixImg, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, CollImgFovFirst, CollImgFovLast, NbFlag, FlagVect(NbFlag, NbPixImg), NbPixImgFov, ImgWgtpsf(NbPixImgFov) }

Affectation des champs

GEUMAvhrr1BCldFrac = FlagFov(1)

GEUMAvhrr1BLandFrac = FlagFov(2)

Si (Error_Counter_Cld = 0) alors

GEUMAvhrr1BQual[Bits 0 à 6] = FlagFov(3)

GEUMAvhrr1BQual[Bits 7] = 0

Sinon

GEUMAvhrr1BQual[Bits 0 à 6] = Min(126, Error_Counter_Cld)

GEUMAvhrr1BQual[Bits 7] = 1

Fin de Si

Sinon

GEUMAvhrr1BCldFrac = [Missing]

GEUMAvhrr1BLandFrac = [Missing]

GEUMAvhrr1BQual[Bits 0 à 7] = 1

Fin de Si



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 272

of : 502

Fonction FlagAvhrrIntoFov :

Intégration des flags AVHRR dans le FOV sondeur

Entrées :

LinImgFirst, ColImgFirst, NbColImg, NbPixImg, LinImgFovFirst, LinImgFovLast, ColImgFovFirst, ColImgFovLast, NbFlag, FlagVect(NbFlag,NbPixImg), NbPixImgFov , ImgWgtps(NbPixImgFov)

Sorties :

FlagFov(NbFlag)

Pseudo-code :

Boucle sur les Flags (Flag = 1 à NbFlag)

Extraction de l'imagette utile associée au Fov

NbpixFov = 0

Boucle sur les lignes image (Ilin = LinImgFovFirst à LinImgFovLast)

Boucle sur les colonnes image (Icol = ColImgFovFirst à ColImgFovLast)

NbpixFov = NbpixFov+1

Ipix = (Ilin-LinImgFirst)*NbColImg + Icol - ColImgFirst+1

FlagVectFov(Flag,NbpixFov) = FlagVect(Flag,Ipix)

Fin de boucle sur les colonnes

Fin de boucle sur les lignes

Fin de boucle sur les Flags

Somme des poids dans le FOV sondeur FovWgt

$$FovWgt = \sum_{i=1}^{NbPixFov} ImgWgtps(i)$$

Boucle sur les Flags (Flag = 1 à NbFlag)

$$FlagFov(Flag) = \frac{\sum_{i=1}^{NbPixFov} FlagVectFov(Flag,i)ImgWgtps(i)}{FovWgt}$$

FlagFov(Flag) = Entier_le_plus_proche(100*FlagFov(Flag))

Fin de boucle sur les Flags



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 273

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les expressions des Ipsf dans le repère IASI sont calculées en recette.

L'offset imageur IASI-Imageur AVHRR est calculé voir *fiche 40_1AC*.

La matrice de rotation pour le passage du repère nominal instrument (IASI) au repère Metop est caractérisée en recette, sachant que le repère IASI est défini tel que l'axe Y est confondu avec l'axe du miroir de visée.

Les offsets sondeur-imageur sont caractérisés en recette en vol voir *fiche 109_1SC*. Ils sont surveillés au cours des opérations. Le modèle orbital est calculé par l'algorithme CMO_81.

L'image AVHRR contient les 5 canaux spectraux, le champ CLOUD_INFORMATION, et les champs de qualité : QUALITY_INDICATOR, SCAN_LINE_QUALITY et COUNT_ERROR_FRAME.

Dans le cas dégradé, l'image Avhrr en entrée est remplacée par l'image IIS. Les paramètres (DimClassSpace, SortingChannel, ChannelId, ChannelNoise, ChannelWn et ChannelWgt) associés à l'image IIS sont définis en recette.

La disponibilité des canaux AVHRR est fournie à l'algorithme pour chaque ligne AVHRR par un vecteur de dimension 6 (calculé à partir du produit AVHRR 1B) :

- ChannelState(k,AvhrrLine)=0 : canal k indisponible,
- ChannelState(k,AvhrrLine)=1 : canal k disponible

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Find : recherche des indices d'un tableau satisfaisant une condition

EigenAnalysis : calcul des valeurs propres et des vecteurs propres d'une matrice (résultats rangés dans l'ordre croissant des valeurs propres : cf. fonction InitRad())

Tri ascendant sur les valeur d'un vecteur

Modele-Orbital() : Evolution temporelle orbitale de l'offset sondeur-imageur (modèle mathématique décrit dans l'annexe 7 §9)

InvPlanck : fonction inverse de la fonction de Planck

Nombre-d'éléments d'un vecteur

IntToReal : conversion d'un entier en réel

PartieEntière d'un nombre réel

Index de Max : indice de la valeur maximale d'un vecteur

Moyenne : valeur moyenne d'un vecteur

MoyenneLocale : moyenne locale (3x3) d'une image

VarianceLocale : variance locale (3x3) d'une image



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 274

of : 502

Fiche : 42

Version : 1.0

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : PCH

Construction des pseudo canaux IASI-AVHRR

Principe :

Dans le cadre du suivi des l'inter-calibration radiométrique entre IASI et AVHRR, on construit des pseudo-canaux AVHRR_like par intégration des spectres IASI1C sur les fonction de filtres spectraux des canaux 4 et 5 AVHRR et ses pseudo-canaux IASI_like par intégration des radiances des canaux 4 et 5 AVHRR dans les IPSF spatiales de IASI.. En ce qui concerne ces derniers, l'algorithme CCS_41 intègre ces radiances par classes homogènes dans les IPSF de IASI, il suffira donc d'intégrer les classes

Entrées :

Nombre de clusters maximum	IDefCcsNbClusMax
Radiances moyennes AVHRR classées	RadAnalMean(:, :,PN,SN)
Poids des classes dans le pixel	RadAnalWgt(:, :,PN,SN)
Numéro du premier échantillon du spectre S1C	IDefNsfirst
Numéro du dernier échantillon du spectre S1C	IdefNslast
Spectre IASI de niveau 1C	S1C(:,PN,SN)
Numéro du premier échantillon des filtres AVHRR 4 et 5	AvhrrNsfirst(1 et 2)
Numéro du dernier échantillon des filtres AVHRR 4 et 5	AvhrrNslast(1 et 2)
Filtres AVHRR 4 et 5	AvhrrWgt(1 et 2)

Sorties :

Pseudo canaux par pixel et par sous cycle

- AVHRR4 like IASI AvhrrPseudoChn(1,PN,SN)
- AVHRR5 like IASI AvhrrPseudoChn(2,PN,SN)
- IASI like AVHRR4 AvhrrPseudoChn(3,PN,SN)
- IASI like AVHRR5 AvhrrPseudoChn(4,PN,SN)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 275

of : 502

Pseudo-code :

$$AvhrrPseudoChn(i) = \sum_{c=1}^{c=IDefCcsNbClusMax} RadAnalMean(i+4, c) * RadAnalWgt(i+4, c)$$

$i = 1 \text{ et } 2$

$$AvhrrPseudoChn(i+2) = \sum_{Ns=AvhrrNsfirst(i)}^{Ns=AvhrrNslast(i)} S1C(Ms) * AvhrrWgt(Ls, i)$$

$$Ms = Ns - IDefNsfirst + 1$$

$$Ls = Ns - AvhrrNsfirst(i) + 1$$

$i = 1 \text{ et } 2$

Construction des paramètres d'entrée :

La classification des radiances dans les pixels RadAnalMean et RadAnalWgt sont calculés par l'algorithme CCS_41 dans l'OPS.

Les spectres de niveau 1C sont calculés par l'algorithme S1C dans l'OPS.

Les numéros des échantillons spectraux IDefNsfirst, IDefNslast, AvhrrNsfirst et AvhrrNslast ainsi que le nombre maximum de clusters dans CCS IdefCcsClusMax sont définis dans la configuration.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 276

of : 502

Fiche : 43	Version : 1.3	TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE
Titre :	ISF	Interpolation des fonctions spectrales
Principe : Calcul des coefficients d'interpolation des fonctions spectrales en positionnant l'axe interférométrique estimé dans la grille des positions discrétisant le diaphragme de champ. Interpolation dans la banque de données spectrales des fonctions tabulées pour les points de la grille discrétisant le diaphragme de champ.		
Entrées : Nombre de lignes de tabulation NbLin Nombre de colonnes de tabulation NbCol Positions angulaires selon Y des points tabulés GridY Positions angulaires selon Z des points tabulés GridZ Numéros de la première fonction spectrale tabulée NsfirstSpectralTab Numéros de la dernière fonction spectrale tabulée NslastSpectralTab Pas d'échantillonnage spectral DWnSpectralTab Nombre de positions Opd tabulées NsOpd Différence de marche optique maximum OpdMax Fonctions de calibration spectrales aux points tabulés FcsTab Fonctions d'apodisations aux points tabulés AfTab Position angulaire selon Y de l'axe interférométrique AxeY Position angulaire selon Z de l'axe interférométrique AxeZ Nombre d'échantillons contenus dans la demi-largeur de fenêtre spectrale utilisée lors de l'apodisation NbSWwidth Nombre d'échantillons mis à zéro à chaque extrémité NsErase		
Sorties : Numéro de ligne en haut de l'encadrement LinOrigin Numéro de colonne à gauche de l'encadrement ColOrigin Poids du point haut gauche Pds1 Poids du point haut droit Pds2 Poids du point bas gauche Pds3 Poids du point bas droit Pds4 Flag de validité des fonctions interpolées FlagPdsNonValid Fonctions de calibration spectrales Fcs Fonctions d'apodisation Af		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 277

of : 502

Pseudo-code :

Si (AxeY, AxeZ) est à l'intérieur de la grille c'est à dire :

$\text{GridZ}(\text{NbLin}) < \text{AxeZ} \leq \text{GridZ}(1)$

et $\text{GridY}(1) \leq \text{AxeY} < \text{GridY}(\text{NbCol})$

alors

FlagPdsNonValid=NON

Recherche du point de la grille définissant le coin haut gauche du pavé contenant la position de l'axe interférométrique (nl,nc) tel que :

$\text{GridZ}(\text{nl}+1) < \text{AxeZ} \leq \text{GridZ}(\text{nl})$

et $\text{GridY}(\text{nc}) \leq \text{AxeY} < \text{GridY}(\text{nc}+1)$

LinOrigin=nl

ColOrigin=nc

Calcul des poids d'interpolation si FlagPdsNonValid=NON

$\text{Surf} = (\text{GridY}(\text{nc}+1) - \text{GridY}(\text{nc})) * (\text{GridZ}(\text{nl}) - \text{GridZ}(\text{nl}+1))$

$\text{Pds1} = (\text{GridY}(\text{nc}+1) - \text{AxeY}) * (\text{AxeZ} - \text{GridZ}(\text{nl}+1)) / \text{Surf}$

$\text{Pds2} = (\text{AxeY} - \text{GridY}(\text{nc})) * (\text{AxeZ} - \text{GridZ}(\text{nl}+1)) / \text{Surf}$

$\text{Pds3} = (\text{AxeY} - \text{GridY}(\text{nc})) * (\text{GridZ}(\text{nl}) - \text{AxeZ}) / \text{Surf}$

$\text{Pds4} = (\text{GridY}(\text{nc}+1) - \text{AxeY}) * (\text{GridZ}(\text{nl}) - \text{AxeZ}) / \text{Surf}$

Sinon

FlagPdsNonValid=OUI

Pds1=1 Pds2=Pds3=Pds4=0

Fin de si

Interpolation pour tous les nombres d'onde tabulées

Pour n de NsfirstFcsTab à NsLastFcsTab

Si FlagPdsNonValid=NON

$\text{Fcs}(n) = \text{FcsTab}(n, \text{nl}, \text{nc}) * \text{Pds1} + \text{FcsTab}(n, \text{nl}, \text{nc}+1) * \text{Pds2}$

$+ \text{FcsTab}(n, \text{nl}+1, \text{nc}+1) * \text{Pds3} + \text{FcsTab}(n, \text{nl}+1, \text{nc}) * \text{Pds4}$

$\text{Af0}(\text{NsOpd}, n) = \text{AfTab}(\text{NsOpd}, n, \text{nl}, \text{nc}) * \text{Pds1} + \text{AfTab}(\text{NsOpd}, n, \text{nl}, \text{nc}+1) * \text{Pds2}$

$+ \text{AfTab}(\text{NsOpd}, n, \text{nl}+1, \text{nc}+1) * \text{Pds3} + \text{AfTab}(\text{NsOpd}, n, \text{nl}+1, \text{nc}) * \text{Pds4}$

Sinon

$\text{Fcs}(n) = \text{FcsTab}(n, \text{NbLin}/2+1, \text{NbCol}/2+1)$

$\text{Af0}(\text{NsOpd}, n) = \text{AfTab}(\text{NsOpd}, n, \text{NbLin}/2+1, \text{NbCol}/2+1)$

Fsi

Fin de boucle sur n

Ré-échantillonnage des fonctions d'apodisation pour leur application dans l'algorithme S1c

Base des opd tabulées pour tout m=1 à NsOpd

$\text{OpdTab}(m) = (m - \text{NsOpd}/2 - 1) * \text{OpdMax} / (\text{NsOpd} - 1)$

Base des opd pour S1c pour tout l = 1 à 2*NbSWwidth+1

$\text{Opd}(l) = (l - \text{NbSWwidth} - 1) * \text{OpdMax} / (2 * \text{NbSWwidth})$

Interpolation spline cubique

(OpdTab(m), Af0(m,n)) donne (Opd(l), Af(l,n))

Mise à zéro des extrémités

Boucle pour n = NsfirstFcsTab à NsLastFcsTab

pour l=1 à NsErase et pour l=2*NbSWwidth-NsErase+2 à 2*NbSWwidth+1

Af(l,n)=0



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 278

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les fonctions tabulées sont construites à la CET en initialisation voir *fiche 74_SDB* et remises à jour si besoin est.

Les numérotations et les coordonnées des points de grille suivent la convention suivante :

$Y(1) < Y(nc) < Y(NbCol)$ nc variant de 1 à NbCol

$Z(1) > Z(nl) > Z(NbLin)$ nl variant de 1 à NbLin

La position de l'axe interférométrique est calculée par l'algorithme de filtrage de l'axe interférométrique du logiciel OPS voir *fiche 25_FAX*

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 279

of : 502

Fiche : 44

Version : 1.4

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : GEO

Geolocalisation des produits IASI

Principe :

L'objectif de cet algorithme est de calculer les annotations de localisation à associer aux produits IASI (position géographique, angles de visées).

Le calcul repose sur des primitives de base définies dans le §5.9.6 du corps du document.

Entrées :

Date de la visée courante **IasiTime**

Angle de visée IASI **ScanAngle**

Coordonnées des barycentres des 4 Ipsf dans le repère IASI selon les axes Y et Z :

PsfBarycentreY, PsfBarycentreZ

Matrice de rotation IASI-METOP **MatRot**

Nombre de pixels IIS en lignes **MI**

Nombre de pixels IIS en colonnes **Mc**

Positions des centres des pixels IIS dans le repere IASI selonY **IISY**

Positions des centres des pixels IIS dans le repere IASI selonZ **IISZ**

Numéro en Y des pixels de la sous-grille de l'IIS **NY**

Numéro en Z des pixels de la sous-grille de l'IIS **NZ**

Taille de la sous-grille de l'IIS Facteur définissant la sous-grille de l'IIS **Ssize**

Angle de rotation entre repère IIS et repère nominal instrument Ri **IISRot**

Offset Sondeur-AVHRR dans le repère IASI **OffsetSondAvhrr**

Offset IIS-AVHRR dans le repère Avhrr **OffsetIISAvhrr**

Indicateur d'absence de la localisation Avhrr **FlaGeoAvhrrMiss**

Sorties :

Position géographique du centre des pixels sondeur (longitude, latitude, altitude) **Gpix(4)**

Angles de mesure (Az,Z) de la direction METOP au centre des pixels sondeur **Mpix(4)**

Angles de mesure (Az,Z) de la direction du soleil au centre des pixels sondeur **Spix(4)**

Position géographique des pixels de la sous-grille de l'IIS :

- **GIIS(Ssize,Ssize)**

Angles de mesure au centre des pixels de la sous-grille de l'IIS :

- **METOP : MIIS(Ssize,Ssize)**

- **Soleil : SIIS(Ssize,Ssize)**

Position du centre des pixels sondeurs dans le raster AVHRR **LocIasiAvhrr(4)**

Position des pixels de la sous-grille de l'IIS dans le raster AVHRR :

- **LocIasiAvhrr_IIS(Ssize,Ssize)**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 280

of : 502

Pseudo-code :

1/ Caractéristiques du barycentre des 4 Ipsf

Boucle sur les 4 Ipsf du sondeur : $i = 1$ à 4

- coordonnées dans le repère IASI

$\text{PixY}(i) = \text{PsfBaryCentreY}(i) + \text{OffsetSondAvhrr}(i,1)$

$\text{PixZ}(i) = \text{PsfBaryCentreZ}(i) + \text{OffsetSondAvhrr}(i,2)$

- coordonnées dans le repère METOP

$\text{pixRM}(i) = \text{GeomIasiMetop}\{\text{MatRot}, \text{ScanAngle}, \text{pixY}(i), \text{pixZ}(i)\}$

- coordonnées dans le raster Avhrr

Si **FlaGeoAvhrrMiss** = OUI Alors

$\text{LocIasiAvhrr_IASI}(i) = \text{GeomMetopAvhrr}\{\text{IasiTime}, \text{pixRM}(i)\}$

Sinon

$\text{LocIasiAvhrr_IASI}(i) = \{0,0\}$

Fsi

- coordonnées géographiques et angles de mesure

[**Gpix**(i), **Spix**(i), **Mpix**(i) = **GeoLoc**{ IasiTime, $\text{pixRM}(i)$ }

Fin de boucle sur les Ipsf

2/ Caractéristiques des pixels de la sous-grille de l'IIS

Boucle sur les pixels de la sous-grille IIS : $il=1$ à Ssize, $ic=1$ à Ssize

- coordonnées dans le repère IASI

$\text{SgIISY}(il,ic) = \text{IISY}(\text{NY}(ic)) * \cos(\text{IISRot}) - \text{IISZ}(\text{NZ}(il)) * \sin(\text{IISRot})$

$\text{SgIISZ}(il,ic) = \text{IISY}(\text{NY}(ic)) * \sin(\text{IISRot}) + \text{IISZ}(\text{NZ}(il)) * \cos(\text{IISRot})$

- coordonnées dans le repère METOP

$\text{SgIISRM}(il,ic) = \text{GeomIasiMetop}\{\text{MatRot}, \text{ScanAngle}, \text{SgIISY}(il,ic), \text{SgIISZ}(il,ic)\}$

- coordonnées dans le raster Avhrr

Si **FlaGeoAvhrrMiss** = OUI Alors

$\text{Loc} = \text{GeomMetopAvhrr}\{\text{IasiTime}, \text{SgIISRM}(il,ic)\}$

$\text{LocIasiAvhrr_IIS}(1,il,ic) = \text{Loc}(1) + \text{OffsetIISAvhrr}(2)$

$\text{LocIasiAvhrr_IIS}(2,il,ic) = \text{Loc}(2) + \text{OffsetIISAvhrr}(1)$

$\text{SgIISRM}(il,ic) = \text{GeomAvhrrMetop}(\text{LocIasiAvhrr_IIS}(1,il,ic),$

$\text{LocIasiAvhrr_IIS}(2,il,ic))$

Sinon

$\text{LocIasiAvhrr_IIS}(1,il,ic) = 0$

$\text{LocIasiAvhrr_IIS}(2,il,ic) = 0$

Fsi

- coordonnées géographiques et angles de mesure

[**GIIS**(il,ic), **SIIS**(il,ic), **MIIS**(il,ic) = **GeoLoc**{ IasiTime, $\text{SgIISRM}(il,ic)$ }

Fin de boucle sur les pixels de la sous-grille



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 281

of : 502

Fonction GeoLoc (requête EPS)

Calcul des coordonnées géodésiques (longitude, latitude, altitude ?) d'un vecteur de points visés sur la surface terrestre et des angles (azimut et angle zénithal) correspondants aux directions du soleil (S) et de METOP (M) vus depuis ces points visés au sol.

Entrées :

IasiTime [Jour Julien fractionnel]

Cosinus directeurs des directions dans le repère Metop : VectPosRM

Sorties

Coordonnées géodésiques des points (longitude, latitude, altitude ?) : Gpoints

Angles du soleil vu depuis ces points (azimut, angle zénithal) : Spoints

Angles de Metop vu depuis ces points (azimut, angle zénithal) : Mpoints

Construction des paramètres d'entrée :

La matrice de rotation pour le passage du repère nominal instrument (IASI) au repère Metop est caractérisée en recette, sachant que le repère IASI est défini tel que l'axe Y est confondu avec l'axe du miroir de balayage.

L'angle de rotation entre le repère nominal instrument et le repère IIS est caractérisé en recette.

Les coordonnées des barycentres des Ipsf sont caractérisées en recette.

L'offset Sondeur-AVHRR est fourni en sortie de l'analyse des radiances dans les FOVs sondeur voir *fiche 41_CCS* et est exprimé dans le repère IASI.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonctions d'interface OPS-CGS



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 282

of : 502

Fiche : 45

Version : 1.9

TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE

Titre : QIS

Indices de qualité système

Principe :

L'indice général de qualité système d'un spectre mesuré de niveau 1a, 1b ou 1c est une combinaison linéaire d'indices de qualité associés aux différentes performances du système IASI :

- Performances radiométriques,
- Performances spectrales,
- Performances géométriques.
- Performances imageur IIS

L'indice de qualité long terme du système Sondeur et Imageur évalué par la TEC est cité en entrée et en sortie de cette fiche pour être fourni en parallèle à l'indice de qualité spectre.

L'indice général de qualité est fonction de la bande spectrale.

Un indice de qualité dit « détaillé » sur 16 bits (0-15) a été ajouté dans le but de renseigner plus précisément des causes de réjection des spectres

Entrées :

Tous les indices de qualité élémentaires

Tous les flags générés à bord et dans l'OPS

Date de référence de la ligne (SN=15) **IasiTime**

Tableau des directions de visée pour la ligne courante **SP(SN)**

Tableau des directions de mouvement du CC pour la ligne courante **CCD(SN)**

Coefficient d'erreur de la calibration radiométrique **CoeffCalRad(3,PN,SN)**

Indice de bruit associé à la calibration radiométrique **CovarEigenValCalRad**

Indice de bruit associé à la calibration spectrale **CovarEigenValSpect**

Conversion factor for interferometric axis quality in NeDT **TrSpect**

Qualité de la position du maximum de corrélation **PosMaxQual(SN)**

Indicateur de qualité du filtrage de l'axe interférométrique **AxeRes(CD)**

Bruit radiométrique de l'IIS moyen (nominal) **IISNoiseNom**

Valeur moyenne de la pseudo-variance de l'IIS (observée) **IISVarImagMean**

Indices de qualité long terme du système **SysTECSondQual, SysTECIISQual**

Mode Instrument **InstrumentMode**

Durée maximum du cas dégradé « chaîne ISRF-EM non activée » **DurFltIsrfemOff**

Durée maximum du cas dégradé « pas de température BB » **DurBBTMiss**

Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration BB » **DurImgBBMiss**

Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration CS » **DurImgCSMiss**

Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration EW » **DurImgEWMiss**

Durée maximum du cas dégradé « pas de radiances Avhrr » **DurFltRadAvhrrMiss**

Indice de qualité de l'homogénéité inter-pixel du NZPD **FlagInterPixNZpdNonQual(PN,SN)**

Numéro de la bande spectrale affectée au calcul du NZPD **IDefZpdBzpd**

Index de prise en compte des spectres des bandes valides quand un spike est détecté dans la bande affecté au calcul du NZPD **IDefFlagMultiBand**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 283

of : 502

Sorties :

Indice de qualité radiométrique élémentaire du produit sondeur **QualIndexRad(PN,SN)**

Indice de qualité radiométrique moyen du produit sondeur **QualIndexRadAvg**

Indice de qualité spectrale du produit sondeur **QualIndexSpect**

Indice de qualité de localisation élémentaire du produit sondeur **QualIndexLoc(PN,SN)**

Indice de qualité de localisation moyen du produit sondeur **QualIndexLocAvg**

Indice de qualité élémentaire des images IIS **QualIndexIIS(SN)**

Indice de qualité moyen des images IIS **QualIndexIISAvg**

Indice de qualité système général du produit sondeur (élémentaire) **QualIndex(PN,SN)**

Indice de qualité système général du produit sondeur (moyen) **QualIndexAvg**

Indice de qualité système-TEC du sondeur **SysTECSondQual**

Indice de qualité système-TEC de l'imageur **SysTECIISQual**

Flag de qualité système général du produit **FlagQual(SB,PN,SN)**

Flag de qualité système général « détaillé » du produit **FlagQualDetailed(PN,SN)**

Pseudo-code :

Calcul du flag de qualité général du produit (FlagQual) pour la bande de calcul du Zpd

Boucle sur les sous-cycles SN=1 à 30

CD=CCD(SN)

Boucle sur les pixels PN=1 à 4

Si (**InstrumentMode** = **EXTERNAL_CAL** et SN=1, 2 ou 30) Alors

FlagQual(IdefZpdBzpd,PN,SN) = oui

Sinon

Si (**InstrumentMode** = **EXTERNAL_CAL** et SP(SN)=31 ou 32 ou 33 ou 35 ou 36) Alors

*Génération de l'indicateur de qualité **FlagQual(SB,PN,SN)** sur visées corps noirs (en External Cal)*

Si

BIMSCSQ(SN) = **ERROR** ou **BIMSSQ1(SN)** = **ERROR** ou **BIMSSQ2(SN)** = **ERROR** ou

BBofFlagSpectNonQual(SN,PN) = oui ou **GOPSFlaPixMiss(SN,PN)** = oui ou

GDocFlagUnderOverflow(SN,PN) = oui ou

MMcxFlagBiasCalRad(SN,PN) = oui ou **MMcxFlagNoiseCalRad(SN,PN)** = oui ou

GHecFlagDateNOK = oui ou

(**GOPSFltBBTMiss** = oui et (**IasiTime-GOPSDatBBTMiss**>**DurBBTMiss**)) ou

(**GOPSFltImgBBMiss** = oui et (**IasiTime-GOPSDatImgBBMiss**>**DurImgBBMiss**)) ou

(**GOPSFltImgCSMiss** = oui et (**IasiTime-GOPSDatImgCSMiss**>**DurImgCSMiss**)) ou

(**GOPSFltImgEWMiss** = oui et (**IasiTime-GOPSDatImgEWMiss**>**DurImgEWMiss**))

Alors **FlagQual(IdefZpdBzpd,PN,SN)** = oui

Sinon **FlagQual(IdefZpdBzpd,PN,SN)** = non



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 284

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Sinon

*Génération de l'indicateur de qualité **FlagQual(IDEfZpdBzpd,PN,SN)** sur visées atmosphériques (Ext.Cal ou Normal OP.)*

Si

BIMSCSQ(SN) = ERROR ou BIMSSQ1(SN) = ERROR ou BIMSSQ2(SN) = ERROR ou
BBofFlagSpectNonQual(SN,PN) = oui ou GOPSFlaPixMiss(SN,PN) = oui ou
GDocFlagUnderOverflow(SN,PN) = oui ou
GFaxFlagAxeNonQual(CD) = oui ou GIsfFlagPdsNonValid = oui ou
MMcxFlagBiasCalRad(SN,PN) = oui ou MMcxFlagNoiseCalRad(SN,PN) = oui ou
GHecFlagDateNOK = oui ou
(GOPSFltIsrfemOff = oui et (**IasiTime**-GOPSDatIsrfemOff > **DurFltIsrfemOff**)) ou
(GOPSFltBBTMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatBBTMiss > **DurBBTMiss**)) ou
(GOPSFltImgBBMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatImgBBMiss > **DurImgBBMiss**)) ou
(GOPSFltImgCSMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatImgCSMiss > **DurImgCSMiss**)) ou
(GOPSFltImgEWMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatImgEWMiss > **DurImgEWMiss**)) ou
(GOPSFltRadAvhrrMiss = oui et
(**IasiTime**-GOPSDatRadAvhrrMiss > **DurFltRadAvhrrMiss**)) ou
GOPSFlaGeoAvhrrMiss = oui)

Alors FlagQual(IDEfZpdBzpd,PN,SN) = oui

Sinon FlagQual(IDEfZpdBzpd,PN,SN) = non

Fsi

Fsi



Pseudo-code (suite) :

Calcul des indices de qualité

Si (**InstrumentMode** = EXTERNAL_CAL et SP(3)=31, 32, 33, 35 ou 36) alors

 QualIndexSpect = 1.0

Sinon

$$\text{QualIndexSpect} = \frac{\sqrt{(\sum_{k=0,1} \text{TrSpect}^2 * \text{Axe Re s}(k)^2) / 2 + \text{CovarEigenValSpect}^2}}{\text{CovarEigenValSpect}}$$

Fsi

$$\text{CoeffMoy} = \sqrt{(\sum_{k=1}^3 \text{CoeffCalRad}(k, \text{PN}, \text{SN})^2) / 3}$$

$$\text{QualIndexRad}(\text{PN}, \text{SN}) = \frac{\sqrt{\text{coeffMoy}^2 + \text{Co var EigenVal}^2}}{\text{Co var EigenVal}}$$

Si (**GIacFlagCoregNonValid**(SN) = oui ou **GIacFlagCoregNonQual**(SN) = oui ou

(**InstrumentMode**=EXTERNAL_CAL et SP(SN)=31, 32, 33, 35 ou 36) alors

QualIndexLoc(PN,SN) = 5

Sinon

QualIndexLoc(PN,SN) = **PosMaxQual**(SN)

Fsi

QualIndexIIS(SN) = sqrt (**IISVarImagMean**() / **IISNoiseNom**

QualIndex(PN,SN) = **QualIndexRad**(PN,SN) * **QualIndexSpect**

Fsi



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 286

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Copie du flag de qualité générale du produit (FlagQual) dans les deux autres bandes

Boucle sur les bandes spectrales SB = 1, 3

Si (SB ≠ IDefZpdBzpd) Alors

FlagQual(SB,PN,SN) = FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)

Fsi

Fin boucle sur les bandes

Mise à jour de l'indice de qualité en cas de récupération de bande (spike)

Si (IDefFlagMultiBand = oui) Alors

Si (**InstrumentMode** = NORMAL_OP ou (**InstrumentMode** = EXTERNAL_CAL et SN ≠ 1, 2 et 30)) Alors

Mise à jour de l'indice de qualité dans le cas de détection d'un spike uniquement dans la bande spectrale de détermination du NZPD

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN, IDefZpdBzpd) = oui) Alors

Si (BZpdFlagNZpdNonQual(SN,PN) = non et FlagInterPixNZpdNonQual(PN,SN) = non) Alors

Boucle sur les bandes spectrales SB = 1, 3

Si (SB ≠ IDefZpdBzpd et BSpkFlagSpik(SN,PN,SB) = non et

BArcFlagCalSpectNonQual(SN,PN,SB) = non) Alors

FlagQual(SB,PN,SN) = non

Fsi

Fin de boucle sur les SB

Fsi

Fsi

Fsi

Fsi

Calcul du flag détaillé de la qualité générale du produit (FlagQualDetailed)

Si (**InstrumentMode** = EXTERNAL_CAL et SN=1, 2 ou 30) Alors **FlagQualDetailed(PN,SN)** [tous les bits] = oui

Sinon

Si (**InstrumentMode** = EXTERNAL_CAL et SP(SN)=31 ou 32 ou 33 ou 35 ou 36) Alors

*Génération de l'indicateur de qualité **FlagQualDetailed(PN,SN)** sur visées corps noirs (en External Cal)*

Affectation du bit 0 (Hardware)

Si (BIMSCSQ(SN) = ERROR ou BIMSSQ1(SN) = ERROR ou BIMSSQ2(SN) = ERROR) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [0] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [0] = non

Fsi

Affectation du bit 1 (Spike B1)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B1) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [1] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [1] = non

Fsi

Affectation du bit 2 (Spike B2)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B2) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [2] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [2] = non

Fsi

Affectation du bit 3 (Spike B3)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B3) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [3] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [3] = non

Fsi



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 287

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Affectation du bit 4 (Calibration radiometrique)

Si (BZpdFlagNZpdNonQual(SN,PN) = oui ou BArcFlagCalSpectNonQual(SN,PN,SB) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [4] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [4] = non

Fsi

Affectation du bit 5 (Qualité bord)

Si (BBoFlagSpectNonQual(SN,PN) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [5] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [5] = non

Fsi

Affectation du bit 6 (Over/Underflows)

Si (GDocFlagUnderOverflow(SN,PN) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [6] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [6] = non

Fsi

Affectation du bit 7 (Calibration spectrale)

FlagQualDetailed(PN,SN) [7] = oui

Affectation du bit 8 (Post-calibration radiometrique)

Si (GFtbFlagBBTNonQual = oui ou GHecFlagDateNOK = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [8] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [8] = non

Fsi

Affectation du bit 9 (Qualite generale)

Si (FlagQual(1,PN,SN)=oui ou FlagQual(2,PN,SN)=oui ou FlagQual(3,PN,SN)=oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [9] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [9] = non

Fsi

Affectation du bit 10 (Donnee sondeur manquante)

Si (GOPSFlagPixMiss = oui ou GOPSFlagFlaBandMiss = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [10] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [10] = non

Fsi

Affectation du bit 11 (Donnee IIS manquante)

Si (GOPSFltImgEWMiss = oui et (IasiTime-GOPSDatImgEWMiss > DurImgEWMiss)) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [11] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [11] = non

Fsi

Affectation du bit 12 (Donnee Avhrr manquante)

Si ((GOPSFltRadAvhrrMiss = oui et (IasiTime-GOPSDatRadAvhrrMiss > DurFltRadAvhrrMiss)) ou
GOPSFlaGeoAvhrrMiss = oui)) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [12] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [12] = non

Fsi

Affectation des bits 13,14,15 (spares)

FlagQualDetailed(PN,SN) [13,14,15] = oui



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 288

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Sinon

*Génération de l'indicateur de qualité **FlagQualDetailed(PN,SN)** sur visées atmosphériques (Ext.Cal ou Normal OP.)*

Affectation du bit 0 (Hardware)

Si (BIMSCSQ(SN) = ERROR ou BIMSSQ1(SN) = ERROR ou BIMSSQ2(SN) = ERROR) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [0] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [0] = non

Fsi

Affectation du bit 1 (Spike B1)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B1) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [1] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [1] = non

Fsi

Affectation du bit 2 (Spike B2)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B2) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [2] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [2] = non

Fsi

Affectation du bit 3 (Spike B3)

Si (BSpkFlagSpik(SN, PN,B3) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [3] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [3] = non

Fsi

Affectation du bit 4 (Calibration radiometrique)

Si (BZpdFlagNZpdNonQual(SN,PN) = oui ou BArcFlagCalSpectNonQual(SN,PN,SB) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [4] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [4] = non

Fsi

Affectation du bit 5 (Qualité bord)

Si (BBofFlagSpectNonQual(SN,PN) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [5] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [5] = non

Fsi

Affectation du bit 6 (Over/Underflows)

Si (GDocFlagUnderOverflow(SN,PN) = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [6] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [6] = non

Fsi

Affectation du bit 7 (Calibration spectrale)

Si (GFaxFlagAxeNonQual(CD) = oui ou GIsfFlagPdsNonValid = oui ou (GOPSFltIsrfemOff = oui et (**IasiTime-**GOPSDataIsrfemOff > **DurFltIsrfemOff**))) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [7] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [7] = non

Fsi



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 289

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Affectation du bit 8 (Post-calibration radiometrique)

Si (GFtbFlagBBTNonQual = oui ou GHecFlagDateNOK = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [8] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [8] = non

Fsi

Affectation du bit 9 (Qualite generale)

Si (FlagQual(1,PN,SN)=oui ou FlagQual(2,PN,SN)=oui ou FlagQual(3,PN,SN)=oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [9] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [9] = non

Fsi

Affectation du bit 10 (Donnee sondeur manquante)

Si (GOPSFlagPixMiss = oui ou GOPSFlagFlaBandMiss = oui) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [10] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [10] = non

Fsi

Affectation du bit 11 (Donnee IIS manquante)

Si ((GOPSFltImgEWMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatImgEWMiss>**DurImgEWMiss**)) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [11] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [11] = non

Fsi

Affectation du bit 12 (Donnee Avhrr manquante)

Si ((GOPSFltRadAvhrrMiss = oui et (**IasiTime**-GOPSDatRadAvhrrMiss > **DurFltRadAvhrrMiss**)) ou
GOPSFlaGeoAvhrrMiss = oui)) Alors

FlagQualDetailed(PN,SN) [12] = oui

Sinon

FlagQualDetailed(PN,SN) [12] = non

Fsi

Affectation des bits 13,14,15 (spare)

FlagQualDetailed(PN,SN) [13,14,15] = oui

Fsi

Fsi

Fin de boucle sur PN

Fin de boucle sur SN



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 290

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Calcul des indices de qualité moyens qui sont insérés dans les produits 1a, 1b et 1c

QualIndexRadAvg = moyenne_quadratique des **QualIndexRad** (PN,SN) tq
FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)=non

QualIndexAvg = moyenne_quadratique des **QualIndex** (PN,SN) tels que
FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)=non

QualIndexIISAvg = moyenne_quadratique des **QualIndexIIS**(SN) tels que
FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)=non

Si tous les indicateurs **FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)** valent oui Alors

QualIndexRadAvg = 100

QualIndexAvg = 100

QualIndexIISAvg = 100

Fsi

QualIndexLocAvg = moyenne_quadratique des **QualIndexLoc**(PN,SN)

tels que (**FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN)=non** et
GlaFlagCoregNonValid(SN) = non et **GlaFlagCoregNonQual(SN) = non**)

Si tous les indicateurs (**FlagQual(IDefZpdBzpd,PN,SN) = oui** ou
GlaFlagCoregNonValid(SN) = oui ou **GlaFlagCoregNonQual(SN) = oui**) Alors

QualIndexLocAvg = 5

Fsi

Construction des paramètres d'entrée :

L'indicateur **GOPSFlaPixMiss** est construit par l'OPS et doit couvrir tous les cas d'indisponibilité des données sondeur pour le pixel PN et le sous-cycle SN courant (doit permettre en particulier de traiter le fonctionnement du sondeur à trois pixels)

FlagQualDetailed doit être initialiser en amont de l'algorithme **QIS₄₅** avec une valeur par défaut « oui ». Attention, ici il faut noter que les flags **FlagQual** et **FlagQualDetailed** dans cet algorithme se comporte différemment des autres flag du DD. Normalement on pose la question et on répond par oui ou non. Pour ces deux flag la logique est inversée pour coller à la convention des PSF de l'OPS. Il faut donc raisonner comme dans le reste du DD puis inverser la réponse ! ! !

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 291

of : 502

Fiche : 46	Version : 1	TRAITEMENT SOL SCIENTIFIQUE
Titre : HIP		Homogénéité inter-pixel du NZPD
Principe :		
<p>Calcul du vecteur des différences du NZPD entre les 4 pixels et le pixel de référence pour chaque CD et tous les SN (1, ..., 30, 32, 33, 35, 36). En calibration externe, les différences doivent être mises à 0 pour SN=1,2 et 30. La valeur obtenue est comparée à des valeurs nominales de la configuration. Si les différences calculées sont différentes des valeurs de la configuration alors un indice de qualité est levé, les valeurs de BZpdNZpd sont rangées de 1 à SNOT+4, idem pour les différences et pour l'indice de qualité.</p>		
Entrées :		
Mode instrument		Instrument_mode
Directions de mouvement du CC pour la ligne courante		CCD
Valeur des positions du Zpd pour la ligne courante		BZpdNZpd
Vecteur nominal des différences du NZPD inter-pixel		IDefInterPixNZpd
Pixel de référence		IDefPixRef
Sorties :		
Vecteur des différences du NZPD inter-pixel		NZpdInterPixel
Flag de qualité de l'homogénéité du NZPD inter-pixel		FlagInterPixNZpdNonQual



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 292

of : 502

Pseudo code :

Si (Instrument_Mode = Normal_Operation) Alors

 SNmin = 1 et SNmax = 30

Sinon

 SNmin = 3 et SNmax = 29

FinSi

Mise à la valeur par défaut du vecteur NZpdInterPixel(PN,SN) = min (PN=1 à 4 et SN=1 à SNOT+4)

Initialisation du flag FlagInterPixNZpdNonQual(PN,SN) = oui (SN=1 à SNOT+4 et PN = 1 à 4)

Pour tous les SN de SNmin à SNmax et SN=32, 33, 35, 36

 CD=CCD(SN)

 Si (SN <= 30) alors SM=SN

 Si (SN = 32) alors SM=SNOT+1

 Si (SN = 33) alors SM=SNOT+2

 Si (SN = 35) alors SM=SNOT+3

 Si (SN = 36) alors SM=SNOT+4

 compteur = 0

 Boucle sur les pixels PN = 1 à 4

Calcul des différences inter-pixel

 NZpdInterPixel(PN,SM) = BZpdNZpd(PN,SM) – BZpdNZpd(IDefPixRef,SM)

Test par rapport à la valeur nominale

 Si (NZpdInterPixel(PN,SM) ≠ IDefInterPixNZpd(PN,CD)) Alors

 compteur = compteur + 1

 Fsi

 Fin boucle sur les pixels PN

 Si (compteur = 0) Alors FlagInterPixNZpdNonQual(1,SM) = non Fsi

 FlagInterPixNZpdNonQual(PN=2 à 4 , SM) = FlagInterPixNZpdNonQual(1,SM)

Fin de boucle sur les numéros de sous-cycle

Construction des paramètres d'entrée :

Le vecteur de configuration **IDefInterPixNZpd** est calculé par la TEC et mise dans la configuration de l'OPS.

FlagInterPixNZpdNonQual doit être initialiser en amont de l'algorithme HIP₄₆ avec une valeur par défaut « oui »

On suppose qu'il n'y a pas de données manquantes. En particulier, les paquets px et ap de la ligne courante sont disponibles

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 293 of : 502</p>
---	--	---

ANNEXE 3– ALGORITHMES D'INITIALISATION



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 294

of : 502

Fiche : 50 | Version : 2.5 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : CTC Construction des tables de codage des spectres

Principe :

Afin de réduire le débit de transmission, les spectres sont codés entre les valeurs minimales et maximales attendues dans une plage spectrale. Le pas de codage dans cette plage entre ces valeurs min et max est défini par une fraction du bruit radiométrique. Les tables de codage contiennent pour chaque plage spectrale le facteur d'échelle, l'offset et le nombre de bits de poids faible nécessaire.

La table des offsets est donnée par les valeurs d'énergie minimales.

La table des facteurs d'échelle est donnée par l'inverse de la fraction du bruit radiométrique exprimée en luminance.

La table de nombre de bits nécessaire est obtenue en prenant le logarithme à base 2 du résultat de la division de l'écart entre les luminances max et min par la valeur pondérée par NoiseFactor (=0.5 TBC) fraction du bruit radiométrique exprimé lui aussi en luminance et ceci pour chaque plage spectrale (de 16 échantillons).

Entrées :

Nombre d'échantillons par plage **NbNsSeg**

Numéro du premier échantillon de la bande b1 (niveau 1A) **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon de la bande b3 (niveau 1A) **Nslast**

Spectre minimum modélisé ou mesuré **CTBmin**

Spectre maximum modélisé ou mesuré **CTBmax**

Numéro du premier échantillon de la bande b1 (niveau 1B) **Nsfirst1b**

Numéro du dernier échantillon de la bande b3 (niveau 1B) **Nslast1b**

Spectre de bruit radiométrique spécifié ou mesuré (niveau 1B) **SNoise**

Facteur de pondération du bruit radiométrique **NoiseFactor, NFTab(nseg)**

Nombre de bits maximum pour coder un échantillon **NbBitSplMax**

Marge sur le spectre froid **MarginCold (nseg)**

Marge sur le spectre chaud **MarginHot (nseg)**

Nombre de bits maximum par spectre **NbBitMax**

Nombre de bits de codage pour TabScale **TabResolScale**

Nombre de bits de codage pour TabOffset **TabResolOffset**

Largeur d'un échantillon spectral 1A **DWn**

Largeur d'un échantillon spectral 1B **DWn1B**

Sorties :

Nombre de plages spectrales **NbSeg**

Facteur d'échelle par plage **TabScale(nseg), TabScaleC, TabScaleM**

Offset par plage **TabOffset(nseg), TabOffsetC, TabOffsetM**

Nombre de bits à transmettre par plage **TabNbBit(nseg)**

Nombre de bits attendus **NbBitExpected**

Flag de dépassement du nombre de bits maximum par échantillon **FlagNbBitSplMax**

Flag de dépassement du nombre de bits maximum par spectre **FlagNbBitMax**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 295

of : 502

Pseudo-code :

Initialisation du flag de nombre bit max par échantillon : FlagNbBitSplMax = NON

Initialisation du nombre de bits attendus NbBitExpected=0

Calcul du nombre de plages nécessaires

$NbSeg = \text{Partie entière}((N_{\text{last}} - N_{\text{first}}) / NbNsSeg) + 1$

Interpolation linéaire du spectre 1B sur la base 1A segmentée

Pour tous les échantillons N_s de $N_{\text{first}1b}$ à $N_{\text{last}1b}$

$Wn1b(N_s) = (N_s - 1) * DWn1b$

Fin de boucle sur les échantillons N_s

Pour toutes les plages spectrales nseg de 1 à NbSeg

$N_s = (N_{\text{first}} - 1) + NbNsSeg / 2 + (nseg - 1) * NbNsSeg$

$WnSeg(nseg) = (N_s - 1) * Dwn$

Fin de boucle sur les plages spectrales

Interpolation linéaire (avec prolongement aux extrémités)

$(Wn1b(n), Snoise(n))$ donne $(WnSeg(nseg), SnoiseSeg(nseg))$

Pour toutes les plages spectrales nseg de 1 à NbSeg

$S_{\text{min}} = \text{Planck}(WnSeg(nseg), CTB_{\text{min}}(nseg) + 100)$

$S_{\text{max}} = \text{Planck}(WnSeg(nseg), CTB_{\text{max}}(nseg) + 100)$

$MinS_{\text{min}} = S_{\text{min}} - \text{MarginCold}(nseg) * (S_{\text{max}} - S_{\text{min}})$

$MaxS_{\text{max}} = S_{\text{max}} + \text{MarginHot}(nseg) * (S_{\text{max}} - S_{\text{min}})$

$MinS_{\text{bruit}} = SnoiseSeg(nseg) * \text{NoiseFactor} * N_{\text{FTab}}(nseg)$

$TabNbBit(nseg) = \text{partie entière}(\log_2((MaxS_{\text{max}} - MinS_{\text{min}}) / MinS_{\text{bruit}})) + 1$

$TabNbBit(nseg) = \max(2, TabNbBit(nseg))$

$TabScale(nseg) = (2^{TabNbBit(nseg)} - 3) / (MaxS_{\text{max}} - MinS_{\text{min}})$

$TabOffset(nseg) = \text{partie entière}(MinS_{\text{min}} * TabScale(nseg))$

Si $TabNbBit(nseg) > NbBitSplMax$ alors FlagNbBitSplMax = OUI

$NbBitExpected = NbBitExpected + TabNbBit(nseg) * NbNsSeg$

Fin de boucle sur les plages spectrales

Si $NbBitExpected > NbBitMax$

alors FlagNbBitMax = OUI

sinon FlagNbBitMax = NON

Calcul des paramètres bord TabScaleC, TabScaleM, TabScale, TabOffsetC, TabOffsetM, TabOffset

$TabScaleC = \min(TabScale)$; $TabOffsetC = \min(TabOffset)$

$TabScaleM = (\max(TabScale) - \min(TabScale)) / (2^{TabResolScale} - 1)$

$TabOffsetM = (\max(TabOffset) - \min(TabOffset)) / (2^{TabResolOffset} - 1)$

Pour chaque plage spectrale nseg de 1 à NbSeg

$TabScale(nseg) = \text{Round}((TabScale(nseg) - TabScaleC) / TabScaleM)$

$TabOffset(nseg) = \text{Round}((TabOffset(nseg) - TabOffsetC) / TabOffsetM)$

Fin de boucle sur les plages spectrales



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 296

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les paramètres d'entrée sont construits par l'algorithme d'élaboration des spectres d'énergie minimale et maximale voir *fiche 100_EXS* et par l'algorithme de détermination du bruit radiométrique par analyse des visées de calibration externes sur les corps noirs voir *fiche 67_RMS*. On utilise le spectre de bruit lissé spectralement.

La largeur des plages spectrales est fonction du débit de télémessure alloué.

Le nombre de plages spectrales est fonction du nombre d'échantillons spectraux à transmettre.

Le facteur NoiseFactor fraction du bruit radiométrique est fonction du débit de télémessure, du bruit radiométrique et de la cible visée (atmosphère ou corps noir). La table NFTab permet de privilégier certains canaux aux détriment des autres.

Les spectres min et max sont fonction de la cible visée (atmosphère ou corps noir).

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck

Interpolation linéaire avec prolongation aux extrémités de l'intervalle pour compléter les quelques points manquants (pas d'extrapolation linéaire)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 297

of : 502

Fiche : 51 | Version : 1.3 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : USB

Transcription des limites de bandes spectrales utiles pour le traitement bord

Principe :

Cet algorithme transcrit les numéros d'échantillons limites de bandes spectrales calculés en initialisation (avec la convention suivante : l'échantillon 1 correspond au nombre d'onde 0) dans le système d'indexation du traitement bord (avec la convention suivante : l'échantillon 0 correspond au nombre d'onde 0).

Entrées :

Numéros des échantillons spectraux à traiter par bande spectrale :

- Début de bande **SNsfirst(b1,b2,b3)**
- Fin de bande **SNslast(b1,b2,b3)**
- Début de spectre réduit **SNsSrdfirst(b1,b2,b3)**
- Fin de spectre réduit **SNsSrdlast(b1,b2,b3)**
- Début de région attribuée à la frange centrale **SNsfirstSpikCF(b1,b2,b3)**
- Fin de région attribuée à la frange centrale **SNslastSpikCF(b1,b2,b3)**
- Début de région attribuée au Zpd **SNsfirstNZpdCF(b1,b2,b3)**
- Fin de région attribuée au Zpd **SNslastNZpdCF(b1,b2,b3)**

Limites des bandes de recouvrement

- Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B1 et B2 **NsfirstMb1b2**
- Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B2 et B3 **NsfirstMb2b3**
- Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B1 et B2 **NslastMb1b2**
- Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B2 et B3 **NslastMb2b3**

Sorties :

Numéros des échantillons spectraux à traiter par bande spectrale :

- Début de bande **BNsfirst(b1,b2,b3)**
- Fin de bande **BNslast(b1,b2,b3)**
- Début de spectre réduit **BNsSrdfirst(b1,b2,b3)**
- Fin de spectre réduit **BNsSrdlast(b1,b2,b3)**
- Début de recouvrement b1b2 **BNsfirstMb1b2**
- Fin de recouvrement b1b2 **BNslastMb1b2**
- Début de recouvrement b2b3 **BNsfirstMb2b3**
- Fin de recouvrement b2b3 **BNslastMb2b3**
- Début de région attribuée à la frange centrale **BNsfirstSpikCF(b1,b2,b3)**
- Fin de région attribuée à la frange centrale **BNslastSpikCF(b1,b2,b3)**
- Début de région attribuée au Zpd **BNsfirstNZpdCF**
- Fin de région attribuée au Zpd **BNslastNZpdCF**


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 298 of : 502

Pseudo-code :

Passage de l'indexation système de 1 à N à l'indexation bord de 0 à N-1

Construction des paramètres d'entrée :

Les limites de bande spectrales sont calculées en initialisation Voir *fiche 53_ZSB* et *fiche 56_SBL*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 299

of : 502

Fiche : 53 | Version : 1.3 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : ZSB Détermination des limites de bandes spectrales utiles des spectres réduits de calibration

Principe :

Le calcul de la position du Zpd s'effectue sur une seule bande, nominalement b3 avec possibilité de reconfiguration sur une autre bande.

Afin de limiter l'effet du bruit radiométrique sur le calcul des spectres réduits, il est nécessaire de limiter la bande spectrale utilisée pour le calcul du Zpd.

Les limites de bande sont restreintes par rapport aux limites de bande définies pour le traitement général des données (voir *fiche 56_SBL*).

Entrées :

Numéros des échantillons limites de la bande spectrale utile choisie dans le spectre 1B :

-Début de bande Nsfirst

-Fin de bande Nslast

Largeur spectrale d'un échantillon DWnSpect

Spectre atmosphérique synthétique 1B Spect(n)

Spectre de bruit 1B NedT(n)

Seuil de rapport signal sur bruit SNRSrdCutoff

Dimension de la transformée de Fourier de l'algorithme de calcul du NZpd NSrdFT

Nombre d'onde apparent du laser Rpd RpdWn

Sorties :

Numéros des échantillons limites de la bande utile pour le calcul de Zpd :

-Début de bande NsSrdfirst

-Fin de bande NsSrdlast

Largeur spectrale d'un échantillon du spectre réduit DWnSrd



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 300

of : 502

Pseudo-code :

Pour les échantillons n de Nsfirst à Nslast

Calcul des positions spectrales des échantillons

$$Wn(n) = (n-1) \cdot DWnSpect$$

Calcul du rapport signal sur bruit

$$Snr(n) = \frac{Planck^{-1}(Spect(n), Wn(n))}{NedT(n)}$$

Recherche du premier point admissible

nfirst tel que $Snr(nfirst) > SNRSrdCutoff$

Recherche du dernier point admissible

nlast tel que $Snr(nlast) > SNRSrdCutoff$

Largeur d'un échantillon spectral du spectre réduit

$$DWnSrd = \frac{2 \cdot RpdWn}{NSrdFT}$$

Numéro du premier échantillon

$$NsSrdfirst = \text{Partie entière de } [Wn(nfirst)/DWnSrd] + 1$$

Numéro du dernier échantillon

$$NsSrdlast = \text{Partie entière de } [Wn(nlast)/DWnSrd]$$

Construction des paramètres d'entrée :

La bande choisie est b3 nominalement.

Les échantillons limites sont initialisés en recette.

Le spectre de bruit est issu de l'algorithme de détermination du bruit radiométrique. Voir *fiche 68_MLB*.

Le spectre atmosphérique est calculé par le logiciel de transfert radiatif et échantillonné sur la base spectrale des nombres d'ondes 1B (i.e. de IDefNsFirst1b à IDefNsLast1b par pas de IDefSpectDWn1b)

La longueur d'onde apparente du laser Rpd est caractérisée en recette.

La dimension de la transformée de Fourier est définie en recette et modifiée en opération si besoin est.

Le cutoff de rapport signal sur bruit est défini en recette et modifié en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction inverse de Planck.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 301

of : 502

Fiche : 54 | Version : 1.4 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : RSC

**Initialisation des spectres réduits
des visées de l'espace froid**

Principe :

Initialiser les valeurs des spectres complexes réduits des visées de l'espace froid pour l'algorithme bord de détermination du NZPD.

La méthode est basée sur l'exploitation des interférogrammes des visées de calibration obtenus par l'intermédiaire des données de vérification et une connaissance à priori des fonctions d'erreur de phase de l'instrument.

On applique la méthode de Connes qui analyse la phase de la transformée de Fourier des interférogrammes.

La transformée de Fourier est effectuée autour du centre de gravité de l'interférogramme.

Le centre de gravité est défini comme la moyenne des centres de gravité quadratique des parties supérieures et inférieures à la ligne de base de l'interférogramme.

La pente de la composante linéaire de la phase du spectre ainsi obtenue donne la position NZpd de l'échantillon la plus proche du Zpd.

Le spectre réduit est obtenu par transformée de Fourier d'une partie de l'interférogramme centrée sur le NZpd.

Entrées :

Plage de recherche de la frange centrale DNCF

Position estimée de la frange centrale NsCF

Plage de calcul du centre de gravité DNGC

Offset estimé du Zpd par rapport au NZpd OffsetZpdCS

Interférogramme espace froid issu des données de vérification Interf(m)

Fonction d'erreur de phase interne PhiInt(n)

Dimension de la transformée de Fourier réduite NSrdFT

Numéros des premiers et derniers échantillons :

-Début de bande NsSrdfirst

-Fin de bande NsSrdlast

Largeur d'un échantillon du spectre réduit DWnSrd

Nombre d'onde apparent du laser d'échantillonnage RpdWn

Sorties :

Offset calculé du Zpd OffsetZpdCS

Numéro du Zpd NZpdCS

Spectres réduits espace froid SrdCS

Valeur du Zpd réel Zpd

Centre de gravité Cog

Position approximative de la frange centrale NZpdApprox

Pente de la droite d'ajustement PhaseSlopeCS

Valeur RMS de l'erreur d'ajustement LinAdjustRmsCS

Pseudo-code :

Calcul de la valeur moyenne de l'interférogramme entre les points N1 = NsCF-DNCF et N2 = NsCF+DNCF

$$\text{MeanInterf} = \frac{1}{2 \cdot \text{DNCF} + 1} \cdot \sum_{n=N1}^{n=N2} \text{Interf}(n)$$

Recherche de la position de la frange centrale parmi les points de l'interférogramme situés entre N1 et N2

NZpdApprox est tel que :

$$\| \text{Interf}(\text{NZpdApprox}) - \text{MeanInterf} \| = \text{maximum}(\| \text{Interf}(n) - \text{MeanInterf} \|)$$

Calcul de la valeur moyenne de l'interférogramme entre les points N1 = NZpdApprox - DNGC et N2 = NZpdApprox + DNGC

$$\text{MeanInterf} = \frac{1}{2 \cdot \text{DNGC} + 1} \cdot \sum_{n=N1}^{n=N2} \text{Interf}(n)$$

Calcul des centres de gravité supérieurs et inférieurs à la valeur moyenne pour les points de l'interférogramme entre N1 et N2

pour nsup tel que Interf(nsup) > MeanInterf

$$\text{CogSup} = \frac{\sum_{n \text{ sup}} n \text{ sup} \cdot (\text{Interf}(n \text{ sup}) - \text{MeanInterf})^2}{\sum_{n \text{ sup}} (\text{Interf}(n \text{ sup}) - \text{MeanInterf})^2}$$

pour ninf tel que Interf(ninf) < MeanInterf

$$\text{CogInf} = \frac{\sum_{n \text{ inf}} n \text{ inf} \cdot (\text{Interf}(n \text{ inf}) - \text{MeanInterf})^2}{\sum_{n \text{ inf}} (\text{Interf}(n \text{ inf}) - \text{MeanInterf})^2}$$

Calcul du centre de gravité moyen

$$\text{Cog} = \frac{\text{CogInf} + \text{CogSup}}{2}$$

Numéro de l'échantillon le plus proche

$$\text{Ncog} = \text{partie entière de } (\text{Cog} + 0.5)$$

Calcul des positions spectrales des échantillons du spectre réduit

$$\text{Wn}(n) = (n-1) \cdot \text{DWnSrd} \text{ pour } n \text{ variant de } \text{NsSrdfirst} \text{ à } \text{NsSrddlast}$$

Calcul du spectre réduit correspondant à la position Ncog

On effectue la transformée de Fourier inverse de NSrdFT échantillons de l'interférogramme centrés sur le point Ncog

Extraction de la bande utile du spectre Srd(n) entre NsSrdfirst et NsSrddlast



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 303

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Calcul de la phase et du carré du module

$$\text{ModulSrd}(n) = \text{Srd}(n) \cdot \text{Srd}(n)^*$$

*** = conjugué complexe**

$$\text{PhaseSrd}(n) = \text{Arctangente} \left(\frac{\text{Imaginaire}(\text{Srd}(n))}{\text{Reel}(\text{Srd}(n))} \right)$$

Correction de la phase des sauts de $-\Pi$ à $+\Pi$

Correction des fonctions d'erreur de phase

$$\text{PhaseSrd}(n) = \text{PhaseSrd}(n) - \text{PhiInt}(n)$$

Ajustement linéaire de la phase au sens des moindres carrés pondérés qui donne

$$A0, A1 \text{ tels que } \text{PhaseSrd}(n) = A1 \cdot Wn(n) + A0 + \text{résidu}$$

avec une pondération $w(n) = \text{ModulSrd}(n)$

Position du Zpd

$$Zpd = ncog + \frac{A1}{2\Pi} \times 2RpdWn$$

Echantillon NZpd

$$NZpdCS = \text{partie entière} [Zpd + 0.5 + \text{OffsetZpdCS}]$$

Calcul de l'offset

$$\text{OffsetZpdCS} = Zpd - NZpdCS$$

Calcul du spectre réduit SrdCS pour la position NZpdCS

On effectue la transformée de Fourier de NSrdFT échantillons de l'interférogramme centrés sur le point NZpdCS

Calcul de la pente de la phase du spectre réduit PhaseSlopeCS en effectuant de nouveau les opérations depuis le calcul de la phase et du carré du module jusqu'à l'ajustement linéaire

$$\text{PhaseSlopeCS} = A1$$

Calcul de l'erreur de linéarisation Rms

$$\text{LinAdjustRmsCS} = \sqrt{\frac{\sum_n w(n) * (\text{PhaseSrd}(n) - (A0 + A1 \cdot Wn(n)))^2}{\sum_n w(n)}}$$


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 304 of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

La fonction d'erreur de phase interne sont déterminées par modélisation (initialement 0) et affinées en opération si besoin est voir *fiche 60_PEF*.

La dimension de la transformée de Fourier est imposée par celle de l'algorithme de Zpd (voir *fiches 04_Zpd et 54_RSC et 55_RSH*) pour l'initialisation du Zpd ; par contre, elle est fixée en recette en ce qui concerne le calcul des fonctions d'erreur de phase.

Les numéros des premier et dernier points ainsi que la largeur d'un échantillon sont déterminés en fonction de la dimension de la transformée de Fourier (voir *fiche 53_ZSB*).

La longueur d'onde apparente du laser d'échantillonnage est caractérisée en recette.

Les limites de recherche et la position estimée de la frange centrale sont définies en recette et modifiées en opération si besoin est. Idem pour la limite de calcul du centre de gravité.

L'interférogramme de l'espace froid est issu de la chaîne de traitement des données de vérification après correction de la non linéarité (voir *fiche 02_NLO*).

L'offset estimé du Zpd par rapport au peigne d'échantillonnage est caractérisé en recette et modifié en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Transformée de Fourier radix 2 inverse (réels \rightarrow complexes) (strictement conforme à celle employée par l'algorithme ZDP₄)

Régularisation d'une suite d'argument pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à Π et inversement

Ajustement linéaire aux moindres carrés

Arctangente définie entre $-\Pi$ et Π



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 305

of : 502

Fiche : 55 | Version : 1.4 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : RSH

**Initialisation des spectres réduits
des visées du corps noir chaud**

Principe :

Initialiser les valeurs des spectres complexes réduits des visées du corps noir chaud (BB) pour l'algorithme bord de détermination du NZPD.

La méthode est basée sur l'exploitation des interférogrammes des visées de calibration obtenus par l'intermédiaire des données de vérification et une connaissance à priori des fonctions d'erreur de phase de l'instrument.

La méthode employée diffère de celle de l'algorithme RSC_ 54. En effet, on veut que le NZPD choisi pour calculer le spectre réduit BB corresponde à la position du coin de cube qui a été choisie pour calculer le spectre réduit espace froid (CS).

Pour cela, on choisit le NZPD qui minimise le résidu non linéaire de la phase du spectre $S_{BB}(V) - S_{CS}(V)$. Pour plus de détails voir le §6.5.4 dans le corps de ce document.

Entrées :

Plage de recherche de la frange centrale DNCF

Position estimée de la frange centrale NsCF

Plage de calcul du centre de gravité DNGC

Interférogramme corps noir chaud issu des données de vérification Interf(m)

Fonction d'erreur de phase externe PhiExt(n)

Nombre de décalages de la transformée de Fourier NStepSrdFT

Dimension de la transformée de Fourier réduite NSrdFT

Numéros des premiers et derniers échantillons :

-Début de bande NsSrdfirst

-Fin de bande NsSrdlast

Largeur d'un échantillon du spectre réduit DWnSrd

Nombre d'onde apparente du laser d'échantillonnage RpdWn

Spectres réduits de l'espace froid SrdCS(n)

Sorties :

Offset calculé du Zpd OffsetZpdBB

Numéro du Zpd NZpdBB

Valeur du Zpd réel Zpd (n0)

Centre de gravité Cog

Position approximative de la frange centrale NZpdApprox

Spectres réduits corps noir chaud SrdBB(n)

Pente de la droite d'ajustement PhaseSlopeBB

Valeur RMS de l'erreur d'ajustement LinAdjustRmsBB

Pseudo-code :

Calcul de la valeur moyenne de l'interférogramme entre les points N1 = NsCF-DNCF et N2 = NsCF+DNCF

$$\text{MeanInterf} = \frac{1}{2 \cdot \text{DNCF} + 1} \cdot \sum_{n=N1}^{n=N2} \text{Interf}(n)$$

Recherche de la position de la frange centrale parmi les points de l'interférogramme situés entre N1 et N2

NZpdApprox est tel que :

$$\| \text{Interf}(\text{NZpdApprox}) - \text{MeanInterf} \| = \text{maximum}(\| \text{Interf}(n) - \text{MeanInterf} \|)$$

Calcul de la valeur moyenne de l'interférogramme entre les points N1 = NZpdApprox - DNGC et N2 = NZpdApprox + DNGC

$$\text{MeanInterf} = \frac{1}{2 \cdot \text{DNGC} + 1} \cdot \sum_{n=N1}^{n=N2} \text{Interf}(n)$$

Calcul des centres de gravité supérieurs et inférieurs à la valeur moyenne pour les points de l'interférogramme entre N1 et N2

pour nsup tel que $\text{Interf}(\text{nsup}) > \text{MeanInterf}$

$$\text{CogSup} = \frac{\sum_{n \text{ sup}} n \text{ sup} \cdot (\text{Interf}(n \text{ sup}) - \text{MeanInterf})^2}{\sum_{n \text{ sup}} (\text{Interf}(n \text{ sup}) - \text{MeanInterf})^2}$$

pour ninf tel que $\text{Interf}(\text{ninf}) < \text{MeanInterf}$

$$\text{CogInf} = \frac{\sum_{n \text{ inf}} n \text{ inf} \cdot (\text{Interf}(n \text{ inf}) - \text{MeanInterf})^2}{\sum_{n \text{ inf}} (\text{Interf}(n \text{ inf}) - \text{MeanInterf})^2}$$

Calcul du centre de gravité moyen

$$\text{Cog} = \frac{\text{CogInf} + \text{CogSup}}{2}$$

Numéro de l'échantillon le plus proche

$$\text{Ncog} = \text{partie entière de } (\text{Cog} + 0.5)$$

Calcul des positions spectrales des échantillons du spectre réduit

$$\text{Wn}(n) = (n-1) \cdot \text{DWnSrd} \text{ pour } n \text{ variant de } \text{NsSrdfirst} \text{ à } \text{NsSrdlast}$$

Boucle sur les positions autour de Ncog

$$\text{ndec varie de } \text{Ncog} - \text{NStepSrdFT} \text{ à } \text{Ncog} + \text{NStepSrdFT}$$

Calcul du spectre réduit correspondant à la position ndec

On effectue la transformée de Fourier inverse de NSrdFT échantillons de l'interférogramme centrés sur le point ndec

Extraction de la bande utile du spectre Srd(n) entre NsSrdfirst et NsSrdlast



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 307

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Soustraction des contributions internes n varie de NsSrdfirst à NsSrdlast

$$\text{Srd}(n) = \text{Srd}(n) - \text{SrdCS}(n)$$

Calcul de la phase et du carré du module

$$\text{ModulSrd}(n) = \text{Srd}(n) \cdot \text{Srd}(n)^*$$

*** = conjugué complexe**

$$\text{PhaseSrd}(n) = \text{Arctangente} \left(\frac{\text{Imaginaire}(\text{Srd}(n))}{\text{Reel}(\text{Srd}(n))} \right)$$

Correction de la phase des sauts de $-\Pi$ à $+\Pi$

Correction des fonctions d'erreur de phase

$$\text{PhaseSrd}(n) = \text{PhaseSrd}(n) - \text{PhiExt}(n)$$

Ajustement linéaire de la phase au sens des moindres carrés pondérés qui donne

A0(ndec), A1(ndec) tels que $\text{PhaseSrd}(n) = \text{A1}(\text{ndec}) \cdot \text{Wn}(n) + \text{A0}(\text{ndec}) + \text{résidu}$ avec une pondération $w(n) = \text{ModulSrd}(n)$

Calcul de l'erreur de linéarisation Rms

$$\text{LinError}(\text{ndec}) = \sqrt{\frac{\sum_n w(n) * (\text{PhaseSrd}(n) - (\text{A0}(\text{ndec}) + \text{A1}(\text{ndec}) \cdot \text{Wn}(n)))^2}{\sum_n w(n)}}$$

Calcul de la position réelle du Zpd

$$\text{Zpd}(\text{ndec}) = \text{ndec} + (\text{A1}(\text{ndec}) / 2\Pi) * 2 * \text{RpdWn}$$

Fin de boucle sur les positions autour de la position Ncog

Position du Zpd

Recherche de la position n0 telle que :

LinError(n0) soit minimale

Echantillon NZpd

$$\text{NZpdBB} = \text{n0}$$

Calcul de l'offset

$$\text{OffsetZpdBB} = \text{Zpd}(\text{n0}) - \text{NZpdBB}$$

Calcul du spectre réduit SrdBB pour la position NZpdBB

On effectue la transformée de Fourier de NSrdFT échantillons de l'interférogramme centrés sur le point NZpdBB

Pente de la droite d'ajustement

$$\text{PhaseSlopeBB} = \text{A1}(\text{n0})$$

Erreur d'ajustement linéaire

$$\text{LinAdjustRmsBB} = \text{LinError}(\text{n0})$$


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 308 of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

La fonction d'erreur de phase externe est la fonction d'erreur de phase modélisée voir *fiche 74_SDB*.

La dimension de la transformée de Fourier est imposée par celle de l'algorithme de Zpd (voir *fiches 04_Zpd et 54_RSC et 55_RSH*) pour l'initialisation du Zpd ; par contre, elle est fixée en recette en ce qui concerne le calcul des fonctions d'erreur de phase (a priori 4096).

Les numéros des premier et dernier points ainsi que la largeur d'un échantillon sont déterminés en fonction de la dimension de la transformée de Fourier (voir *fiche 53_ZSB*).

La longueur d'onde apparente du laser d'échantillonnage est caractérisée en recette.

Les limites de recherche et la position estimée de la frange centrale sont définies en recette et modifiées en opération si besoin est. Idem pour la limite de calcul du centre de gravité.

L'interférogramme du corps noir chaud est issu de la chaîne de traitement des données de vérification après correction de la non linéarité (voir *fiche 02_NLC*).

Le spectre réduit de l'espace froid et ses caractéristiques sont issus de l'algorithme précédent voir *fiche 54_RSC*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Transformée de Fourier radix 2 inverse (réels \rightarrow complexes) (strictement conforme à celle employée par l'algorithme ZDP₄)

Régularisation d'une suite d'argument pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à Π et inversement

Ajustement linéaire aux moindres carrés

Arctangente définie entre $-\Pi$ et Π



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 309

of : 502

Fiche : 56	Version : 2.1	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre : SBL	Calcul des limites de bandes
--------------------	-------------------------------------

Principe :

Les limites de bande spectrales sont définies par le besoin mission pour le début de la bande b1 et la fin de la bande b3 et par l'instrument pour les autres limites (fréquences de coupures de l'instrument et nombre maximum d'échantillons à traiter).

Cet algorithme fixe les limites de bandes spectrales en respectant 3 critères :

- dans chaque bande valeur maximum du bruit,
 - dans les bandes de recouvrement ratio entre les bruits des 2 bandes compris entre 1/3 et 3 (typiquement),
 - contraintes de dimensionnement imposées par le DPS.
- et calcule les poids de recombinaison des bandes spectrales.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 310

of : 502

Entrées :

Limites inférieure spectrale mission **WnfirstSpect**

Limites supérieure spectrale mission **WnlastSpect**

Largeur nominale d'un échantillon **DWnSpect**

Largeur nominale d'un échantillon **DWnSpect1b**

Limites de bandes initiales :

-Début b1 **NsfirstInitb1**

-Début b2 **NsfirstInitb2**

-Début b3 **NsfirstInitb3**

-Fin b1 **NslastInitb1**

-Fin b2 **NslastInitb2**

-Fin b3 **NslastInitb3**

Limites de recherche :

-Début b1 **NsfirstNedTb1**

-Début b2 **NsfirstNedTb2**

-Début b3 **NsfirstNedTb3**

-Fin b1 **NslastNedTb1**

-Fin b2 **NslastNedTb2**

-Fin b3 **NslastNedTb3**

Spectres de bruit radiométrique large bande :

-Bande 1 **NedTb1(n)**

-Bande 2 **NedTb2(n)**

-Bande 3 **NedTb3(n)**

Niveau de bruit admissible :

-Bande 1 **NoiseCutoffb1**

-Bande 2 **NoiseCutoffb2**

-Bande 3 **NoiseCutoffb3**

Facteur de bruit **NoiseFactor**

Contraintes du DPS :

-Nombre de points maximum par bande **NbSplMaxBand(nb)**

-Nombre de points maximum du spectre recombinaé **NbSplMaxSpectR**

-Nombre maximum de points de recouvrement B1/B2 **NbMergeMaxb1b2**

-Nombre maximum de points de recouvrement B2/B3 **NbMergeMaxb2b3**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 311

of : 502

Sorties :

Numéros des échantillons spectraux à traiter par bande spectrale :

- Début de bande b1 **Nsfirstb1**
- Début de bande b2 **Nsfirstb2**
- Début de bande b3 **Nsfirstb3**
- Fin de bande b1 **Nslastb1**
- Fin de bande b2 **Nslastb2**
- Fin de bande b3 **Nslastb3**

Limites des bandes de recouvrement

- Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B1 et B2 **NsfirstMb1b2**
- Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B2 et B3 **NsfirstMb2b3**
- Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B1 et B2 **NslastMb1b2**
- Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B2 et B3 **NslastMb2b3**

Poids de recombinaison des bandes :

- Interbande b1b2 **WgtMb1b2(n)**
- Interbande b2b3 **WgtMb2b3(n)**

Niveau maximum de bruit dans les bandes initiales **NoiseInitMax**

Niveau maximum de bruit dans les nouvelles bandes **NoiseMax**

Rapport des bruits dans l'interbande (bandes initiales) b1b2 :

- Minimum **NoiseRatioInitMinb1b2**
- Maximum **NoiseRatioInitMaxb1b2**

Rapport des bruits dans l'interbande (nouvelles bandes) b1b2 :

- Minimum **NoiseRatioMinb1b2**
- Maximum **NoiseRatioMaxb1b2**

Rapport des bruits dans l'interbande (bandes initiales) b2b3 :

- Minimum **NoiseRatioInitMinb2b3**
- Maximum **NoiseRatioInitMaxb2b3**

Rapport des bruits dans l'interbande (nouvelles bandes) b2b3 :

- Minimum **NoiseRatioMinb2b3**
- Maximum **NoiseRatioMaxb2b3**

Flag d'erreur de détermination **FlagErrorLimits**

Flags de dépassement du bruit **FlagNoiseError**

**Pseudo-code :**

Initialisation du Flag FlagErrorLimit = NON

Calcul des numéros d'échantillons extrêmes (en échantillons 1A)

$Nsfirstb1 = \text{partie entière } [WnfirstSpect/DWnSpect] + 1$

$Nslastb3 = \text{partie entière } [WnlastSpect/DWnSpect] + 1$

Calcul des limites du recouvrement B1/B2

Recherche du plus grand n dans $[NsfirstNeDTb2, NslastNeDTb1]$

tel que $NeDTb1(n)/NeDTb2(n) < 1/NoiseFactor$

$Nsfirstb2 = n$

Recherche du plus petit n dans $[NsfirstNeDTb2, NslastNeDTb1]$

tel que $NeDTb1(n)/NeDTb2(n) > NoiseFactor$

$Nslastb1 = n$

Si l'une de ces 2 recherches échoue ou si $Nslastb1 < Nsfirstb2$ alors FlagErrorLimits=OUI

Sinon

Recherche du plus petit n dans $[Nsfirstb2, Nslastb1]$

tel que $NeDTb1(n) > NoiseCutoffb1$

$Nslastb1 = n$

Recherche du plus grand n dans $[Nsfirstb2, Nslastb1]$

tel que $NeDTb2(n) > NoiseCutoffb2$

$Nsfirstb2 = n$

Si l'une de ces 2 recherches échoue ou si $Nslastb1 < Nsfirstb2$ FlagErrorLimits=OUI

Calcul des limites du recouvrement B2/B3

Recherche du plus grand n dans $[NsfirstNeDTb3, NslastNeDTb2]$

tel que $NeDTb2(n)/NeDTb3(n) < 1/NoiseFactor$

$Nsfirstb3 = n$

Recherche du plus petit n dans $[NsfirstNeDTb3, NslastNeDTb2]$

tel que $NeDTb2(n)/NeDTb3(n) > NoiseFactor$

$Nslastb2 = n$

Si l'une de ces 2 recherches échoue ou si $Nslastb2 < Nsfirstb3$ alors FlagErrorLimits=OUI

Sinon

Recherche du plus petit n dans $[Nsfirstb3, Nslastb2]$

tel que $NeDTb2(n) > NoiseCutoffb2$

$Nslastb2 = n$

Recherche du plus grand n dans $[Nsfirstb3, Nslastb2]$

tel que $NeDTb3(n) > NoiseCutoffb3$

$Nfirstb3 = n$

Si l'une de ces 2 recherches échoue ou si $Nslastb2 < Nsfirstb3$ FlagErrorLimits=OUI



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 313

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Conversion des numéros d'échantillon 1B en numéros d'échantillon 1A

$Nsfirstbj = \text{Round}((Nsfirstbj-1) * DwnSpect1b / DwnSpect) + 1, (j=2,3)$

$Nslastbj = \text{Round}((Nslastbj-1) * DwnSpect1b / DwnSpect) + 1, (j=1,2)$

Contrôle des contraintes DPS

Vérification du nombre de points

si $Nslastb_3 - Nsfirstb_1 + 1 > NbSplMaxSpectr$

alors FlagErrorLimits = OUI

Réduction éventuelle des largeurs de bande pour tenir compte des contraintes DPS

Si $Nslastb_1 - Nsfirstb_1 + 1 > NsSplMaxBand(1)$ alors

Si $Nsfirstb_1 + NsSplMaxBand(1) - 1 > Nsfirstb_2$

$Nslastb_1 = Nsfirstb_1 + NsSplMaxBand(1) - 1$ # diminue Nslastb1

Sinon FlagErrorLimits=OUI

Si $Nslastb_3 - Nsfirstb_3 + 1 > NsSplMaxBand(3)$ alors

Si $Nslastb_3 - NsSplMaxBand(3) + 1 < Nslastb_2$

$Nsfirstb_3 = Nslastb_3 - NsSplMaxBand(3) + 1$ # augmente Nsfirstb3

Sinon FlagErrorLimits=OUI

Si $Nslastb_1 - Nsfirstb_2 + 1 > NbMergeMaxb1b2$

$Nsfirstb_2 = Nslastb_1 - NbMergeMaxb1b2 + 1$ # augmente Nsfirstb2

Si $Nslastb_2 - Nsfirstb_3 + 1 > NbMergeMaxb2b3$

$Nslastb_2 = Nsfirstb_3 + NbMergeMaxb2b3 - 1$ # diminue Nslastb2

Si $Nslastb_2 - Nsfirstb_2 + 1 > NsSplMaxBand(2)$ alors

Si $Nsfirstb_3 - Nslastb_1 < NsSplMaxBand(2)$

$Nsfirst = Nslastb_1$

$Nslast = Nsfirstb_3$

Boucle d'élargissement de la bande b2

$Nsfirst = Nsfirst - 1$

$Nslast = Nslast + 1$

Si $Nslast - Nsfirst + 1 > NsSplMaxBand(2) - 2$ sortie de boucle

Si $Nsfirst \leq Nsfirstb_2$ sortie de boucle

Si $Nslast \geq Nslastb_2$ sortie de boucle

$Nsfirstb_2 = Nsfirst$

$Nslastb_2 = Nslast$

Sinon FlagErrorLimits=OUI



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 314

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Conversion des numéros d'échantillon 1A en numéros d'échantillon 1B

$Nsfirstbj1B = \text{Round}((sfirstbj-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

$Nslastbj1B = \text{Round}((slastbj-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

$NsfirstInitbj = \text{Round}((NsfirstInitbj-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

$NslastInitbj = \text{Round}((NslastInitbj-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

Vérification du niveau max de bruit dans les bandes initiales bi i de 1 à 3

$\text{NoiseInitMax}(bi) = \max(\text{NedTbi}(n), \text{pour } n \text{ de } NsfirstInitbi \text{ à } NslastInitbi)$

Vérification du niveau max de bruit dans les nouvelles bandes bi i de 1 à 3

$\text{NoiseMax}(bi) = \max(\text{NedTbi}(n), \text{pour } n \text{ de } Nsfirstbi1B \text{ à } Nslastbi1B)$

Si $\text{NoiseMax}(bi) > \text{NoiseCutoffbi}$ Alors $\text{FlagNoiseError}(bi) = \text{OUI}$

Sinon $\text{FlagNoiseError}(bi) = \text{NON}$

Vérification du rapport des bruit dans les zones de recouvrement initiales bibj (b1b2, b2b3)

$\text{NoiseRatioInitMaxbibj} = \max(\text{NedTbi}(n) / \text{NedTbj}(n), n = NsfirstInitbj \text{ à } NslastInitbi)$

$\text{NoiseRatioInitMinbibj} = \min(\text{NedTbi}(n) / \text{NedTbj}(n), n = NsfirstInitbj \text{ à } NslastInitbi)$

Vérification du rapport des bruit dans les nouvelles zones de recouvrement bibj (b1b2, b2b3)

$\text{NoiseRatioMaxbibj} = \max(\text{NedTbi}(n) / \text{NedTbj}(n), n = Nsfirstbj1B \text{ à } Nslastbi1B)$

$\text{NoiseRatioMinbibj} = \min(\text{NedTbi}(n) / \text{NedTbj}(n), n = Nsfirstbj1B \text{ à } Nslastbi1B)$

Calcul des poids normalisés de combinaison des bandes spectrales pour les deux zones
pour n variant de $Nsfirstb2$ à $Nslastb1$

$n1b = \text{Round}((n-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

$$\text{WgtMb1b2}(n) = \frac{\text{NedTb2}(n1b)^2}{\text{NedTb1}(n1b)^2 + \text{NedTb2}(n1b)^2}$$

pour n variant de $Nsfirstb3$ à $Nslastb2$

$n1b = \text{Round}((n-1) * DwnSpect / DwnSpect1b) + 1$

$$\text{WgtMb2b3}(n) = \frac{\text{NedTb3}(n1b)^2}{\text{NedTb2}(n1b)^2 + \text{NedTb3}(n1b)^2}$$

Limites des bandes de recouvrement

$NsfirstMb1b2 = Nsfirstb2$

$NslastMb1b2 = Nslastb1$

$NsfirstMb2b3 = Nsfirstb3$

$NslastMb2b3 = Nslastb2$



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 315

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres de bruits et leurs caractéristiques sont calculés par l'algorithme de détermination du bruit radiométrique. Voir *fiche 68_NLB*.

Les limites de bandes spectrales missions et la largeur nominale d'un échantillon sont spécifiées.

Les contraintes DPS sont définies par la spécification du DPS.

Le niveau de bruit admissible par bande est défini en recette et modifié en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 316

of : 502

Fiche : 57 | Version : 2.1 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : CCO Calcul de l'offset long terme du mouvement du coin de cube

Principe :

L'offset du mouvement du coin de cube caractérise la non coïncidence du coin de cube mobile lorsqu'il passe à la position neutre ($x = 0$) avec l'image du coin de cube fixe à travers la lame séparatrice.

Cet offset entraîne un déplacement du point de différence de marche nulle par rapport à la position neutre. Ce déplacement est variable selon la direction de visée (4 pixels).

La valeur du déplacement est contenue dans la valeur du Zpd obtenu sur les 4 pixels par l'algorithme d'initialisation des spectres réduits (voir *fiche 54_RSC*).

L'algorithme consiste à résoudre le système de 4 équations obtenues en écrivant que le produit scalaire du vecteur C1C2 par la direction de visée est égal à 0 au Zpd (3 équations seulement dans le cas dégradé « 1 pixel manquant »). Le principe de l'algorithme reste le même dans ce cas. L'offset chromatique est pris en compte.

L'algorithme est appliqué nominalement aux visées Black Body.

Entrées :

Direction du mouvement du coin de cube	CD
Numéro du pixel de référence	PNref
Nombre d'onde du laser Rpd	RpdWn
Barycentre des IPSF	IPsfBaryCentreY(npix) IPsfBaryCentreZ(npix)
Offset chromatique des pixels	OffsetChromX(npix) OffsetChromY(npix) OffsetChromZ(npix)
Retard des chaînes du MAS	MASDelay(npix)
Vitesse du coin de cube	Vcc
Valeur réelle du Zpd	Zpd(npix)

Sorties :

Coordonnées du vecteur offset du coin de cube :

- Selon X **OffsetCCMx**
- Selon Y **OffsetCCMy**
- Selon Z **OffsetCCMz**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 317

of : 502

Pseudo-code :

Correction des retards des chaines analogiques

$$Zpd(PN) = Zpd(PN) - MASDelay(PN) * 4 * Vcc * RpdWn$$

Coefficients des équations linéaires pour tous les pixels (cf. formule (6-10) corps du doc.)

$$Vx(PN) = 1$$

$$Vy(PN) = IPsfBaryCentreY(PN) / \sqrt{1 - IPsfBaryCentreY(PN)^2 - IPsfBaryCentreZ(PN)^2}$$

$$Vz(PN) = IPsfBaryCentreZ(PN) / \sqrt{1 - IPsfBaryCentreY(PN)^2 - IPsfBaryCentreZ(PN)^2}$$

Calcul du différentiel de zpd inter pixel pour tous les pixels

$$\text{Si } CD = 1 \quad \text{DiffZpd}(PN) = Zpd(PN) - Zpd(PN_{ref})$$

$$\text{Si } CD = 0 \quad \text{DiffZpd}(PN) = 1 - (Zpd(PN) - Zpd(PN_{ref}))$$

Résolution du système linéaire au sens des moindres carrés --> (A0,A1,A2)

$$Y(PN) = A0 + (A1 * X1(PN)) + (A2 * X2(PN)) \quad PN = 1 \text{ à } 4$$

avec

$$X1(PN) = Vy(PN)$$

$$X2(PN) = Vz(PN)$$

et

$$\begin{aligned} Y(PN) = & + Vx(PN) * (-DiffZpd(PN) / (4 * RpdWn) + OffsetChromX(PN)) \\ & + Vy(PN) * OffsetChromY(PN) \\ & + Vz(PN) * OffsetChromZ(PN) \end{aligned}$$

$$OffsetCCMx = A0$$

$$OffsetCCMy = A1$$

$$OffsetCCMz = A2$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les vecteurs directions de visées (directions des barycentres des Ipsf) sont caractérisés en recette et recalés en opération sur la direction de l'axe interférométrique.

Le nombre d'onde apparente du laser Rpd est caractérisée en recette.

Les Zpd sont déterminés à partir des interférogrammes de vérification BB (nominalement) sur lesquels est appliqué l'algorithme RSC (voir *fiche 54_RSC*) suivi d'une mise en cohérence sur les 4 (ou 3) pixels (voir §6.4.3.3 du document) au moyen des BZpdNzpd déterminés à bord (voir *fiche 04_ZPD*).

La valeur du retard des chaines MASDelay dépend de la bande (SB) et est initialisée à partir des mesures réalisées par la fonction de surveillance associée (§8.2.6)

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Résolution au sens des moindres carrés d'un système linéaire surdéterminé.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 318

of : 502

Fiche : 58

Version : 1.2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : WNP Calcul des phases naturelles d'une fenêtre spectrale

Principe :

On définit une fenêtre spectrale contenant un système de transitions spectroscopiques périodique et on calcule la phase naturelle de cette structure.

La fenêtre spectrale est déterminée par un peigne de transitions spectroscopiques de l'isotope majoritaire d'une molécule atmosphérique.

Ce peigne de transitions est quasi-périodique sur la base des nombres d'ondes. L'algorithme consiste à construire une base de pseudo-nombres d'ondes qui rende périodique le peigne de transitions spectroscopiques.

La deuxième étape de cet algorithme est chargée de calculer la phase naturelle d'un spectre atmosphérique simulé sur la fenêtre spectrale.

La phase naturelle d'un spectre est définie comme l'ensemble des valeurs des phases de la fondamentale et de ses harmoniques dans la transformée de Fourier du spectre atmosphérique simulé et échantillonné sur la base de pseudo-nombres d'ondes définie à la première étape.

Le spectre atmosphérique simulé en entrée de l'algorithme est suréchantillonné d'un facteur valant environ 8 ou 10 par rapport à l'échantillonnage nominal de IASI.

Entrées :

Nombre de transitions spectroscopiques sélectionnées **NbSR**

Positions en nombre d'onde de ces transitions **WnSR(n)**

Largeur nominale d'un échantillon spectral **DWnSpect**

Nombre d'harmoniques représentables (0 pour la fondamentale) **Nharmonic**

Caractéristique d'absorption (-1) ou d'émission (+1) de la fenêtre spectrale **Sign**

Largeur à mi-hauteur de gaussienne de windowing **SigG**

Numéro du premier échantillon spectral **OSNsfirst**

Numéro du dernier échantillon spectral **OSnslast**

Largeur spectrale d'un échantillon du spectre suréchantillonné **DWnOSSpect**

Radiances du spectre modélisé **RdSS(n)**

Sorties :

Espacement entre deux transitions spectroscopique au centre de la fenêtre **DWnSWref**

Nombre d'onde représentatif de la fenêtre spectrale **WnSWref**

Nombre d'échantillons spectraux entre deux transitions **NsSSR**

Nombre d'échantillons dans la fenêtre spectrale **NsSW**

Position spectrale de la fenêtre périodisée **WnSW**

Nombre d'échantillons de la transformée de Fourier **NsFFT**

Modules des harmoniques **ModulNat(nh)**

Phases naturelles des harmoniques **PhaseNat(nh)**

Pseudo-code :

Calcul des positions spectrales des échantillons du spectre modélisé pour n de OSNsfirst à OSNslast

$$WnSS(n) = (n-1) \cdot DWnOSSpect$$

Calcul de l'espacement moyen entre deux transitions au centre de la fenêtre

$$DWnSWref = (WnSR(NbSR/2+2) - WnSR(NbSR/2))/2$$

Calcul du nombre d'onde représentatif de la fenêtre, avec pondération par la distorsion du peigne de transitions :

$$WnSWref = WnSR(NbSR/2 + 1) + DWnSWref / (NbSR - 1) \times$$

$$\sum_{n=1}^{NbSR-1} \frac{(WnSR(n+1) + WnSR(n))/2 - WnSR(NbSR/2+1)}{WnSR(n+1) - WnSR(n)}$$

Calcul de l'espacement moyen entre deux transitions sur toute la fenêtre

$$DWnSRM = \left(\frac{1}{NbSR-1} \right) \sum_{n=1}^{NbSR-1} (WnSR(n+1) - WnSR(n))$$

Calcul du nombre minimum d'échantillons spectraux entre deux transitions respectant l'échantillonnage nominal du spectre

$$NsSSR = \text{Partie entière} \left[\frac{DWnSRM}{DWnSpect} \right] * 2$$

Calcul du nombre minimum d'échantillons pour représenter les harmoniques

$$NsSHar = 2 \times (Nharmonic + 1) * (NbSR - 1)$$

Calcul du nombre d'échantillons spectraux entre deux transitions

$$NsSSR \geq \text{Partie entière} \left(\frac{\text{Sup}(NsSHar, NsSSR * (NbSR - 1))}{NbSR - 1} \right) \text{ et } NsSSR = 2^n$$

On en déduit le nombre d'échantillons dans la fenêtre

$$NsSW = NsSSR \times (NbSR - 1) + 2 \cdot \text{Partie entière} (NsSSR/2) + 1$$

On en déduit la dimension de la transformée de Fourier

$$NsFFT \geq NsSW - 1 \text{ et } NsFFT = 2^n$$

Calcul des positions spectrales des échantillons de la fenêtre périodisée

Calcul les positions spectrales WnSW des échantillons de la fenêtre périodique à partir des positions spectrales des transitions WnSR

Pour n de 1 à NbSR-1

$$DWn = WnSR(n+1) - WnSR(n)$$

$$DWn2 = DWn / NsSSR$$

Si (n=1) Alors

$$\text{De } ni=1, \text{ floor}(NsSSR/2)$$

$$WnSW(ni) = WnSR(n) + (ni - \text{floor}(NsSSR/2) - 1) * DWn2$$

Fin de boucle sur ni

Fsi

$$\text{De } ni=1, NsSSR$$

$$nc = ni + (n-1) * NsSSR + \text{floor}(NsSSR/2)$$

$$WnSW(nc) = WnSR(n) + (ni-1) * DWn2$$

Fin de boucle sur ni

Fin de boucle sur n



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 320

of : 502

Pseudo-code (suite) :

De $n_i=1$, $\text{floor}(N_sSSR/2)+1$

$nc = n_i + (NbSR-1)*N_sSSR + \text{floor}(N_sSSR/2)$

$WnSW(nc) = WnSR(NbSR) + (n_i-1)*DWn2$

Fin de boucle sur n_i

Calcul des radiances sur la base des échantillons spectraux de la fenêtre périodique :

$RdSS(n)$ défini sur la base spectrale $WnSS(n)$

donnent par interpolation cubique spline

$RdSW(m)$ définis sur la base $WnSW(m)$

Amortissement des extrémités de la fenêtre spectrale $RdSW$

On applique la technique de "windowing" pour amortir les extrémités de la fenêtre en utilisant une gaussienne de demi-largeur $SigG$

Transformée de Fourier complexe des radiances de la fenêtre spectrale

On obtient la transformée de Fourier FFT_{SW} des N_sFFT échantillons de radiançe $RdSW$ en complétant par des zéros si $N_sSW < N_sFFT$

Calcul des modules et phases des harmoniques générés par la structure périodique

Boucle sur le nombre d'harmonique $nh = 1, N_{harmonic}$

Abscisse de l'harmonique

$NabsHar = (nh) \times ((N_sFFT) / N_sSSR) + \text{PartieEntiere}(N_sFFT/2) + 1$

Module de l'harmonique

$\text{ModulNat}(nh) = \sqrt{FFT_{SW}(NabsHar) \cdot FFT_{SW}(NabsHar)^*}$

* = conjugué complexe

Phase de l'harmonique

$\text{PhaseNat}(nh) = \text{Arctangente} [\text{Imaginaire}(FFT_{SW}(NabsHar) \cdot \text{Sign}) , \text{Réel}(FFT_{SW}(NabsHar) \cdot \text{Sign})]$

(L'arctangente doit être définie entre $-\Pi$ et Π)

Fin de boucle sur les harmoniques

Construction des paramètres d'entrée :

La largeur nominale d'un échantillon est définie en recette.

Les transitions spectroscopiques sont choisies dans une banque de données spectroscopiques en recette et peuvent être modifiées par le CET.

Le nombre d'harmoniques représentables est défini en recette et peut être modifié par le CET.

Les caractéristiques (absorption/émission) de la fenêtre spectrale sont définies en recette.

La largeur de windowing est définie en recette et peut être modifiée par le CET.

Le spectre modélisé (positions spectrales et radiances) est issu d'un modèle de transfert radiatif incluant la convolution par les fonctions d'instrument.

Ce spectre est modélisé en recette et modifié par le CET pour chaque évolution notable des fonctions d'instrument.



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 321

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique

Opérateur d'amortissement

Transformée de Fourier directe (réels \rightarrow complexes)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 322

of : 502

Fiche : 59	Version : 1.0	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre : SMA	Actualisation des coefficients de réflectivité du miroir de balayage
--------------------	---

Principe :

Le spectre mesuré et calibré de la visée CS2 (SP=33) en mode de calibration externe représente l'écart de réflectivité entre les visées CS2 et CS1 (SP=31). Après avoir moyenné sur une grande quantité de spectres mesurés et appliqué un lissage spectral, cette mesure permet de corriger la loi théorique de réflectivité spectrale pour tous les angles de visée du miroir de balayage.

$$R_c(SP) = \frac{(R(SP) - R(31))}{(R(31) - R(33))} * R(31) * \frac{Spectre(CS2)}{Planck(T_{Scan})}$$

Entrées :

Angles du miroir de balayage	IDefIASIScanAngle(SP=1,37)
Premier échantillon du spectre de SB1	Nsfirst
Dernier échantillon du spectre de SB3	Nslast
Echant. spectral nominal du spectre mesuré	DWnSpect
Angle banc optique	AngleOB
Paramètres de réflectivité	A(0:5)
	B(0:3)
	Alpha
Demi largeur du filtre glissant	SlideFilter
Limites pour le lissage des extrémités	Ns1
	Ns2
Température du miroir de balayage	TScan
Spectre moyen CS2	Sp_Rd_Mean

Sorties :

Réflectivité théorique	R(Ns=1,SpectSamplemx, SP=1,37)
Réflectivité corrigée	R_Corrige(Ns=1,SpectSamplemx, SP=1,37)
Statistique du terme de correction filtré	RCS1_RCS2_Mean(Ns=1,SpectSamplemx)
	RCS1_RCS2_Std(Ns=1,SpectSamplemx)
	RCS1_RCS2_Min(Ns=1,SpectSamplemx)
	RCS1_RCS2_Max(Ns=1,SpectSamplemx)
	RCS1_RCS2_PNMin(Ns=1,SpectSamplemx)
	RCS1_RCS2_PNMax(Ns=1,SpectSamplemx)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 323

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des positions nominale des échantillons pour n de 1 à SpectSamplemx

$$Wn0(n)=(n+N_{sFirst}-1).DWnSpect$$

$$SpectSamplemx=N_{slast}-N_{sfirst}+1$$

Calcul de la réflectivité théorique :

Pour tous les scan position SP = 1, 37

$$\Theta = (IDefIASIScanAngle(SP) - AngleOB) / 2.d0$$

Pour tous les échantillons spectraux Ns = 1 à SpectSamplemx

$$R0 = A0 + A1*Wn0(Ns) + A2*Wn0(Ns)**2 + A3*Wn0(Ns)**3 \\ + A4*Wn0(Ns)**4 + A5*Wn0(Ns)**5$$

$$Beta = B0 + B1*Wn0(Ns) + B2*Wn0(Ns)**2 + B3*Wn0(Ns)**3$$

$$R(Ns,SP) = R0 - Beta * (1.d0 - \cosinus(\Theta))**Alpha$$

Fin de boucle sur les échantillons spectraux

Fin de boucle sur les SP

Calcul de R(CS1)-R(CS2)

Pour tous les échantillons spectraux Ns = 1 à SpectSamplemx

Pour tous les pixels PN = 1, 4

$$RCS1_RCS2(Ns,PN) = Sp_Rd_Mean(Ns,PN) / Planck(Wn0(Ns),TScan)$$

Fin de boucle sur les pixels

Fin de boucle sur les échantillons spectraux

Calcul de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

Pour tous les pixels PN = 1 à 4

Filtrage sur Ns par moyenne glissante de demi largeur SlideFilter de RCS1_RCS2(Ns,PN)

Calcul de la statistique interpixel

Pour tous les échantillons spectraux Ns = 1 à SpectSamplemx

RCS1_RCS2_Mean(Ns) = moyenne sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

RCS1_RCS2_Std(Ns) = déviation standard sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

RCS1_RCS2_Min(Ns) = minimum sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

RCS1_RCS2_Max(Ns) = maximum sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

RCS1_RCS2_PNMin(Ns) = PN minimum sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

RCS1_RCS2_PNMax(Ns) = PN maximum sur les pixels de RCS1_RCS2_FILTER(Ns,PN)

Calcul de la réflectivité corrigée

Pour tous les scan position SP = 1, 37

Pour tous les échantillons spectraux Ns = 1 à SpectSamplemx

$$R_corrige(Ns,SP) = (R(Ns,SP) - R(Ns,31)) * RCS1_RCS2_Mean(Ns) \\ / (R(Ns,31) - R(Ns,33)) \\ + R(Ns,31)$$

Fin de boucle sur les échantillons spectraux

Fin de boucle sur les SP

Lissage des extrémités

$$DR1 = R(Ns1,SP) - R_corrige(Ns1,SP)$$

$$DR2 = R(Ns2,SP) - R_corrige(Ns2,SP)$$

Pour les échantillons de 1 à Ns1-1 : R_corrige(Ns,SP) = R(Ns,SP) - DR1

Pour les échantillons de Ns2+1 à SpectSamplemx : R_corrige(Ns,SP) = R(Ns,SP) - DR2



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 324

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Paramètres de calcul de la réflectivité théorique :

$\text{Alpha} = 2.025021795006196\text{d}+00$

$\text{A0} = 0.990321062548901\text{d}+00$

$\text{A1} = 8.55882915651307\text{d}-08$

$\text{A2} = -1.78954134095133\text{d}-12$

$\text{A3} = 1.2655561139943895\text{d}-17$

$\text{A4} = -4.047568272421617\text{d}-23$

$\text{A5} = 4.93856945220507\text{d}-29$

$\text{B0} = 0.01317942708207287\text{d}+00$

$\text{B1} = -9.016564423620942\text{d}-08$

$\text{B2} = 5.080288436050646\text{d}-13$

$\text{B3} = -9.01573075930177\text{d}-19$

Angle banc optique $\text{AngleOB} = 1.134464$

Angles du miroir de scan IDefIASIScanAngle

Valeurs pour les angles SP=31 à SP=37

$\text{SP}=31 : 2 * 0.174533 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=32 : 2 * 0.767945 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=33 : 2 * 1.003564 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=34 : -2 * 0.567232 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=35 : 2 * 3.141593 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=36 : -2 * 1.082104 + \text{AngleOB}$

$\text{SP}=37 : -2 * 1.082104 + \text{AngleOB}$

Demi largeur du filtre glissant $\text{SlideFilter}=50$

Spectre moyen mesuré sur CS2 (SP=33) les spectres sont acquis et calibrés en calibration externe visée CS2, on effectue la moyenne des spectres par pixel à partir du niveau 0 sur l'ensemble des données.

Limites spectrales pour le lissage des extrémités du spectre : $\text{Ns1}=200$, $\text{Ns2}=5750$

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck.

Fonction de calcul de la moyenne glissante avec gestion des extrémités.

Fonction de calcul statistique : moyenne, déviation standard, min, max, position du min, position du max.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 325

of : 502

Fiche : 60 | **Version : 1.2** | **INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE**

Titre : PEF Calcul des fonctions d'erreur de phase

Principe :

Les algorithmes d'initialisation du Zpd (fiches 54 et 55) et l'algorithme de détermination de l'offset long terme du mouvement du coin de cube (fiche 57) sont basés sur le principe de linéarisation de la phase d'un spectre complexe.

La qualité de cette linéarisation dépend de la connaissance des composantes non linéaires de cette phase que l'on appelle fonction d'erreur de phase.

Cet algorithme qui utilise les spectres complexes de la mesure de l'espace froid et de la différence entre la mesure du corps noir chaud et de l'espace froid, détermine les fonctions d'erreur de phase interne et externe.

Les spectres complexes utilisés sont les spectres réduits produits par les algorithmes d'initialisation du Zpd en phase d'initialisation et par l'algorithme de calcul du Zpd à bord en phase de surveillance.

L'algorithme consiste à extraire de la phase des spectres réduits la composante linéaire obtenue par ajustement linéaire aux moindres carrés.

L'effet du bruit radiométrique est filtré par accumulation de détermination et calcul des valeurs moyennes.

La composante linéaire résiduelle (défauts de l'ajustement linéaire aux moindres carrés dus à la présence de non linéarité) est obtenue par une itération supplémentaire du calcul des fonctions d'erreur de phase.

Si les fonctions d'erreur de phase ont une amplitude importante, le processus nécessite une itération :

- initialisation du Zpd avec des fonctions d'erreur de phase initiales nulles,
- calcul des fonctions d'erreur de phase,
- initialisation du Zpd avec les fonctions d'erreur de phase initiales calculées,
- calcul des fonctions d'erreur de phase corrigées de la composante linéaire résiduelle.

Entrées :

Numéro du premier échantillon des spectres réduits **NsSrdfirst**

Numéro du dernier échantillon des spectres réduits **NsSrdlast**

Nombre de spectres réduits **NbSrd**

Spectres réduits de l'espace froid **SrdCS(n, m)**

Spectres réduits du corps noir chaud **SrdBB(n,m)**

Fonction d'erreur de phase interne initiale **PhiIntIni(n)**

Fonction d'erreur de phase externe initiale **PhiExtIni(n)**

Nombre d'échantillons du filtre fréquentiel glissant **SlideFilterWn**

Largeur d'un échantillon spectral **DWnSrd**

Dimension de la Transformée de Fourier réduite pour les spectres réduits **NsSrdFT**

Dimension de la Transformée de Fourier réduite pour PEF **NsPefFT**



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 326

of : 502

Sorties :

Fonction d'erreur de phase interne finale **PhiInt(n)**

Fonction d'erreur de phase externe finale **PhiExt(n)**

Fonction d'erreur de phase interne finale sous-échantillonnée **PhiIntUsamp(n)**

Fonction d'erreur de phase externe finale sous-échantillonnée **PhiExtUsamp(n)**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 327

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des positions spectrales des échantillons

$W_n(n) = (n-1) \cdot DW_{nSrd}$ n varie de $N_{srdfirst}$ à $N_{srdlast}$

Boucle sur les spectres réduits m varie de 1 à N_{bSrd}

Calcul des phases pour n variant de $N_{srdfirst}$ à $N_{srdlast}$

$$\Phi_{CS}(n,m) = \text{Arctangente} \left[\frac{\text{Imaginaire}(\text{SrdCS}(n,m))}{\text{Reel}(\text{SrdCS}(n,m))} \right]$$

$$\Phi_{BB}(n,m) = \text{Arctangente} \left[\frac{\text{Imaginaire}(\text{SrdBB}(n,m) - \text{SrdCS}(n,m))}{\text{Reel}(\text{SrdBB}(n,m) - \text{SrdCS}(n,m))} \right]$$

Correction des sauts de phase de $-\pi$ à $+\pi$

Lissage fréquentiel par moyenne glissante de largeur $\text{SlideFilter}W_n$

Correction des erreurs de phase initiales

$C\Phi_{CS}(n,m) = \Phi_{CS}(n,m) - \Phi_{IntIni}(n)$

$C\Phi_{BB}(n,m) = \Phi_{BB}(n,m) - \Phi_{ExtIni}(n)$

Ajustement linéaire aux moindres carrés

$C\Phi_{CS}(n) \Rightarrow A0CS \quad A1CS$

$C\Phi_{BB}(n) \Rightarrow A0BB \quad A1BB$

Extraction de la composante linéaire

$NL\Phi_{CS}(n,m) = \Phi_{CS}(n,m) - A0CS - (A1CS \cdot W_n(n))$

$NL\Phi_{BB}(n,m) = \Phi_{BB}(n,m) - A0BB - (A1BB \cdot W_n(n))$

Ajustement polynomial du second degré aux moindres carrés

$NL\Phi_{CS}(n) \Rightarrow B0CS \quad B1CS \quad B2CS$

$NL\Phi_{BB}(n) \Rightarrow B0BB \quad B1BB \quad B2BB$

Extraction de la composante parabolique

$L\Phi_{CS}(n,m) = NL\Phi_{CS}(n,m) - B2CS \cdot (W_n(n) + B1CS / (2 \cdot B2CS))^2$

$L\Phi_{BB}(n,m) = NL\Phi_{BB}(n,m) - B2BB \cdot (W_n(n) + B1BB / (2 \cdot B2BB))^2$

Ajustement linéaire aux moindres carrés

$L\Phi_{CS}(n) \Rightarrow C0CS \quad C1CS$

$L\Phi_{BB}(n) \Rightarrow C0BB \quad C1BB$

Extraction de la composante linéaire résiduelle

$NL\Phi_{CS}(n,m) = L\Phi_{CS}(n,m) - C0CS - (C1CS \cdot W_n(n))$

$NL\Phi_{BB}(n,m) = L\Phi_{BB}(n,m) - C0BB - (C1BB \cdot W_n(n))$

Fin de boucle sur les spectres réduits

Calcul de la valeur moyenne des fonctions d'erreur de phase

$$\Phi_{Int}(n) = \frac{1}{N_{bSrd}} \sum_{m=1}^{N_{bSrd}} NL\Phi_{CS}(n,m)$$

$$\Phi_{Ext}(n) = \frac{1}{N_{bSrd}} \sum_{m=1}^{N_{bSrd}} NL\Phi_{BB}(n,m)$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 328

of : 502

Pseudo-code (suite):

Calcul des fonctions sous-échantillonnées

$usf = NsPefFT / NsSrdFT$

$\Phi IntUsamp(k) = \Phi Int(k * usf)$

$\Phi ExtUsamp(k) = \Phi Ext(k * usf)$

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres réduits et leurs caractéristiques sont soit issus du processus d'initialisation (voir *fiches 54_RSC et 55_RSH*) soit issus du processus opérationnel bord (voir *fiche 04_ZPD*).

Le filtre fréquentiel glissant est défini en recette et affiné en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Arctangente définie entre $-\Pi$ et $+\Pi$.

Lissage fréquentiel par moyenne glissante.

Régularisation d'une suite d'argument pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à Π et inversement.

Ajustement polynomial au sens des moindres carrés.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 329

of : 502

Fiche : 61	Version : 2.2	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre : ATT

**Construction de la table de correction
de la fonction de transfert analogique**

Principe :

Déterminer l'écart à la linéarité de la fonction de transfert de la chaîne de détection/acquisition en amont du numériseur. Cet écart est modélisé par un polynôme de degré N (N=4 TBC).

Voir le corps du texte (§6.6).

Entrées :

Ordre du polynôme de fit à la première itération **PolyOrdreInit**

Ordre du polynôme de fit pour les autres itérations **PolyOrdre**

Niveau de signal limite pour le domaine de fit **FitDomainCutOff**

Seuil de convergence du processus itératif **ConverCutOff**

Limites du domaine spectral utile **SpectralDomain**

Dimension minimum du domaine de fit **FitDomainMin**

Dimension maximum du domaine de fit **FitDomainMax**

Nombre d'échantillons de l'interférogramme **N**

Interférogramme non linéaire corrigé de la non linéarité du numériseur **Y₀(n)**

Valeur de la ligne de base corrigée de la non linéarité du numériseur **Base**

Nombre maximum d'itérations **NbIteraMax**

Constantes

Premier numéro de segment utile **SegMin**

Premier numéro de segment correspondant à la saturation **SegMax**

Limites de tension à l'entrée du CAU

Tension minimum à l'entrée du CAU codée **VMin1**

Tension de saturation à l'entrée du CAU non codée **VMax1**

Dimension de la transformée de Fourier bord **NsFFT**

Nombre de domaines spectraux utiles **NDomain**

Nombre d'ondes du laser Rpd **RpdWn**

Sorties :

Coefficients du polynôme de linéarisation **PolynomCoeff(n)**

Nombre d'itérations nécessaires **NItera**

Indice de qualité de convergence du processus itératif **ConverQual**

Flag de non convergence **FlagNonConver**

Offset des numéros de segment **OffsetDyn**

Tables de correction BF en amont du numériseur (segments n de SegMin à SegMax – 1)

SlopeTabAnalog(n), OffsetTabAnalog(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 330

of : 502

Pseudo-code :

Rétablissement de la dynamique :

$$Y_0(n) = Y_0(n) + \text{Base pour tout } n$$

Recherche du domaine de fit polynomial des valeurs de l'interférogramme

Valeur moyenne de l'interférogramme

$$Y_{\text{mean}} = \text{moyenne de } [Y_0(n)] \text{ pour tout } n \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Extrêmu par rapport à la moyenne

$$Y_{\text{max}} = \max \text{ de } [\text{Abs}(Y_0(n) - Y_{\text{mean}})] \text{ pour tout } n \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Limites du domaine de fit

Limite_{gauche} = n tel que $Y_0(n)$ est le premier échantillon satisfaisant la condition :
 $\text{Abs}[Y_0(n) - Y_{\text{mean}}] > Y_{\text{max}} * \text{FitdomainCutoff}$

Limite_{droite} = n tel que $Y_0(n)$ est le dernier échantillon satisfaisant la condition :
 $\text{Abs}[Y_0(n) - Y_{\text{mean}}] > Y_{\text{max}} * \text{FitdomainCutoff}$

Vérification de la validité des limites du domaine de fit sinon arrêt du processus

$$\text{FitDomainMin} < \text{Limite}_{\text{droite}} - \text{Limite}_{\text{gauche}} + 1 < \text{FitDomainMax}$$

Initialisation de l'interférogramme linéarisé

$$Y_1(n) = Y_0(n) \text{ pour tout } n$$

Initialisation du processus itératif

IterationFlag = Process

Itera=0

Initialisations

$$d\text{Opd} = 1 / (2 * \text{RpdDWn})$$

$$\text{DWn} = 2 * \text{RpdWn} / \text{NsFFT}$$

$$\text{SizeSegment} = (\text{VMax1} - \text{VMin1}) / (\text{SegMax} - \text{SegMin})$$

**Pseudo-code (suite):**

Processus itératif de détermination des coefficients

Itera=itera+1

Si Itera > IteraMax on sort du processus itératif

Si iterationFlag = Process Sinon on sort du processus itératif.

Si première itération alors Ordre = PolyOrdreInit sinon Ordre = PolyOrdre

Passage dans l'espace du spectre

Transformée de Fourier inverse :

$X_{\text{complexe}}(m)$ = Transformée de Fourier inverse complexe de $Y_1(n)$

$X_{\text{module}}(m)$ = module du spectre complexe X

Elimination du signal spectral hors bande

$X_{\text{module}}(m) = 0$ si l'échantillon m n'appartient pas au domaine spectral utile
[SpectralDomain] U [-SpectralDomain] U [fréquence 0]

Retour dans l'espace de l'interférogramme

Transformée de Fourier directe :

$Y_R(n)$ = Partie réelle de la Transformée de Fourier directe de $X_{\text{complexe}}(m)$

Calcul des coefficients du polynôme $P = [P_0, P_1, P_2, \dots, P_{\text{ordre}}]$

qui ajuste au sens des moindres carrés $Y_R(n)$ et $Y_0(n)$

dans le domaine de fit tel que $Y_R(n) = P[Y_0(n)]$

pour n appartenant à [limite_gauche , limite_droite]

on minimise la quantité
$$\sum_{n=\text{limite_gauche}}^{n=\text{limite_droite}} [Y_R(n) - P[Y_0(n)]]^2$$

Elimination de la constante et du facteur d'échelle

$P_0 = 0$

$P_d = P_d / P_1$ pour $d = 2$ à Ordre

$P_1 = 1$

Calcul du critère de convergence

Application du polynôme de linéarisation

Fit(n) = $P[Y_0(n)]$ pour n appartenant à [limite_gauche , limite_droite]

Calcul du coefficient R2

$$R2 = 1 - \frac{\sum_n (Fit(n) - Y_R(n))^2}{\sum_n (Y_R(n) - \bar{Y}_R)^2}$$
 pour $n \in [\text{limite_gauche}, \text{limite_droite}]$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 332

of : 502

Pseudo-code (suite):

Test de convergence si ce n'est pas la première itération :

$\text{ConverCriteria} = \text{Abs}[R2(\text{iteration}) - R2(\text{iteration}-1)] / R2(\text{iteration})$

Si $\text{Abs}(\text{ConverCriteria}) < \text{ConverCutOff}$

alors $\text{IterationFlag} = \text{Stop}$

Linéarisation de l'interférogramme

$Y_1(n) = P [Y_0(n)]$ pour tout n de 1 à $NsFFT+1$

Fin du processus itératif

Nombre d'itérations $NbItera = \text{itération au moment de la sortie du processus itératif}$

Flag de non convergence

si $NbItera = NbIteraMax$ $\text{FlagNonConver} = \text{OUI}$

sinon $\text{FlagNonConver} = \text{NON}$

Qualité de la convergence $\text{ConverQual} = R2$

Coefficients du polynôme de linéarisation $\text{PolynomCoeff}(n) = P(n)$ au moment de la convergence

Construction des tables de correction

Décomposition du polynôme en segments

Pour tous les segments i de SegMin à $\text{SegMax} - 1$

$k1 = \text{SizeSegment} * i + VMin1$

$k2 = \text{SizeSegment} * (i + 1) + VMin1$

$pk1 = 0$

$pk2 = 0$

Pour les termes du polynôme d'ordre n de DegAnaBf à 1

$pk1 = (pk1 + \text{PolynomCoeff}(n)) * k1$

$pk2 = (pk2 + \text{PolynomCoeff}(n)) * k2$

Pour le terme du polynôme d'ordre $n = 0$

$pk1 = pk1 + \text{PolynomCoeff}(n)$

$pk2 = pk2 + \text{PolynomCoeff}(n)$

Calcul de la pente et de l'offset

$\text{Slope}(i) = (pk2 - pk1) / \text{SizeSegment}$

$\text{Offset}(i) = pk1 - \text{Slope}(i) * k1$

Coefficients de changement d'échelle

$E = (\text{SegMax} - \text{SegMin}) / (VMax1 - VMin1)$

$F = \text{SegMin} - (VMin1 * E)$

Changement d'échelle pour tous les segments i de SegMin à $\text{SegMax} - 1$

$\text{OffsetTabAna}(i) = (\text{Offset}(i) - (\text{Slope}(i) / E) * F)$

$\text{SlopeTabAna}(i) = \text{Slope}(i) / E$

Calcul de l'offset des numéros de segments

$\text{OffsetDyn} = F$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 333

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Dans sa version nominale, le domaine spectral utile est limité au domaine :

Bande 1 600-1300 cm⁻¹

Bande 2 1100 2100 cm⁻¹

Bande 3 1800 3100 cm⁻¹

Ces limites de bande seront précisées en recette instrument.

Le domaine spectral utile devra être complété en cas de présence de double modulation et en cas de présence fréquences parasites hors du domaine utile. Le domaine spectral utile peut donc être une suite de plages spectrales disjointes.

Les interférogrammes sont issus des données de vérification après correction de la non linéarité du numériseur et détermination du NZPD (par l'algorithme RSC_54 ou lecture de la valeur calculée par les algorithmes bord).

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Ajustement au sens des moindres carrés par un polynôme d'ordre 4 au moins

Transformée de Fourier directe et inverse (radix multiple)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 334

of : 502

Fiche : 62

Version : 2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : DTT

**Construction des tables de correction de
la fonction de transfert du numériseur**

Principe :

Construire les tables de correction de la non linéarité du numériseur à partir des polynômes de non linéarité du numériseur pour les différentes voies d'amplification et des résidus HF entre les lois de transfert du numériseur et les polynômes. Ces fonctions de transfert BF et leurs résidus HF sont obtenus par analyse des histogrammes des comptes du numériseur caractérisées par le constructeur.

Entrées :

Paramètres de construction des tables :

Puissance de 2 permettant de coder les résidus HF en entiers **CodHf**

Premier numéro de segment utile **SegMin**

Premier numéro de segment correspondant à la saturation **SegMax**

Premier code utile **CodMin**

Premier code de saturation **CodMax**

Résidus HF de la loi de transfert inverse (voie $p = 2$) **HfTab**

Constantes

Nombre de codes par segment **SizeSegment**

Caractérisations du numériseur

Degré des polynômes **DegDigitBf**

Coefficients des polynômes exprimant les lois de transfert inverse des voies $p = 0, 1, 2$ **PolyDigitBf**(p , DegDigitBF)

Marges pour prendre en compte les fluctuations de la ligne de base

Position minimum de la ligne de base en Volts **MvInf**

Position maximum de la ligne de base en Volts **MvSup**

Facteur de garde **FracMarg**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 335

of : 502

Sorties :

Limites de tension à l'entrée du numériseur

Tension minimum codée **VMin**

Tension de saturation non codée **VMax**

Valeur minimale de correction HF **HfMin**

Table de correction HF pour les codes de CodMin à CodMax - 1 **HfTabDigit**

Facteurs d'échelle

Conversion des comptes numériques en numéro de segment **ScaleT**

Conversion des tensions en comptes numériques **ScaleC**

Translation des résidus Hf **ScaleH**

Dynamique de codage des résidus Hf **CodHfDyn**

Statistiques de la table HF

HfTabDigitRms

HfTabDigitMin

HfTabDigitMax

Flag de sortie en erreur pour saturation de la table **FlagHfError**

Limites de tension à l'entrée du CAU

Tension minimum à l'entrée du CAU codée **VMin1**

Tension de saturation à l'entrée du CAU non codée **VMax1**

Tables de correction BF pour les voies d'amplification $p = 0, 1, 2$ pour les segments n de SegMin à SegMax - 1

SlopeTabDigit(p,n)

OffsetTabDigit(p,n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 336

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de la table de correction HF

Calcul des limites de tensions données par la loi de transfert inverse du numériseur pour la voie 0 d'amplification 1 :

VMin = 0

VMax = 0

Pour les ordres du polynôme n de DegDigitBf à 1

VMin = (VMin + PolyDigitBF(0,n)) * CodMin

VMax = (VMax + PolyDigitBF(0,n)) * CodMax

Pour l'ordre du polynôme n = 0

VMin = (VMin + PolyDigitBF(0,n))

VMax = (VMax + PolyDigitBF(0,n))

Calcul du facteur de conversion des codes en numéro de segment

ScaleT = (SegMax - SegMin) / (CodMax - CodMin)

Calcul du facteur de conversion des tensions en comptes numériques

ScaleC = (CodMax - CodMin) / (VMax - VMin)

Calcul du facteur de translation des résidus

ScaleH = 2^{CodHf}

Calcul de la dynamique de codage des résidus

CodHfDyn = 2^(2*CodHf)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 337

of : 502

Pseudo-code (suite):

Changement de dynamique des corrections Hf pour n variant de CodMin à CodMax - 1
 $\text{Tab}(n) = \text{Entier Le Plus Proche} (\text{HfTab}(n) * \text{ScaleC} * \text{ScaleH})$

Recherche de la valeur minimale de la correction Hf n variant de CodMin à CodMax - 1
 $\text{HfMin} = \text{valeur minimum de } (\text{Tab}(n))$

Codage de la table Hf pour n variant de CodMin à CodMax - 1

$\text{HfTabDigit}(n) = \text{Tab}(n) - \text{HfMin}$

Analyse du contenu de la table :

Vérification de non saturation $\text{HfTabDigit}(n) < \text{CodHfDyn}$

Sinon on lève le flag FlagHfError

Calcul de la valeur Rms des résidus HfTabDigitRms

Calcul de la valeur minimum des résidus HfTabDigitMin

Calcul de la valeur maximum des résidus HfTabDigitMax

Calcul de la table de correction BF

Pour chaque voie d'amplification $p = 0$ à 2

Calcul de la marge en tension

$\text{MvPour} = (\text{MvSup} - \text{MvInf}) * \text{FracMarg}$

Calcul des limites en tensions

$\text{VMin1} = \text{VMin} - \text{MvInf} - \text{MvPour}$

$\text{VMax1} = \text{VMax} + \text{MvSup} + \text{MvPour}$

Décomposition du polynôme en segments

$\text{SizeSegment} = (\text{CodMax} - \text{CodMin}) / (\text{SegMax} - \text{SegMin})$

Pour tous les segments i de SegMin à SegMax - 1

$k1 = \text{SizeSegment} * i$

$k2 = \text{SizeSegment} * (i + 1)$

$pk1 = 0$

$pk2 = 0$

Pour les termes du polynôme de degrés n de DegDigitBf à 1

$pk1 = (pk1 + \text{PolyDigitBf}(p, n)) * k1$

$pk2 = (pk2 + \text{PolyDigitBf}(p, n)) * k2$

Pour le terme du polynôme de degré $n = 0$

$pk1 = pk1 + \text{PolyDigitBf}(p, n)$

$pk2 = pk2 + \text{PolyDigitBf}(p, n)$

Calcul de la pente et de l'offset

$\text{Slope}(i) = (pk2 - pk1) / \text{SizeSegment}$

$\text{Offset}(i) = pk1 - \text{Slope}(i) * k1$

Coefficients de changement d'échelle

$E = (\text{SegMax} - \text{SegMin}) / (\text{VMax1} - \text{VMin1})$

$F = \text{SegMin} - (\text{VMin1} * E)$

Changement d'échelle pour tous les segments i de SegMin à SegMax - 1

$\text{OffsetTabDigit}(p, i) = (E * \text{Offset}(i)) + F + (E * \text{Slope}(i) * \text{HfMin} / \text{ScaleH})$

$\text{SlopeTabDigit}(p, i) = \text{Slope}(i) * E / \text{ScaleH}$



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 338

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les polynômes de correction BF des voies d'amplification du numériseur ainsi que la loi de correction HF sont fournis en recette sous-système.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 339

of : 502

Fiche : 63

Version : 2.1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SMM

**Recalage du modèle de calcul de
la température du miroir de balayage**

Principe :

Par l'intermédiaire de la mesure du spectre émis par la face arrière du miroir de balayage en mode calibration externe, on recale le modèle de détermination de la température du miroir de balayage (sur une collection de valeurs de températures estimées du miroir de balayage). Dans sa version actuelle l'algorithme ne prend en compte que des biais sur la période orbitale.

Entrées :

Nombre d'éléments dans la collection **Collect**
Températures estimées du miroir de balayage **TScan(col)**
Modèle de température du miroir de balayage **TScanModel**
Date de référence des lignes Nligne-1 **t(col)**
Date de fin de l'éclipse précédente **t_FE**
Période (nodale) nominale de METOP **Period**
Limite de biais du modèle admissible **TScanBiasCutOff**

Sorties :

Biais estimé du modèle **TScanBias**
Flag indicateur d'une incohérence des dates **FlagDateNOK**
Flag indicateur de l'évolution du modèle **FlagModelNOK**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 340

of : 502

Pseudo-code :

FlagDateNOK = NON

Pour tous les éléments de la collection col de 1 à Collect

Calcul de la température du miroir de balayage modélisée

TscanMod (col) = **Modele-Orbital**{ t(col),t_FE,Period, TscanModel }

Si (abs(t-t_FE) > 8*Period et TscanModel(6) !=0)Alors

FlagDateNOK = OUI

Fin de Si

Fin de la boucle sur col

Calcul du biais sur la collection

TScanBias= moyenne sur la collection de (TScan(col)-TScanMod(col))

Calcul de l'écart quadratique autour de la moyenne

$$TScanRms = \sqrt{\frac{1}{Collect} \sum_{col} (TScan(col) - TScanMod(col) - TScanBias)^2}$$

Si abs(TScanBias) > TScanBiasCutOff et abs(TScanBias) > TScanRms alors

FlagModelNOK=OUI

Sinon

Flag de non évolution du modèle FlagModelNOK=NON

Fin de si

Construction des paramètres d'entrée :

La température du miroir de scan est estimée en mode de calibration externe, voir *fiche 66_SM7*.

La date de fin de l'éclipse précédente est fournie par le segment sol EPS.

Le modèle d'évolution orbital est calculé par l'algorithme CMO_81.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Evolution temporelle d'une température donnée par un modèle orbital (cf. annexe 7 § 9)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 341

of : 502

Fiche : 65	Version : 1.1	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre :	CCM	Initialisation du mouvement du coin de cube
----------------	------------	--

Principe :

Le mouvement du coin de cube est décrit dans le repère géométrique OXYZ où O représente la position théorique de l'image à travers la lame séparatrice du coin de cube fixe, X représente l'axe de déplacement du coin de cube mobile et YZ le plan perpendiculaire à cet axe X et qui est parallèle au plan des diaphragmes de champ.

A ce jour, la seule caractéristique du mouvement du coin de cube observable en vol est le vecteur offset de la position du coin de cube fixe. Tous les autres paramètres caractérisant le mouvement sont caractérisés en recette.

Le mouvement du coin de cube est représenté par les coordonnées en fonction du temps des vecteurs Apex.

Entrées :

Nombre de points de discrétisation du mouvement du coin de cube mobile N_{sCCM}

Tables des coordonnées des extrémités des vecteurs Apex en fonction du temps :

-Selon X **ApexX(t)**

-Selon Y **ApexY(t)**

-Selon Z **ApexZ(t)**

Coordonnées du vecteur offset :

-Selon X **OffsetCCMx**

-Selon Y **OffsetCCMy**

-Selon Z **OffsetCCMz**

Sorties :

Tables des coordonnées actualisées des extrémités des vecteurs Apex en fonction du temps :

-Selon X **ApexAX(t)**

-Selon Y **ApexAY(t)**

-Selon Z **ApexAZ(t)**

Pseudo-code :

Pour tous les instants t

$ApexAX(t) = ApexX(t) + OffsetCCMx$

$ApexAY(t) = ApexY(t) + OffsetCCMy$

$ApexAZ(t) = ApexZ(t) + OffsetCCMz$


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 342

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les vecteurs Apex sont caractérisés en recette, il s'agit du mouvement caractérisé en recette moins l'offset du coin de cube fixe. La fonction est telle que $\text{ApexY}(t)=\text{ApexZ}(t)=0$ lorsque $\text{ApexX}(t)=0$

Le vecteur offset est caractérisé en recette et modifié par le CET puis par la chaîne opérationnelle. Voir *fiche 57_000*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 343

of : 502

Fiche : 66	Version : 1.1	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre :	SMT	Mesure de la température du miroir de balayage
----------------	------------	---

Principe :

Lors de séquences de calibration externe dédiées, l'instrument mesure le spectre d'émission de la face arrière du miroir de balayage.

On fait l'hypothèse que le miroir de balayage en contact direct avec un élément dissipatif (son moteur) est sensiblement plus chaud que les autres surfaces vues par la face arrière du miroir lors de la visée. On négligera donc les termes d'émissions radiatives des surfaces réfléchies par le miroir.

Le calcul de la température du miroir se résume à $T(v) = \text{Planck}^{-1} \left(\frac{S_m(v)}{\epsilon} \right)$

avec v le nombre d'onde

ϵ l'émissivité du miroir

S_m le spectre mesuré

Planck^{-1} l'inverse de la fonction de Planck

On utilisera la région spectrale la moins bruitée de la bande 3 du spectre (2100 - 2200 cm^{-1}) qui est la région la plus favorable pour limiter les contributions des termes réfléchis.

La température du miroir est définie comme la valeur moyenne de la fonction $T(v)$ (TBC).

Entrées :

Estimation de l'émissivité de la face arrière du miroir de balayage **EmScanBack**

Largeur spectrale d'un échantillon **DWnSpect**

Numéro du premier échantillon utilisé **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon utilisé **Nslast**

Seuil de qualité de la détermination **TScanCutoff**

Spectre mesuré niveau 1a **Spect(n)**

Sorties :

Température mesurée du miroir de balayage **TScan**

Indice de qualité de la mesure **TScanIndexQual**

Flag de qualité de la température du miroir de balayage **FlagTScanNonQual**


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 344

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des positions spectrales pour n variant de Nsfirst à Nslast

$$WnSpect(n) = (n-1) \cdot DWnSpect$$

Inversion des mesures

$$T(n) = \text{Planck}^{-1} \left(\frac{Spect(n)}{EmScanBack}, WnSpect(n) \right)$$

Calcul de la température du miroir de scan comme la moyenne des valeurs précédentes

$$TScan = \text{Moyenne}[T(n)]$$

Indice de qualité

$$TScanIndexQual = \text{Ecart-type de } [T(n)]$$

Si TScanIndexQual > TScanCutoff alors FlagTScanNonQual=oui

Sinon FlagTScanNonQual=non

Construction des paramètres d'entrée :

L'émissivité de la face arrière du miroir de balayage est estimée en recette.

Les numéros des échantillons spectraux utilisés sont définis en recette et modifiés par le CET si besoin est.

Le spectre de niveau 1a est produit par la chaîne opérationnelle en mode de calibration externe.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck inverse.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 345

of : 502

Fiche : 67	Version : 1.2	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre :	RNS	Calcul des spectres de bruit radiométrique
----------------	------------	---

Principe :

Le spectre de bruit radiométrique est déterminé à partir d'une collection de spectres du corps noir chaud obtenus grâce à une séquence de visées de calibration externe. Les spectres utilisés sont les spectres de niveau 1b après calibration spectrale du coefficient de calibration radiométrique (dernière fonction de calibration spectrale connue) et après correction de l'émissivité du corps noir chaud et de réflectivité du miroir de balayage.

Entrées :

Dimension de la collection **Collect**
Date d'acquisition des éléments de la collection **Date(col)**
Spectre du corps noir de niveau 1b mesuré **Spect(col)**
Température de référence pour le calcul du NedT **T0**
Numéro du premier échantillon du spectre **Nsfirst**
Numéro du dernier échantillon du spectre **Nslast**
Pas d'échantillonnage du spectre **DWnSpect**
Demi-largeur de la fenêtre de lissage du bruit **SlideFilter**

Sorties :

Spectre de bruit radiométrique lissé en NedT à T0 **NedTSpect**
Spectre de bruit radiométrique brut en NedT à T0 **NedTSpectRaw**
Spectre de bruit radiométrique lissé en radiance **NoiseRadSpect**
Spectre de bruit radiométrique brut en radiance **NoiseRadSpectRaw**
Valeur moyenne du spectre sur la séquence **SpectMean (n)**
Dérivée de la température de brillance sur la séquence **DT(n)**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 346

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des positions spectrales pour n de Nsfirst à Nslast

$$Wn(n)=(n-1)*DWnSpect$$

Position centrale dans la collection

DateCentral= valeur moyenne (Date(col) pour col = 1 à Collect)

Extraction des dérives temporelles pour chaque échantillon spectral n de Nsfirst à Nslast

Filtrage linéaire des valeurs spectrales par ajustement linéaire au sens des moindres carrés
[Date(col), Spect(n,col) pour col=1,Collect] → A0(n), A1(n)

Spectre moyen

$$SpectMean(n)=A0(n)+A1(n)*DateCentral$$

Résidus après extraction de la dérive

$$SpectResidu(n,col) = Spect(n,col)-A0(n)-A1(n)*Date(col)$$

Spectre de bruit

$$NoiseRadSpectRaw(n) = \sqrt{\frac{1}{Collect} \sum_{col=1}^{col=Collect} (SpectResidu(n,col))^2}$$

Conversion en Nedt à T0

NedtspectRaw(n)=NoiseRadSpectRaw(n) / Dérivée par rapport à T de Planck(Wn(n),T) en T=T0

DT(n) = A1(n)*(Date(collect)-Date(1))/Dérivée par rapport à T de Planck(Wn(n),T) en T=T0

Calcul du spectre de bruit lissé (moyenne glissante centrée)

Pour tous les échantillons n de Nsfirst + SlideFilter à Nslast – SlideFilter

$$NeDTSpect(n) = \frac{1}{2 * SlideFilter + 1} \sum_{k=-SlideFilter}^{k=SlideFilter} NeDTSpectRaw(n+k)$$

$$NoiseRadSpect(n) = \frac{1}{2 * SlideFilter + 1} \sum_{k=-SlideFilter}^{k=SlideFilter} NoiseRadSpectRaw(n+k)$$

Fin de la boucle sur n

Pour tous les échantillons n de Nsfirst à Nsfirst + SlideFilter – 1

np = n - Nsfirst

$$NeDTSpect(n) = \frac{1}{2 * np + 1} \sum_{k=-np}^{k=np} NeDTSpectRaw(n+k)$$

$$NoiseRadSpect(n) = \frac{1}{2 * np + 1} \sum_{k=-np}^{k=np} NoiseRadSpectRaw(n+k)$$

Fin de la boucle sur n

Pour tous les échantillons n de Nslast-SlideFilter + 1 à Nslast

np = Nslast-n

$$NeDTSpect(n) = \frac{1}{2 * np + 1} \sum_{k=-np}^{k=np} NeDTSpectRaw(n+k)$$

$$NoiseRadSpect(n) = \frac{1}{2 * np + 1} \sum_{k=-np}^{k=np} NoiseRadSpectRaw(n+k)$$

Fin de la boucle sur n



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 347

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres sont issus du traitement OPS de niveau 1b des mesures de calibration externes sur le corps noir chaud pour un pixel et une direction du coin de cube.

Les dates de la collection doivent être des dates relatives par rapport à une date de mesure de la collection (par exemple DateCentral) pour des raisons de précision numérique de l'ajustement avec certaines bibliothèques scientifiques.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Dérivée par rapport à la température de la fonction de Planck

Ajustement linéaire au sens des moindres carrés



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 348

of : 502

Fiche : 68

Version : 1.1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : NLB

Calcul des spectres de bruit large bande

Principe :

Le calcul des spectres de bruits large bande s'effectue par extrapolation du spectre de bruit radiométrique à l'aide de la fonction de transfert théorique de l'interféromètre. On distingue trois sous-bandes spectrales et on fait l'hypothèse que le bruit en énergie est constant dans chaque sous-bande. Les sous-bandes sont les extrémités de la bande utile et le centre de la bande utile.

Entrées :

Numéro du premier échantillon du spectre de bruit **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon du spectre de bruit **Nslast**

Pas d'échantillonnage du spectre **DWnSpect**

Numéro du premier échantillon du centre de la bande utile **NsfirstCentr**

Numéro du dernier échantillon du centre de la bande utile **NslastCentr**

Température de référence du calcul du NedT **T0**

Spectre de bruit (1b) en NedT à T0 **NedTSpect**

Fonction de transfert théorique de l'interféromètre **TransInterfero**

Numéro du premier échantillon de la fonction de transfert l'interféromètre **NsfirstLsb**

Numéro du dernier échantillon de la fonction de transfert l'interféromètre **NslastLsb**

Sorties :

Spectre de bruit en NedT à T0 large bande **NedTSpectLsb**

Indice de qualité de l'extrapolation **QualIndex**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 349

of : 502

Pseudo-code :

Transformation du spectre de bruit en radiances pour n de Nsfirst à Nslast

$$W_n = (n-1) * DW_{nSpect}$$

$$RadSpect(n) = NedtSpect(n) * \text{Dérivée de Planck}(W_n, T) \text{ en } T \text{ à } T=T_0$$

Les échantillons n de chaque sous-bande sb sont définis de n1 à n2 tels que :

$$n1(sb=1)=Nsfirst, n2(sb=1)=NsfirstCentr$$

$$n1(sb=2)=NsfirstCentr, n2(sb=2)=NslastCentr$$

$$n1(sb=3)=NslastCentr, n2(sb=3)=Nslast$$

Calcul du bruit moyen dans la sous-bande sb avant transmission par l'interféromètre

$$NoiseMean(sb) = \frac{1}{n2(sb) - n1(sb) + 1} \sum_{n=n1(sb)}^{n=n2(sb)} RadSpect(n) * TransInterfero(n)$$

Calcul de la dispersion dans la sous bande avant transmission par l'interféromètre

$$NoiseRms(sb) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{n2(sb) - n1(sb) + 1} \sum_{n=n1(sb)}^{n=n2(sb)} (RadSpect(n) * TransInterfero(n) - NoiseMean(sb))^2}$$

Indices de qualité de l'extrapolation

$$QualIndex(sb) = NoiseRms(sb) / NoiseMean(sb)$$

Extrapolation du spectre de bruit pour les échantillons n de NsfirstLsb à Nsfirst-1

$$NedtSpectLsb(n) = NoiseMean(sb=1) / TransInterfero(n) / \text{Dérivée de Planck}(W_n, T_0)$$

Extrapolation du spectre de bruit pour les échantillons n de Nslast+1 à NslastLsb

$$NedtSpectLsb(n) = NoiseMean(sb=3) / TransInterfero(n) / \text{Dérivée de Planck}(W_n, T_0)$$

Reconstitution du spectre de bruit pour les échantillons n de Nsfirst à Nslast

$$NedtSpectLsb(n) = NedtSpect(n)$$

Construction des paramètres d'entrée :

Le spectre de bruit radiométrique 1b est calculé à partir de calibrations externes Voir *fiche 67_RMS*. On utilise le spectre de bruit lissé.

La fonction de transmission théorique de l'interféromètre est définie avant la recette.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Dérivée en T de la fonction de Planck



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 350

of : 502

Fiche : 70	Version : 1.2	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre :	MZQ	Calcul des limites de détection de la frange centrale
----------------	------------	--

Principe :

Cet algorithme calcul la zone de recherche de la frange centrale pour l'algorithme de calcul de NZpd et pour l'algorithme de détection des spikes

Entrées :

Position moyenne de la frange centrale **NZpdMean**

Largeur de la zone de recherche de la frange centrale pour le NZpd **NZpdCFWidth**

Largeur de la zone de recherche de la frange centrale pour les spikes **SpikCFWidth**

Offset entre la frange centrale bande de référence-b1 **OffsetCFb1bzpd**

Offset entre la frange centrale bande de référence-b2 **OffsetCFb2bzpd**

Offset entre la frange centrale bande de référence-b3 **OffsetCFb3bzpd**

Sorties :

Limites de détection de la frange centrale pour le Zpd :

-Début de frange centrale **NsfirstNZpdCF**

-Fin de frange centrale **NslastNZpdCF**

Limites de détection de la frange centrale pour les spikes :

-Début de frange centrale b1 **NsfirstSpikCFb1**

-Début de frange centrale b2 **NsfirstSpikCFb2**

-Début de frange centrale b3 **NsfirstSpikCFb3**

-Fin de frange centrale b1 **NslastSpikCFb1**

-Fin de frange centrale b2 **NslastSpikCFb2**

-Fin de frange centrale b3 **NslastSpikCFb3**

Pseudo-code :

Calcul de la zone de recherche de la frange centrale pour le Zpd

$NsfirstNZpdCF = NZpdMean - NZpdCFWidth$

$NslastNZpdCF = NZpdMean + NZpdCFWidth$

Calcul de la zone de recherche de la frange centrale pour les Spikes

$NsfirstSpikCFb3 = NZpdMean - SpikCFWidth + OffsetCFb3bzpd$

$NslastSpikCFb3 = NZpdMean + SpikCFWidth + OffsetCFb3bzpd$

$NsfirstSpikCFb2 = NZpdMean - SpikCFWidth + OffsetCFb2bzpd$

$NslastSpikCFb2 = NZpdMean + SpikCFWidth + OffsetCFb2bzpd$

$NsfirstSpikCFb1 = NZpdMean - SpikCFWidth + OffsetCFb1bzpd$

$NslastSpikCFb1 = NZpdMean + SpikCFWidth + OffsetCFb1bzpd$



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 351

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les offsets de positions entre les bandes de la frange centrale sont mesurés en recette et mis à jour si besoin est par le CET.

La position moyenne de la frange centrale est calculée par l'algorithme de surveillance du Zpd voir paragraphe 8.2.3 du corps du texte.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 352

of : 502

Fiche : 71	Version : 0	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	--------------------	---

Titre :	RNM	Calcul de la matrice de covariance du bruit radiométrique
----------------	------------	--

Principe :

A partir d'une collection de spectres mesurés lors de calibrations externes sur des visées atmosphériques et sur le corps noir chaud, on calcule et on compresse la matrice de covariance du bruit radiométrique.

Entrées :

Collection de spectres Spect
Numéro du premier échantillon Nsfirst
Numéro du dernier échantillon Nslast

Sorties :

Matrice de covariance du bruit radiométrique NoiseCovarMat

Pseudo-code :

TBW by ISSWG

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres sont mesurés lors de séquences spécifiques de visées de calibration externe sur le corps noir chaud.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

TBD



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 353

of : 502

Fiche : 72

Version : 1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : ESM Modélisation des spectres atmosphériques extrêmes

Principe :

Cet algorithme modélise les spectres extrêmes qui sont les données d'entrée de l'algorithme de construction des tables de codage des spectres atmosphériques.

Les spectres extrêmes sont modélisés à partir d'un logiciel de calcul du transfert radiatif.

Les paramètres d'entrée de ce logiciel sont :

les fonctions d'instrument nominales de IASI

deux profils de températures atmosphériques froides et chaudes, (température de surface comprise) correspondant à deux situations météorologiques extrêmes.

deux profils de vapeur d'eau sec et humide (extrêmes mais en accord avec la valeur des températures extrêmes)

deux angles de visée (nadir et 50 degrés)

L'énergie sera maximale dans les régions transparentes du spectre pour le profil chaud et sec à la visée nadir.

L'énergie sera maximale dans les régions opaques du spectre pour le profil chaud et humide à la visée 50 degrés.

Le niveau d'énergie maximale sera obtenu en prenant pour chaque échantillon la valeur maximale parmi les deux simulations.

L'énergie sera minimale pour le profil froid et sec avec un nuage froid à la tropopause à la visée nadir.

Entrées :

Profil chaud et sec **ProfilHotDry**

Profil chaud et humide **ProfilHotWet**

Profil froid et sec **ProfilColdDry**

Angles de visée Min **TetaVisMin**

Angles de visée Max **TetaVisMax**

Premier échantillon du spectre **Nsfirst**

Dernier échantillon du spectre **Nslast**

Largeur d'un échantillon **DWnSpect**

Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument **NsfirstTab**

Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument **NslastTab**

Pas d'échantillonnage des fonctions d'instrument **DWnIsrfTab**

Fonctions d'instrument nominales de Iasi **Isrf**

Sorties :

Spectre d'énergie minimum **SpectrumCold**

Spectre d'énergie maximum **SpectrumHot**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 354

of : 502

Pseudo-code :

Modélisation du spectre chaud et sec pour l'angle de visée minimum et convolué par les fonctions d'instrument, soit SpectrumHotDry(n)

Modélisation du spectre chaud et humide pour l'angle de visée maximum et convolué par les fonctions d'instrument, soit SpectrumHotWet(n)

Modélisation du spectre froid et sec pour l'angle de visée minimum, avec un nuage à la tropopause et convolué par les fonctions d'instrument, soit SpectrumColdDry(n)

Construction des spectres chaud et froid :

Pour tous les échantillons n de Nsfirst à Nslast

$\text{SpectrumHot}(n) = \text{Max}(\text{SpectrumHotDry}(n), \text{SpectrumHotWet}(n))$

$\text{SpectrumCold}(n) = \text{SpectrumColdDry}(n)$

Construction des paramètres d'entrée :

Les profils extrêmes sont construits par le CET selon le processus décrit dans la note IA-TN-0000-5765-CNE. Codage des spectres et bilan de transmission.

Les angles de visée min et max sont 0 et 50°

Les fonctions d'instrument nominales sont issues de l'Isrfem, fiche 78_SRF.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

- Logiciel de transfert radiatif
- Algorithme de convolution



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 355

of : 502

Fiche : 73

Version : 1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : CSM Modélisation des spectres extrêmes de calibration

Principe :

Cet algorithme modélise les spectres extrêmes qui sont fournis en entrée de l'algorithme de construction des tables de codage des spectres des visées de calibration ou du dos du miroir de balayage.

Les spectres des visées de calibration sont modélisés par la fonction de Planck pondérée par l'émissivité de la surface visée. La convolution par les fonctions d'instrument de IASI étant un luxe, on ne le proposera pas.

Entrées :

Température Min de la surface visée Tmin

Température Max de la surface visée Tmax

Emissivité de la surface en fonction nombre d'onde (si disponible) Emissivity(n)

Premier échantillon du spectre Nsfirst

Dernier échantillon du spectre Nslast

Largeur d'un échantillon DWnSpect

Sorties :

Spectre minimum de la surface visée SpectrumCold

Spectre maximum de la surface visée SpectrumHot

Pseudo-code :

Pour tous les échantillons spectraux n de Nsfirst à Nslast

$v = (n-1) \cdot DWnSpect$

$SpectrumCold = Emissivity(n) \cdot Planck(v, T_{Min})$

$SpectrumHot = Emissivity(n) \cdot Planck(v, T_{Max})$

Construction des paramètres d'entrée :

Les températures min et max sont définies par la spécification.

Les émissivités sont caractérisées en recette.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 356

of : 502

Fiche : 74

Version : 1.1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SDB

Ecriture de la banque de données spectrales

Principe :

Les fonctions d'instrument, de calibration spectrales, d'apodisation et les décalages spectraux pour les différents points de la grille de discrétisation du diaphragme de champ sont regroupées en banque de données.

Entrées :

Nombre de lignes de la grille GridNbLin

Nombre de colonnes de la grille GridNbCol

Coordonnées de l'axe interférométrique :

-Selon Y GridY

-Selon Z GridZ

Nombre de points de description des fonctions d'auto-apodisation NsOpd

Nombre de points de description des ISRF SrfNbSamples

Numéro d'échantillon de la première fonction spectrale NsfirstTab

Numéro d'échantillon de la dernière fonction spectrale NslastTab

Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales DWnTab

Nombre de fenêtres sélectionnées pour la calibration spectrale NbSW

Fréquences représentative des fenêtres utilisées pour les fenêtres spectrales WnSWRef

Décalages spectraux des fonctions d'instrument SrfWnShift

Argument de la fonction d'auto-apodisation en $x=0$ avant normalisation SafArg0

Fonction d'auto-apodisation du laser Rpd RpdSaf

Fonctions d'auto-apodisation du pixel PixSaf

Fonctions d'instrument Isrf

Fonctions d'apodisation Af

Sorties :

Fonction d'auto-apodisation du laser Rpd GridRpdSaf

Fonctions d'auto-apodisation du pixel GridPixSaf

Fonctions d'instrument GridIsrf

Fonctions d'apodisation GridAf

Fonctions de calibration spectrale GridFcs

Décalages spectraux GridWnShift

Phase Externe Modélisée GridPhiExtMod


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 357

of : 502

Pseudo-code :

Calcul des nombres d'onde des fonctions spectrales pour n de NsfirstTab à NslastTab

$$WnTab(n) = (n - 1) * DWnTab$$

Pour les points de grille (nl, nc) de (1, 1) à (GridNbLin, GridNbCol)

Fonctions d'auto-apodisation du laser Rpd pour m de 1 à NsOpd et ccd=0,1

$$GridRpdSaf(m,ccd,nl,nc)=RpdSaf(m,ccd,nl,nc) \quad \# SAF_76$$

Pour les pixels pix de 1 à 4 et pour les 2 directions ccd

Fonctions d'auto-apodisation pour n de NsfirstTab à NslastTab et m de 1 à NsOpd

$$GridPixSaf(m,n,pix,ccd,nl,nc)=PixSaf(m,n,pix,ccd,nl,nc) \quad \# SAF_76$$

Fonctions d'instrument pour n de NsfirstTab à NslastTab et m de 1 à SrfNbSample

$$GridIsrf(m,n,pix,ccd,nl,nc)=Isrf(m,n,pix,ccd,nl,nc) \quad \#SRF_78$$

Calcul des shifts spectraux pour les fenêtres de calibration spectrales

Pour les fenêtres spectrales sw de 1 à NbSW

Recherche de n tel que :

$$WnTab(n) \leq WnSWref (sw) < WnTab(n+1)$$

Calcul du poids d'interpolation

$$p = (WnSWref (sw) - WnTab(n)) / DWnTab$$

Interpolation linéaire :

$$\begin{aligned} GridWnShift(sw,pix,ccd,nl,nc) = \\ (1-p)*SrfWnShift(n,pix,ccd,nl,nc) + \\ p*SrfWnShift(n+1,pix,ccd,nl,nc) \end{aligned}$$

Fin de boucle fenêtre spectrale

Phase externe modelisée pour n de NsfirstTab à NslastTab

$$GridPhiExtMod(n,pix,ccd,nl,nc) = SafArg0(n,pix,ccd,nl,nc)$$

Fonction de calibration spectrale pour n variant de NsfirstTab à NslastTab

$$GridFcs(n,pix,ccd,nl,nc) = 1 + SrfWnShift(n,pix,ccd,nl,nc) / WnTab(n)$$

Fonctions d'apodisation pour n de NsfirstTab à NslastTab et m de 1 à NsOpd

$$GridAf(m,n,pix,ccd,nl,nc)=Af(m,n,pix,ccd,nl,nc) \quad \#CAF_79$$

Fin de boucle pixel et ccd

Fin de boucle grille

Construction des paramètres d'entrée :

fiches 76_SAF, 77_SAS, 78_SRF, 79_CAF, 58_WNP

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 358

of : 502

Fiche : 75	Version : 1.2	INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
-------------------	----------------------	---

Titre : PSP

Positionnement des IPSF

Principe :

Les coordonnées des points des Ipsf sont définies dans un repère dont le centre est l'intersection du plan des diaphragmes de champ avec l'axe interférométrique.

La position effective de l'axe interférométrique moyen pendant l'acquisition d'un interférogramme est observable en vol.

Cet algorithme est chargé de calculer les coordonnées du barycentre de l'Ipsf pour chaque détermination de la position effective de l'axe interférométrique.

Entrées :

Caractéristiques des IPSF nominales :

- Nombre de lignes NbLin
- Nombre de colonnes NbCol
- Coordonnées selon Y PsfY(nc)
- Coordonnées selon Z PsfZ(nl)
- Poids associés aux points PsfWgt(nl,nc)

Coordonnées de l'axe interférométrique moyen :

- Selon Y AxeY
- Selon Z AxeZ

Sorties :

Coordonnées des vecteur direction des barycentres des Ipsf :

- Selon Y PsfBaryCentreY
- Selon Z PsfBaryCentreZ

Pseudo-code :

Actualisation des coordonnées de la grille

pour les lignes nl = 1 à NbLin

$$\text{PsfAZ}(nl) = \text{PsfZ}(nl) - \text{AxeZ}$$

pour les colonnes nc = 1 à NbCol

$$\text{PsfAY}(nc) = \text{PsfY}(nc) - \text{AxeY}$$

Calcul du barycentre de la matrice des Ipsf avec les coordonnées actualisées

$$\text{PsfBaryCentreY}, \text{PsfBaryCentreZ}$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les coordonnées des Ipsf sont caractérisées en recette.

Les coordonnées de l'axe interférométrique moyen sont caractérisées en recette et actualisées par le traitement opérationnel. Voir *fiches 25_7AX*.



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 359

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 360

of : 502

Fiche : 76

Version : 1.2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SAF

Calcul des fonctions d'auto-apodisation

Principe :

La fonction d'auto-apodisation monochromatique pour le nombre d'onde ν est définie comme le rapport de l'interférogramme monochromatique mesuré intégré sur le champ avec l'interférogramme monochromatique parfait (champ nul et détecteur ponctuel) :

$$Saf(X, \nu) = \frac{\int I(X, V, \nu) P_{sf}(V) dV}{I(X, V=0, \nu)}$$

L'interférogramme monochromatique pour une direction de visée V est défini comme :

$$I(X, V, \nu) = e^{-i2\pi\nu X(V, V)}$$

avec : ν le nombre d'onde,

V la direction de visée,

dV l'élément d'angle solide dans la direction V ,

$P_{sf}(V)$ la réponse de l'IPSF dans la direction V normalisée :

$$\int P_{sf}(V) dV = 1,$$

X la différence de marche optique.

La différence de marche optique est le produit scalaire de la direction de visée V par le vecteur défini par les positions équivalentes, dans l'espace de sortie de l'interféromètre, des Apex des coins de cube (équivalentes au sens du parcours optique). L'épaisseur des lames n'étant accordée que pour un nombre d'onde (laser d'alignement), ce vecteur reliant les Apex varie en fonction du nombre d'onde (indice du matériau) et de la direction de visée :

$$X(x, \nu, V) = V \cdot ApexChrom(x, \nu, V)$$

$$ApexChrom(x, \nu, V) = Apex(x) + Offset(\nu, V) - Offset(\nu_0, V=0)$$

avec :

Apex le vecteur reliant l'apex du coin de cube mobile à la position géométrique x et l'apex de l'image du coin de cube fixe à travers la surface semi-réfléchissante,

Offset le vecteur de déviation des deux apex. Ce vecteur représente la déviation des images des coins de cube due à la différence de trajet dans les lames pour les deux bras de l'interféromètre dans l'espace de sortie de l'interféromètre. Il donne une différence de marche équivalente à celle exprimée dans l'espace de l'interféromètre et est dû à l'indice du matériau dépendant du nombre d'onde et à la position dans le champ. Ce vecteur est annulé pour le nombre d'onde du laser d'alignement ν_0 dans la direction de champ nul.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 361

of : 502

Principe : (suite)

Le calcul de la fonction d'auto-apodisation pour un pixel donné requiert donc la connaissance des directions du champ V interceptées par le pixel, de la fonction de réponse du détecteur $\text{Psf}(v)$ pour ces directions et la connaissance de l'ensemble des vecteurs $\text{Apex}(x)$ qui sont définis comme l'ensemble des vecteurs joignant l'apex du coin de cube mobile avec l'apex de l'image du coin de cube fixe à travers la lame séparatrice pour l'ensemble des coordonnées x du coin de cube mobile, et qui ne sont autres que les directions de l'axe interférométrique, les épaisseurs des lames, l'indice du matériau traversé et les angles d'attaque du rayonnement de champ nul sur celles-ci.

Les paramètres d'entrée requis sont modifiés lorsque l'un de ceux-ci est observable à partir de l'analyse des mesures elles-mêmes.

A ce jour, seuls deux paramètres sont observables :

- le vecteur offset du coin de cube fixe par rapport au coin de cube mobile (en variation long terme),
- le terme de correction des directions du champ V associées aux déformations de l'interféromètre (en variations moyen terme) (80 secondes).



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 362

of : 502

Entrées :

Nombre d'onde **WnSaf**

Nombre de points de discrétisation de la différence de marche optique **NsOpd**

Différence de marche optique maximum **OpdMax**

Nombre de points de discrétisation du mouvement du coin de cube **NsCCM**

Table des coordonnées des extrémités des vecteurs Apex en fonction du temps :

-Selon X **ApexX(t)**

-Selon Y **ApexY(t)**

-Selon Z **ApexZ(t)**

Caractéristiques des IPSF nominales (hypothèse de grille régulière) :

-Nombre de lignes de discrétisation du champ de vue **NbLin**

-Nombre de colonnes de discrétisation du champ de vue **NbCol**

Directions de visée associées aux points de discrétisation du champ de vue V :

-Coordonnées selon Y **PsfY(nc)**

-Coordonnées selon Z **PsfZ(nl)**

Poids des points de discrétisation du champ de vue **PsfWgt** (nl,nc)

Coordonnées de l'axe interférométrique moyen :

-Selon Y **AxeY**

-Selon Z **AxeZ**

Coefficients du calcul de l'indice du **ZnSe** :

-Premier coefficient **A(1,2,3)**

-Deuxième coefficient **B(1,2,3)**

Nombre d'onde de référence (laser d'alignement) **Wn0**

Nombre de lignes de discrétisation des directions de référence (=1) **NbLin0**

Nombre de colonnes de discrétisation des directions de référence (=1) **NbCol0**

Poids des points de discrétisation du champ de vue **Psf0Wgt** (nl,nc)

Direction de référence **V0** :

-Coordonnées selon Y **Psf0Y(nc=1)**

-Coordonnées selon Z **Psf0Z(nl=1)**

Epaisseur de la lame séparatrice **Es**

Epaisseur de la lame compensatrice **Ec**

Angle de la lame séparatrice (contenant l'axe OZ) pour le centre du champ **Alphas**

Angle de la lame compensatrice (contenant l'axe OZ) pour le centre du champ **Alphac**

Sorties :

Fonction d'auto-apodisation en module et argument **Saf(nopd)**

Angle moyen du champ sur le pixel **FieldMeanAngle**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 363

of : 502

Pseudo-code :

Transport de l'IPSF pour prendre en compte la position de l'axe interférométrique

Pour tous les points de l'Ipsf (nl = 1 à Nblin) et (nc= 1 à NbCol)

PsfY (nc) = PsfY (nc) - AxeY

PsfZ (nl) = PsfZ (nl) - AxeZ

Calcul de l'angle de champ moyen sur le pixel au sens du cosinus

$$FieldMeanAngle = ACOS \left(\sum_{nl, nc=1,1}^{nl, nc=NbLin, NbCol} PsfWgt(nl, nc) * \left(Cos \left(\sqrt{PsfY(nc)^2 + PsfZ(nl)^2} \right) \right) \right)$$

Initialisation de l'argument

Arg₀ = 2ΠWnSaf * 2

Indice du ZnSe pour le nombre d'onde de référence Wn0

NWn0 = CalcIndice(Wn0)

Initialisation de l'offset chromatique de référence

OffsetChromRef = CalcOffsetChrom

(Psf0Y, Psf0Z, NbLin0, NbCol0, NWn0, alphas, alphac, es, ec)

Indice du ZnSe pour le nombre d'onde de calcul WnSaf

NWnSaf = CalcIndice(WnSaf)

Boucle sur les points de discrétisation du champ de vue

nl,nc varie de (1,1) à (NbLin,NbCol)

Calcul du vecteur offset chromatique

OffsetChrom(nl,nc) = CalcOffsetChrom

(PsfY,PsfZ, nl,nc, NWnSaf, alphas, alphac, es, ec)

OffsetChrom(nl,nc) = OffsetChrom(nl,nc) - OffsetChromRef

Fin de boucle sur le champ de vue

Calcul de la base de discrétisation de l'OPD

dx=OpdMax/(NsOpd-1)

Pour tous les points de la course du coin de cube n varie de 1 à NsOpd

x (n)=(n-1).dx - OpdMax / 2

Calcul par interpolation spline cubique des coordonnées y et z des vecteurs Apex

(ApexX(t),ApexY(t)) donnent (x (n), y (n)) t varie de 1 à NsCCM

(ApexX(t),ApexZ(t)) donnent (x (n), z (n)) n varie de 1 à NsOpd



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 364

of : 502

Boucle sur les points de discrétisation de l'Opd n varie de 1 à NsOpd

Initialisation des composantes réelle et imaginaire de Saf

RSaf = 0

ISaf = 0

Calcul de l'interférogramme parfait

$I_o = \cos(\text{Arg}_o \cdot x(n)) - i \cdot \sin(\text{Arg}_o \cdot x(n))$

Boucle sur les points de discrétisation du champ de vue (nl, nc) varie de (1,1) à (NbLin, NbCol)

Norme du vecteur champ $V(nl, nc) = (1, \text{PsfY}(nc), \text{PsfZ}(nl))$

$V_{\text{norm}} = \sqrt{1 + \text{PsfY}(nc)^2 + \text{PsfZ}(nl)^2}$

Calcul de la différence de marche apparente selon la direction $V(nl, nc)$

Correction du vecteur Apex

$\text{ApexChromX} = x(n) - \text{OffsetChromX}(nl, nc)$

$\text{ApexChromY} = y(n) - \text{OffsetChromY}(nl, nc)$

$\text{ApexChromZ} = z(n) - \text{OffsetChromZ}(nl, nc)$

Produit scalaire du vecteur ApexChrom par le vecteur champ V

$x_{\text{App}} = (\text{ApexChromX} + \text{ApexChromY} \cdot \text{PsfY}(nc) + \text{ApexChromZ} \cdot \text{PsfZ}(nl)) / V_{\text{norm}}$

Calcul de l'argument

$\text{Arg}(n) = \text{Arg}_o \cdot x_{\text{App}}$

Calcul de composantes de Saf

$\text{RSaf} = \text{RSaf} + (\cos(\text{Arg}(n)) \cdot \text{PsfWgt}(nl, nc))$

$\text{ISaf} = \text{ISaf} + (\sin(\text{Arg}(n)) \cdot \text{PsfWgt}(nl, nc))$

Fin de boucle sur le champ de vue

Calcul de la fonction d'auto-apodisation complexe

$\text{Saf}(n) = (\text{RSaf} - i \cdot \text{ISaf}) / I_o$

Fin de boucle sur l'Opd

Calcul de l'argument complexe pour n de 1 à NsOpd.

$\text{Arg}(n) = \text{Arctangente}[\text{Imaginaire}(\text{Saf}(n)), \text{Réel}(\text{Saf}(n))]$

Arctangente définie entre $-\Pi$ et $+\Pi$

Régularisation de l'argument complexe $\text{Arg}(n)$ donnant $\text{Argr}(n)$ pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à $+\Pi$ pour n de 1 à NsOpd

Calcul de la fonction d'auto-apodisation en module et argument pour n de 1 à NsOpd

$\text{SafMod}(n) = \sqrt{\text{Saf}(n) \cdot \text{Saf}(n)^*}$

* = conjugué complexe

$\text{SafArg}(n) = \text{Argr}(n)$

**Pseudo-code : (suite)****Fonction CalcIndice(Wn) :**

$$\lambda = 10^6 / Wn$$

$$s1 = (A(1) * (\lambda)^2) / ((\lambda)^2 - B(1)^2)$$

$$s2 = (A(2) * (\lambda)^2) / ((\lambda)^2 - B(2)^2)$$

$$s3 = (A(3) * (\lambda)^2) / ((\lambda)^2 - B(3)^2)$$

$$\text{CalcIndice}(Wn) = \sqrt{1 + s1 + s2 + s3}$$

Fonction CalcOffsetChrom(PsfY,PsfZ, nl,nc, N, alphas,alphac,es,ec)

Vecteur unitaire du champ $V_i(nl,nc)$ dans le repère de l'interféromètre

$$V_i(nl,nc)_x = \sqrt{1 - PsfY(nc)^2 - PsfZ(nl)^2}$$

$$V_i(nl,nc)_y = PsfY(nc)$$

$$V_i(nl,nc)_z = PsfZ(nl)$$

Déviation de l'image du coin de cube fixe

$$CCf = \text{CalcCprim}(V_i, \text{alphac}, N, ec)$$

Déviation de l'image du coin de cube mobile

$$CCm = \text{CalcCprim}(V_i, \text{alphas}, N, es)$$

Offset chromatique

$$\text{CalcOffsetChrom} = CCm - CCf$$

Fonction CalcCprim(Vi, alpha, N, e)

Transformée de V_i dans le repère normal à la lame par rotation de l'angle α autour de Z

$$V_n = R(Z, \alpha) \cdot V_i \quad (R \text{ matrice de rotation de } \alpha \text{ autour de } Z)$$

Déviation de V_n par l'indice du matériau

$$Un_y = V_{n_y} / N$$

$$Un_z = V_{n_z} / N$$

$$Un_x = \sqrt{1 - Un_y^2 - Un_z^2}$$

Longueur de traversée du verre

$$e' = e / Un_x$$

Longueur équivalente

$$e'' = e' \cdot N$$

Vecteur de traversée du verre

$$U'n = Un \cdot e'$$

Vecteur équivalent à la traversée du verre

$$U''n = V_n \cdot e''$$

Vecteur de déviation de l'image du coin de cube

$$CC' = U''n - U'n$$

Vecteur de déviation dans le repère de l'interféromètre

$$\text{CalcCprim} = R(Z, -\alpha) \cdot CC' \quad (R \text{ matrice de rotation de } -\alpha \text{ autour de } Z)$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 366

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les nombres d'onde sont définis en recette de telle sorte que l'interpolation entre deux fonctions d'auto-apodisation soit possible sans perte de précision.

Le nombre de points de discrétisation de l'OPD doit permettre de représenter correctement les variations de la direction du vecteur Apex.

La différence de marche optique maximum doit être définie plus grande que la ddm max caractérisée en recette afin de permettre la calibration spectrale lors du calcul des fonctions d'apodisation.

L'ensemble des directions de l'axe interférométrique est caractérisé en recette et modifié à chaque variation significative de la mesure du vecteur offset du coin de cube fixe. Voir *fiche 57_000*.

Le nombre de points de discrétisation du champ de vue est défini lors de la caractérisation de l'Ipsf en recette.

L'ensemble des directions de visée et des poids associés est caractérisé en recette.

Les paramètres du calcul de l'indice du ZnSe sont :

$A(1)=4.46395$ $A(2)=0.46132$ $A(3)=2.88289$

$B(1)=0.20108$ $B(2)=0.39211$ $B(3)=47.04759$

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Régularisation d'une suite d'arguments pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à Π et inversement.

Interpolation spline cubique



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 367

of : 502

Fiche : 77 | Version : 1.1 | INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SAS Prise en compte de l'échantillonnage Rpd

Principe :

Les fonctions d'instrument sont les transformées de Fourier des fonctions d'auto-apodisation échantillonnées par le laser Rpd.

La prise en compte de cet échantillonnage est effectuée par la correction de la distorsion de différence de marche optique générée sur la fonction d'auto-apodisation du laser d'échantillonnage par l'effet de champ.

L'argument de la fonction d'auto-apodisation étant la différence entre les phases de l'interférogramme mesuré dans le champ et l'interférogramme théorique parfait, la distorsion en différence de marche sera :

$$\Delta x = \frac{\varphi(x)}{2\pi\nu}$$

avec $\varphi(x)$ argument de la fonction d'auto-apodisation.

La correction de distorsion sera :

$$\varphi(x) = 2\pi\nu \left(\frac{\varphi(x)}{2\pi\nu} - \frac{\varphi_{\text{rpd}}(x)}{2\pi\nu_{\text{rpd}}} \right)$$

l'argument résultant étant normalisé à 0 pour $x = 0$.

Entrées :

Nombre de points de discrétisation N_{sOpd}

Nombre d'onde du laser Rpd W_{nRpd}

Fonction d'auto-apodisation du laser Rpd $\text{SafRpd}(\text{nopd})$

Nombre d'onde de la fonction d'auto-apodisation W_{n}

Fonctions d'auto-apodisation complexe en module et argument $\text{Saf}(\text{nopd})$

Sorties :

Fonctions d'auto-apodisation corrigées du Rpd en parties réelle et imaginaire $\text{SafC}(\text{nopd})$

Argument de la fonction d'auto-apodisation en $x=0$ avant normalisation SafArg0

Fonction de contraste de l'interféromètre SafContrast



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 368

of : 502

Pseudo-code :

Calcul de la distorsion en différence de marche de la fonction d'auto-apodisation du laser Rpd pour nopd de 1 à NsOpd :

$\text{SafArgRpd}(\text{nopd}) = \text{Argument de SafRpd}(\text{nopd})$

$$\text{DddmRpd}(\text{nopd}) = \frac{\text{SafArgRpd}(\text{nopd})}{2\Pi\text{WnRpd}}$$

Calcul de la distorsion en différence de marche pour nopd de 1 à NsOpd :

$\text{SafArg}(\text{nopd}) = \text{Argument de Saf}(\text{nopd})$

$$\text{Dddm}(\text{nopd}) = \frac{\text{SafArg}(\text{nopd})}{2\Pi\text{Wn}}$$

Correction de l'argument pour nopd de 1 à NsOpd :

$$\text{SafArg}(\text{nopd}) = 2\Pi.\text{Wn}[\text{Dddm}(\text{nopd}) - \text{DddmRpd}(\text{nopd})]$$

Argument en x=0

$$\text{SafArg0} = \text{SafArg}(\text{NsOpd}/2+1)$$

Normalisation de l'argument

$$\text{SafArg}(\text{nopd}) = \text{SafArg}(\text{nopd}) - \text{SafArg0}$$

Présentation en parties réelle et imaginaire :

$$\text{SafMod}(\text{nopd}) = \text{Module de Saf}$$

$$\text{SafC}(\text{nopd}) = \text{SafMod}(\text{nopd}) \cdot [\cos(\text{SafArg}(\text{nopd})) + i.\sin(\text{SafArg}(\text{nopd}))]$$

Fonction de contraste de l'interféromètre

$$\text{SafContrast} = \text{Partie Réelle}(\text{SafC}(\text{NsOpd}/2+1))$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les paramètres d'entrée sont construits par l'algorithme de calcul des fonctions d'auto-apodisation. Voir *fiche 76_SAF*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 369

of : 502

Fiche : 78

Version : 2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SRF

Calcul des fonctions d'instrument de niveau 1b

Principe :

Les fonctions d'instrument sont les transformées de Fourier inverse des fonctions d'auto-apodisation corrigées de l'effet du Rpd. Afin d'obtenir un échantillonnage convenable des fonctions d'instrument, la fonction d'auto-apodisation est interpolée et complétée par un nombre important de zéros.

Les fonctions d'instrument sont présentées centrées sur leur barycentre quadratique et normalisées en surface complexe à 1.

L'introduction dans la version 2 de cet algorithme d'un paramètre d'amortissement dans l'espace de l'interférogramme entraîne la disjonction de la définition des fonctions d'instrument de niveau 1a et 1b.

La construction des ISRF de niveau 1A impose $SigI = 0$, voir le paragraphe « construction des paramètres d'entrée » pour la définition de $SigI$ dans le cadre de la construction des ISRF de niveau 1B.

Entrées :

Demi largeur de définition des fonctions d'instrument **SDWnIsrf**

Nombre de points de discrétisation des ISRF **NsIsrf**

Largeur d'un échantillon spectral de niveau 1B **DWnSpect**

Nombre de points de discrétisation de la différence de marche **NsOpd**

Différence de marche max **SafOpdMax**

Dimension de la transformée de Fourier bord **DPSNsFFT**

Nombre d'onde du laser Rpd **WnRpd**

Fonction d'auto-apodisation complexe **SafC(nopd)**

Angle moyen du champ sur le pixel **FieldMeanAngle**

Nombre d'échantillons d'amortissement

SigI

Sorties :

Fonctions d'instrument réelles **Isrf(n)**

Décalage spectral de la fonction d'instrument **DWnIsrf**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 370

of : 502

Pseudo-code :

Suréchantillonnage des ISRF

$$\text{OSFactor} = \text{round}(\text{DWnSpect}/(2 * \text{SDWnIsrf}/(\text{NsIsrf}-1)))$$

Base d'échantillonnage des fonctions d'auto-apodisation SafC

Pas de discrétisation de la fonction d'auto-apodisation

$$\text{dx} = 2 * \text{SafOpdMax} / (\text{NsOpd} - 1)$$

Différences de marche aux points de discrétisation

$$\text{x}(\text{nopd}) = (\text{nopd} - \text{NsOpd} / 2 - 1) * \text{dx} \text{ pour } \text{nopd} \text{ de } 1 \text{ à } \text{NsOpd}$$

Base d'échantillonnage de Saf interpolé avant transformée de Fourier

Différence de marche max vue par la transformée de Fourier du DPS

$$\text{OpdMax} = \text{DPSNsFFT}/(\text{WnRpd} * 4)$$

Nombre de points dans SafOpdMax

$$\text{NsInt} = \text{DPSNsFFT} + 1$$

Pas d'échantillonnage de la fonction d'auto-apodisation interpolée

$$\text{dxi} = 2 * \text{OpdMax}/(\text{NsInt}-1)$$

Dimension de la FFT

$$\text{NsFFT} = (\text{NsInt}-1) * \text{OSFactor}$$

Différences de marche aux points d'interpolation

$$\text{xi}(\text{ni}) = (\text{ni} - \text{DPSNsFFT}/2 - 1) * \text{dxi} \text{ pour } \text{ni} \text{ de } 1 \text{ à } \text{DPSNsFFT}+1$$

Initialisation de la fonction d'auto-apodisation interpolée

$$\text{SafI}(\text{ni}) = 0 \text{ pour } \text{ni} \text{ de } 1 \text{ à } \text{NsFFT}$$

Position du dernier zéro

$$\text{nizéro} = \text{NsFFT} / 2 - \text{NsInt} / 2$$

Interpolation par spline cubique de la fonction d'auto-apodisation

[x(nopd), SafC(nopd)] donnent

[xi(ni), SafI(ni + nizéro)] par interpolation pour ni de 1 à NsInt

Amortissement (SigI) des extrémités de SafI(ni + nizéro) pour ni de 1 à NsInt

Création de l'ouvert conformément à la FFT du DPS

$$\text{SafI}(\text{nizéro} + \text{NsInt}) = 0$$

Transformée de Fourier de la fonction d'auto-apodisation interpolée et complétée par des zéros

$$\text{Isrf}(n) = \text{TF}^{-1}(\text{SafI}^*(n)), \quad (* \text{ signifie conjugué complexe, cette formulation est équivalente à } \text{Isrf}(n) = \text{TF}(\text{SafI}(n)) \text{ si la transformée est non normalisée})$$

Base d'échantillonnage de la fonction d'instrument

Pas d'échantillonnage de la fonction d'instrument initiale

$$\text{dWnIsrfC} = 1/(2 * \text{OpdMax} * \text{OSFactor})$$

Pas d'échantillonnage de la fonction d'instrument finale

$$\text{dWnIsrf} = 2 * \text{SDWnIsrf}/(\text{NsIsrf}-1)$$

Nombres d'onde calibrés des échantillons de la fonction d'instrument après transformée de Fourier pour n de 1 NsFFT+1

$$\text{WnIsrfC}(n) = (n - \text{NsFFT}/2 - 1) * \text{dWnIsrfC} / \text{Cos}(\text{FieldMeanAngle})$$

Nombres d'onde calibrés des échantillons de la fonction d'instrument après transformée de Fourier pour ns de 1 NsIsrf

$$\text{WnIsrf}(ns) = (ns - \text{NsIsrf}/2 - 1) * \text{dWnIsrf}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 371

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Calcul du barycentre quadratique de la fonction d'instrument

$$DWnIsrf = \frac{\sum_{n=NsFFT+1}^{n=NsFFT+1} WnIsrfC(n).Isrf(n).Isrf(n)^* dWnIsrf}{\sum_{n=1}^{n=NsFFT+1} Isrf(n).Isrf(n)^* dWnIsrf}$$

* = conjugué complexe

Recentrage de l'Isrf sur le barycentre

Calcul des nombres d'onde des échantillons recentrés pour n de 1 à NsFFT+1

$$WnIsrfR(n) = WnIsrfC(n) - DWnIsrf$$

Calcul par interpolation spline cubique de la fonction d'instrument recentrée

[WnIsrfR(n), Isrf(n)] pour n de 1 à NsFFT+1 donnent

[WnIsrf(n), IsrfR(n)] pour n de 1 à NsIsrf par interpolation

Normalisation complexe de la partie extraite pour n de 1 à NsIsrf

$$Isrf(n) = \frac{IsrfR(n)}{\left(\sum_{n=2}^{NsIsrf-1} IsrfR(n) + \frac{IsrfR(1) + IsrfR(NsIsrf)}{2} \right) dWnIsrf}$$

$$Isrf(n) = \text{Re}(Isrf(n))$$

Construction des paramètres d'entrée :

La construction des paramètres d'entrée décrivant la fonction d'auto-apodisation sont décrits dans la *fiche 76_SA7*.

Dans le cadre de la simulation des ISRF 1A, le paramètre d'amortissement SigI est égal à 0. Dans le cadre de la simulation des ISRF 1B, le paramètre d'amortissement SigI est égal au paramètre d'amortissement SigI=IDefS1bSigI utilisé dans l'algorithme *fiche 22_S0S* du logiciel opérationnel pour le sur-échantillonnage du spectre précédent le ré-échantillonnage *fiche 35_S1B*.

Le domaine spectral de définition des fonctions d'instrument est défini par la spécification. Les paramètres définissant la dimension de la transformée de Fourier et l'échantillonnage spectral sont déduits de la spécification et doivent être tels que le bruit de discrétisation est négligeable.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique

Transformée de Fourier radix 2 inverse (complexes → complexes)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 372

of : 502

Fiche : 79 | **Version : 1.4** | **INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE**

Titre : CAF **Calcul des fonctions d'apodisation**

Principe :

Afin de faciliter l'exploitation des spectres mesurés par les utilisateurs opérationnels, il est important de pouvoir leur fournir des spectres qui soient le produit de convolution des spectres émis par l'atmosphère et d'une fonction d'instrument G connue, constante sur tout le spectre et pour tous les spectres.

Les fonctions d'apodisation du spectre sont les transformées de Fourier des fonctions de convolution du spectre de niveau 1b qui permettent d'obtenir la fonction d'instrument constante résultante G.

Les fonctions d'apodisation sont obtenues par les rapports entre la transformée de Fourier de G (GTF) et les **parties symétriques des fonctions d'auto-apodisation**.

La norme de G est telle que : $GTF(0)=1$

Entrées :

Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation SafOpdMax

Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'apodisation AfOpdMax

Transformée de Fourier de la fonction constante G de convolution GTF

Nombre de points de discrétisation de l'Opd des fonctions d'auto-apodisation NsOpd

Fonctions d'auto-apodisation en partie réelle et imaginaire SafC(n)

Angle moyen du champ sur le pixel FieldMeanAngle

Fonction de contraste de l'interféromètre SafContrast

Décalage spectral de la fonction d'instrument DWnIsrf

Sorties :

Fonctions d'apodisation Af(n)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 373

of : 502

Pseudo-code :

Base d'échantillonnage des fonctions d'auto-apodisation spectralement calibrées :

Pas d'échantillonnage

$$\text{dopdC} = 2 \cdot \text{SafOpdMax} / (\text{NsOpd} - 1)$$

Position des échantillons n de 1 à NsOpd

$$\text{OpdCal}(n) = (n - \text{NsOpd}/2 - 1) \cdot \text{dopdC} \cdot \cos(\text{FieldMeanAngle})$$

Calibration spectrale des fonctions d'auto-apodisation

$$\text{SafCal}(n) = \text{SafC}(n) \cdot (\cos(2\pi \cdot \text{OpdCal}(n) \cdot \text{DWnIsrf}) - i \cdot \sin(2\pi \cdot \text{OpdCal}(n) \cdot \text{DWnIsrf}))$$

Normalisation des fonctions d'auto-apodisation

$$\text{SafCal}(n) = \text{SafCal}(n) / \text{SafContrast}$$

Base d'échantillonnage des fonctions d'apodisation :

Pas d'échantillonnage

$$\text{dopd} = 2 \cdot \text{AfOpdMax} / (\text{NsOpd} - 1)$$

Position des échantillons ns de 1 à NsOpd

$$\text{Opd}(n) = (n - \text{NsOpd}/2 - 1) \cdot \text{dopd}$$

Interpolation par spline cubique de la fonction d'auto-apodisation sur les échantillons de la transformée de Fourier de la fenêtre spectrale (parties réelle et imaginaire)

(SafCal(n) sur la base OpdCal(n) donnent (Saf(m) sur la base Opd(m))

Calcul de la partie symétrique pour Ns de 1 à int(NsOpd/2)

$$n = \text{int}(\text{NsOpd}/2) + 1 + \text{Ns}$$

$$m = \text{int}(\text{NsOpd}/2) + 1 - \text{Ns}$$

$$\text{Saf}(n) = \text{complexe}(\text{Réel}(\text{Saf}(n)) + \text{Réel}(\text{Saf}(m)) / 2, (\text{Imag}(\text{Saf}(n)) - \text{Imag}(\text{Saf}(m)) / 2)$$

$$\text{Saf}(m) = \text{conjugué complexe}(\text{Saf}(n))$$

Normalisation complexe pour m de 1 à NsOpd

$$\text{Saf0} = \text{Saf}(\text{int}(\text{NsOpd}/2) + 1)$$

$$\text{Saf}(m) = \text{Saf}(m) / \text{Saf0}$$

Calcul des fonctions d'apodisation en parties réelle et imaginaire pour m de 1 à NsOpd:

$$\text{Af}(m) = \text{GTF}(m) / \text{Saf}(m)$$

Construction des paramètres d'entrée :

La fonction G est une gaussienne de largeur à mi-hauteur 0.5 cm⁻¹. Sa Transformée de Fourier (tronquée) est calculée par l'algorithme 82_SRC

La version 0 de cette fonction est une gaussienne de largeur à mi-hauteur de 0,5 cm⁻¹.

Les fonctions d'auto-apodisation sont issues des algorithmes décrits par les *fiches 76_SAF et 77_SAS*.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolation spline cubique



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 374

of : 502

Fiche : 80 | **Version : 1.0** | **INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE**

Titre : **NPS** **Introduction de la variation inter pixels de la phase naturelle dans les shifts spectraux**

Principe :

L'axe interférométrique n'étant pas centré, les phases naturelles destinées à la calibration spectrale dépendent du pixel. Afin de ne pas modifier l'interface avec le logiciel opérationnel, on introduit cette dépendance dans les shifts spectraux attendus aux points de grille de la bande de données spectrale.

Entrées :

Base de données spectrales de l'OPS	Sdb_Ops
Nombre de fenêtres spectrales	WnpNbSWmx
Harmoniques sélectionnées pour les fenêtres spectrales	IDefSsdNhar
Phases naturelles (harmoniques, fenêtres, pixels)	PhaseNat
Espacement entre deux transitions spectroscopique (fenêtres)	IWnpDWnSWref
Pixel de référence	PN_Ref

Sorties :

Base de données spectrales de l'OPS	Sdb_Ops
-------------------------------------	---------

Pseudo-code :

Calcul de la correction des décalages spectraux

Pour toutes les fenêtres spectrales SW de 1 à WnpNbSWmx

NH = IDefSsdNhar(SW) + 1

Pour tous les pixels PN de 1 à 4

$$\text{Delta_WnShift}(\text{SW}, \text{PN}) = (\text{PhaseNat}(\text{NH}, \text{SW}, \text{PN}) - \text{PhaseNat}(\text{NH}, \text{SW}, \text{PN_Ref})) \\ * \text{IWnpDWnSWref}(\text{SW}) / (2 * \Pi)$$

Modification de la base spectrale :

Pour tous les points de grille NL NC, les fenêtres spectrales SW, les CD, les pixels PN

$$\text{ISdbGridWnShift}(\text{PN}, \text{CD}, \text{SW}, \text{NC}, \text{NL}) = \text{ISdbGridWnShift}(\text{PN}, \text{CD}, \text{SW}, \text{NC}, \text{NL}) \\ + \text{Delta_WnShift}(\text{SW}, \text{PN})$$

Construction des paramètres d'entrée :

La base de données spectrale est construite à la TEC par l'algorithme SDB_74.

Les phases naturelles sont construites à la TEC par l'algorithme WNP_58.

Le pixel de référence pour exprimer la variation inter pixels est arbitraire : PN_Ref = 1

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 375

of : 502

Fiche : 81

Version : 1.1

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : CMO

Calcul d'un modèle orbital

Principe :

On utilise dans plusieurs algorithmes (SME₃₃, HEC₃₂, SSS₂₁ ou CCS₄₁) un modèle pour prédire l'évolution déterministe de certaines variables (température du miroir de scan, offset entre l'IIS et le sondeur, ...). On considère que cette évolution correspond à une fonction quasi-périodique à la période orbitale du satellite définie par le modèle ci-dessous :

$f(t) = a_0 * (1 + a_1 * (t - t_0)) + (1 + b_1 * (t - t_0)) * g(u)$, avec $u = t - t_{FE} \bmod T_s$

(voir Annexe 7 §9 pour plus de précisions).

Cet algorithme calcule et formate le vecteur de paramètres nécessaire au logiciel OPS.

Entrées :

Date de référence du modèle **t0**

Biais initial **a0**

Dérive du biais **a1**

Dérive du coefficient **b1**

Nombre de points du modèle **n**

Description de l'évolution temporelle de la fonction **f(m)**

Nombre de points de la description **m**

Sorties :

Modèle d'évolution orbital **Model**

Indicateur d'erreur de dimensionnement **FlagDimNOK**

Pseudo-code :

Si $(0 \leq n < 195)$ Alors

FlagDimNOK = non

Conversion de la date t0 au format CCSDS short time → Model[1] , Model[2]

Model[3] = a0

Model[4] = a1

Model[5] = b1

Model[6] = n

Si $(n > 0)$ Alors

Compléter le tableau initial pour la périodicité : $f(m+1) = f(1)$

Calcul de la base d'abscisses initiale : $t(i) = (i-1)/m$, pour $i = 1, 2, \dots, m+1$

Calcul de la base d'abscisses finale : $u(j) = (j-1)/n$, pour $j = 1, 2, \dots, n$

Interpolation par spline cubique : $(t(i), f(i)) \rightarrow (u(j), Model(6+j))$

Fsi

Sinon

FlagDimNOK = oui

Fsi



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 376 of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Le modèle théorique $f()$ est issu des analyses du maître d'œuvre satellite ou caractérisé en recette vol.

La date de référence t_0 , ainsi que les dérivées a_1 et b_1 sont définies en recette en vol en fonction des dérivées attendues.

La valeur initiale du biais a_0 est définie en recette en vol en fonction des biais observées par rapport au modèle théorique.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur spline cubique.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 377

of : 502

Fiche : 82

Version : 1.2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SRC

Calcul de la fonction d'instrument 1C

Principe :

The IASI Level 1c ISRF is the inverse Fourier transform of a truncated Gaussian function GTF. GTF is the truncation of a direct Fourier transform of a Gaussian function with a Full Width at Half Maximum = 0.5 cm^{-1}

Entrées :

Largeur à mi-hauteur nominale **FWHM**

Nombre d'échantillons de la FFT bord **NsFFT**

Nombre d'ondes du laser de référence **RpdWn**

Angle du champ moyen sur le pixel nominal **FieldMeanAngle**

Demi-largeur de définition des fonctions d'instrument **SDWnIsrf**

Nombre de points de définition des fonctions d'instrument **NsIsrf**

Nombre de points de discrétisation de l'OPD des fonctions d'auto-apodisation **NsOpd**

Différence de marche maximum représentée par la fonction d'apodisation **AfOpdMax**

Sorties :

Fonction d'instrument de niveau 1C **Isrf1C**

Transformée de Fourier de la fonction de convolution G **GTF**

Pseudo-code :

$dWn = 2 * SDWnIsrf / (NsIsrf - 1)$

$dx = 1 / (NsFFT * dWn)$

$\sigma_x = \log(2) / (\pi * FWHM / 2)$

$x_effectif = \cos(FieldMeanAngle) * NsFFT / (4 * RpdWn)$

Calcul de la fonction Gaussienne nominale

Boucle de m = 1 à NsFFT+1

$x = (m - (NsFFT + 1) / 2) * dx$

Si $(abs(x) \leq x_effectif)$ alors

$G1(m) = \exp(-\log(2) * (x / \sigma_x)^2)$

Sinon

$G1(m) = 0$

Fsi

Fin de boucle sur m



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 378

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Calcul de la fonction Isrf1C

$$I1 = TF^{-1}(G1)$$

Extraction des échantillons de l'ISRF1C (échantillons centraux de I1)

$$Nsfirst = NsFFT/2+1-NsIsrf/2$$

$$Nslast = NsFFT/2+1+NsIsrf/2$$

Boucle de ns = Nsfirst à Nslast

$$n = ns - Nsfirst + 1$$

$$Isrf1C(n) = I1(ns)$$

Fin de boucle sur ns

Normalisation en surface

$$sum = dWn * \sum_{n=1}^{NsIsrf} Isrf1C(n)$$

Boucle de n=1 à NsIsrf

$$Isrf1C(n) = Isrf1C(n)/sum$$

Fin de boucle sur n

Calcul de la fonction GTF au bon échantillonnage pour 79_CAF

$$dx = 2 * AfOpdMax / (NsOpd - 1)$$

Boucle de m=1 à NsOpd

$$x = (m - (NsOpd + 1) / 2) * dx$$

$$GTF(m) = \exp(-\log(2) * (x / \sigma_x)^2)$$

Fin de boucle sur m

Construction des paramètres d'entrée :

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Transformée de Fourier inverse radix multiple (réel->réel)

log = logarithme népérien (log(e)=1)

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 379 of : 502</p>
---	--	---

ANNEXE 4 – ALGORITHMES DE SURVEILLANCE



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 380

of : 502

Fiche : 100

Version : 1.3

MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : EXS Mise à jour des spectres d'énergie minimale et maximale

Principe :

Les spectres atmosphériques de niveau 0 mesurés par l'instrument sont utilisés pour établir et mettre à jour des spectres d'énergie minimale et maximale.

Cet algorithme n'est pas utilisé sur les spectres issus des visées de calibration ou le dos du miroir de scan.

Entrées :

Spectre froid initial (température de brillance codée) **SpectrumCold**

Spectre chaud initial (température de brillance codée) **SpectrumHot**

Spectre mesuré **Spectrum**

Numéro du premier échantillon **Nsfirst**

Numéro du dernier échantillon **Nslast**

Largeur spectrale d'un échantillon **DWnSpect**

Nombre d'échantillons par segment de codage **NbNsSeg**

Sorties :

Spectre froid mis à jour (température de brillance) **SpectrumCold**

Spectre chaud mis à jour (température de brillance) **SpectrumHot**

Pseudo-code :

Pour tous les échantillons n de Nsfirst à Nslast

nseg = Floor((n-Nsfirst)/NbNsSeg)+1

Wn = (n-1)*DWnSpect

SI Spectrum(n) > Planck (Wn, 100 K)

TB = Planck⁻¹ (Spectrum(n), Wn)

Sinon

TB = 100

Fsi

SpectrumCold(nseg) = Min(Floor(TB-100), SpectrumCold(nseg))

SpectrumHot(nseg) = Max(Ceil(TB-100), SpectrumHot(nseg))



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 381

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres mesurés sont issus du niveau 0.

Les spectres extrêmes actualisés sont issus de l'exécution précédente de l'algorithme.

Les spectres extrêmes sont réinitialisés toutes les 10 lignes.

Les spectres extrêmes atmosphériques ne doivent pas être pollués par les visées de calibration acquises en mode calibration externe. Les spectres extrêmes ne doivent pas être pollués par des spectres indiqués mauvais par le bord (BBofFlagSpectNonQual) ou le décodage (GDocFlagNbUnderOverflow)

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Fonction de Planck inverse

Floor (x) : Partie entière du réel x ($\text{Floor}(x) \leq x < \text{Floor}(x)+1$)

Ceil (x) : Entier immédiatement supérieur ou égal au réel x ($\text{Ceil}(x)-1 < x \leq \text{Ceil}(x)$)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 382

of : 502

Fiche : 101	Version : 1.3	MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE
--------------------	----------------------	---

Titre : SHB	Surveillance du signal hors bande utile
--------------------	--

Principe :

Calcul du signal et du bruit associé hors de la bande utile. On utilise une collection d'interférogrammes issus des données de vérification (interférogrammes corps noir chaud corrigés de la non linéarité). On retranche la dérive temporelle du signal s'il y en a une et on analyse le signal.

Entrées :

Numéro du premier échantillon de la bande utile du spectre **Nsfirst**
Numéro du dernier échantillon de la bande utile du spectre **Nslast**
Dimension de la transformée de Fourier **NsFft**
Dimension de la collection **Collect**
Date d'acquisition des éléments de la collection **Date(col)**
Nombre d'échantillons des interférogrammes NsInterf(col)
Interférogrammes corps noir issus des données de vérification **Interf(col)**
Numéros des échantillons Nzpd de la collection Nzpd(col)

Sorties :

Spectre brut moyen en module **SpectMean**
Signal de bruit associé **SpectNoise**
Spectre brut moyen (partie réelle) **SpectMeanRe**
Signal de bruit associé (partie réelle) **SpectNoiseRe**
Spectre brut moyen (partie imaginaire) **SpectMeanIm**
Signal de bruit associé (partie imaginaire) **SpectNoiseIm**
Rapport du signal moyen hors bande sur le signal dans la bande **SMeanOffInRatio**
Rapport du signal hors bande sur le signal dans la bande **SOffInRatio(col)**
Moyenne des rapports du signal hors bande sur le signal dans la bande **SOffInRatioMean**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 383

of : 502

Pseudo-code :

Pour tous les éléments de la collection ncol de 1 à Collect

Transformée de Fourier inverse de longueur NsFft des interférogrammes Interf(m,col)
centrés sur l'échantillon Nzpd(col) --> SpectRaw(n,ncol)

Calcul de module du spectre pour tous les échantillons spectraux n de NsFft/2+2 à NsFft+1
(nombres d'onde strictement positifs, si échantillons dans l'ordre naturel)

$SpectMod(n-NsFft/2,ncol) = \text{module}(SpectRaw(n,ncol))$

$SpectRe(n-NsFft/2,ncol) = \text{Partie Reelle}(SpectRaw(n,ncol))$

$SpectIm(n-NsFft/2,ncol) = \text{Partie Imaginaire}(SpectRaw(n,ncol))$

Position centrale dans la collection

DateCentral = valeur moyenne (Date(col) pour col = 1 à Collect)

Extraction des dérives temporelles pour chaque échantillon spectral n de 1 à NsFFT/2

Filtrage linéaire des valeurs spectrales par ajustement linéaire au sens des moindres carrés

[Date(col), SpectMod(n,col) pour col=1,Collect] → A0(n), A1(n)

[Date(col), SpectRe(n,col) pour col=1,Collect] → A0_Re(n), A1_Re(n)

[Date(col), SpectIm(n,col) pour col=1,Collect] → A0_Im(n), A1_Im(n)

Spectre moyen

$SpectMean(n) = A0(n) + A1(n) * DateCentral$

$SpectMeanRe(n) = A0_Re(n) + A1_Re(n) * DateCentral$

$SpectMeanIm(n) = A0_Im(n) + A1_Im(n) * DateCentral$

Résidus après extraction de la dérive

$SpectResidu(n,col) = SpectMod(n,col) - A0(n) - A1(n) * Date(col)$

$SpectResiduRe(n,col) = SpectRe(n,col) - A0_Re(n) - A1_Re(n) * Date(col)$

$SpectResiduIm(n,col) = SpectIm(n,col) - A0_Im(n) - A1_Im(n) * Date(col)$

Spectre de bruit

$$SpectNoise(n) = \sqrt{\frac{1}{Collect} \sum_{col=1}^{col=Collect} (SpectResidu(n,col))^2}$$

$$SpectNoiseRe(n) = \sqrt{\frac{1}{Collect} \sum_{col=1}^{col=Collect} (SpectResiduRe(n,col))^2}$$

$$SpectNoiseIm(n) = \sqrt{\frac{1}{Collect} \sum_{col=1}^{col=Collect} (SpectResiduIm(n,col))^2}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 384

of : 502

Calcul du signal moyen hors bande utile pour tous n de 1 à Nsfir-1 et de Nslas+1 à NsFf/2

$$S\text{MeanOff} = \frac{1}{N\text{sfir} - 1 + N\text{sFf} / 2 - N\text{slas}} \left(\sum_{n=1}^{n=N\text{sfir}-1} S\text{pectMean}(n) + \sum_{n=N\text{slas}+1}^{n=N\text{sFf} / 2} S\text{pectMean}(n) \right)$$

Signal moyen dans la bande utile pour tous n de Nsfir à Nslas

$$S\text{MeanIn} = \frac{1}{N\text{slas} - N\text{sfir} + 1} \sum_{n=N\text{sfir}}^{n=N\text{slas}} S\text{pectMean}(n)$$

Signal hors bande utile pour tous n de 1 à Nsfir-1 et de Nslas+1 à NsFf/2 pour tous les éléments de la collection

SOff(col) = moyenne sur n de SpectMod(n,col)

Signal dans la bande utile pour tous n de Nsfir à Nslas pour tous les éléments de la collection

SIn(col) = moyenne sur n de SpectMod(n,col)

Rapport

SMeanOffInRatio = SMeanOff / SMeanIn

SOffInRatio(col) = SOff(col) / SIn(col)

SOffInRatioMean = moyenne sur la collection de (SOffInRatio(col))

Construction des paramètres d'entrée :

On utilise une collection d'interférogrammes de vérification sur le corps noir chaud pour une bande spectrale, un pixel et une direction de coin de cube. Ces interférogrammes sont traités à la CET par les éléments de la chaîne algorithmique du traitement bord jusqu'à la correction de non linéarité.

Les positions du Nzpd sont calculés par l'algorithme RSC_54 ou par lecture de la valeur calculée par les algorithmes bord.

Les dates de la collection doivent être des dates relatives par rapport à une date de mesure de la collection (par exemple DateCentral) pour des raisons de précision numérique de l'ajustement avec certaines bibliothèques scientifiques.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Transformée de Fourier inverse radix multiples (51200 échantillons) conforme à FFT_08.

Ajustement linéaire au sens des moindres carrés.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 385

of : 502

Fiche : 102

Version : 1.2

INITIALISATION TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SEP

Surveillance des fonctions d'erreur de phase

Principe :

Les algorithmes d'initialisation du Zpd (fiches 54 et 55) et l'algorithme de détermination de l'offset long terme du mouvement du coin de cube (fiche 57) sont basés sur le principe de linéarisation de la phase d'un spectre complexe.

La qualité de cette linéarisation dépend de la connaissance des composantes non linéaires de cette phase que l'on appelle fonction d'erreur de phase.

L'algorithme SEP qui utilise les spectres complexes de la mesure de l'espace froid et de la différence entre la mesure du corps noir chaud et de l'espace froid, détermine les fonctions d'erreur de phase interne et externe et les compare aux fonctions modélisées.

Les spectres complexes utilisés sont les spectres réduits produits par les algorithmes d'initialisation du Zpd en phase d'initialisation et par l'algorithme de calcul du Zpd à bord en phase de surveillance.

L'algorithme consiste à extraire de la phase des spectres réduits la composante linéaire obtenue par ajustement linéaire aux moindres carrés.

L'effet du bruit radiométrique est filtré par accumulation de détermination et calcul des valeurs moyennes.

La composante linéaire résiduelle (défauts de l'ajustement linéaire aux moindres carrés dus à la présence de non linéarité) est obtenue par une itération supplémentaire du calcul des fonctions d'erreur de phase.

Entrées :

Numéro du premier échantillon des spectres réduits **NsSrdfirst**

Numéro du dernier échantillon des spectres réduits **NsSrdlast**

Nombre de spectres réduits **NbSrd**

Spectres réduits de l'espace froid **SrdCS(n, m)**

Spectres réduits du corps noir chaud **SrdBB(n,m)**

Fonction d'erreur de phase interne modélisée **PhiIntIni(n)**

Fonction d'erreur de phase externe modélisée **PhiExtIni(n)**

Nombre d'échantillons du filtre fréquentiel glissant **SlideFilterWn**

Largeur d'un échantillon spectral **DWnSrd**

Sorties :

Fonction d'erreur de phase interne finale **PhiInt(n)**

Fonction d'erreur de phase externe finale **PhiExt(n)**

Erreur sur la phase interne **PhiIntError(n), PhiIntErrorMax**

Erreur sur la phase externe **PhiExtError(n) , PhiExtErrorMax**

**Pseudo-code :**

Ré-échantillonnage des fonctions d'erreur de phase modélisées sur la même base spectrale que les spectres réduits.

Calcul des positions spectrales des échantillons

$$Wn(n) = (n-1) \cdot DWnSrd \quad n \text{ varie de } NsSrdfirst \text{ à } NsSrdlast$$

Boucle sur les spectres réduits m varie de 1 à NbSrd

Calcul des phases pour n variant de NsSrdfirst à NsSrdlast

$$\Phi_{CS}(n,m) = \text{Arctangente} \left[\frac{\text{Imaginaire}(SrdCS(n,m))}{\text{Reel}(SrdCS(n,m))} \right]$$

$$\Phi_{BB}(n,m) = \text{Arctangente} \left[\frac{\text{Imaginaire}(SrdBB(n,m) - SrdCS(n,m))}{\text{Reel}(SrdBB(n,m) - SrdCS(n,m))} \right]$$

Correction des sauts de phase de $-\Pi$ à $+\Pi$

Lissage fréquentiel par moyenne glissante de largeur SlideFilterWn

Correction des erreurs de phase initiales

$$C\Phi_{CS}(n,m) = \Phi_{CS}(n,m) - \Phi_{IntIni}(n)$$

$$C\Phi_{BB}(n,m) = \Phi_{BB}(n,m) - \Phi_{ExtIni}(n)$$

Ajustement linéaire aux moindres carrés

$$C\Phi_{CS}(n) \Rightarrow A0CS \quad A1CS$$

$$C\Phi_{BB}(n) \Rightarrow A0BB \quad A1BB$$

Extraction de la composante linéaire

$$NL\Phi_{CS}(n,m) = \Phi_{CS}(n,m) - A0CS - (A1CS \cdot Wn(n))$$

$$NL\Phi_{BB}(n,m) = \Phi_{BB}(n,m) - A0BB - (A1BB \cdot Wn(n))$$

Ajustement polynomial du second degré aux moindres carrés

$$NL\Phi_{CS}(n) \Rightarrow B0CS \quad B1CS \quad B2CS$$

$$NL\Phi_{BB}(n) \Rightarrow B0BB \quad B1BB \quad B2BB$$

Extraction de la composante parabolique

$$L\Phi_{CS}(n,m) = NL\Phi_{CS}(n,m) - B2CS \cdot (Wn(n) + B1CS / (2 \cdot B2CS))^2$$

$$L\Phi_{BB}(n,m) = NL\Phi_{BB}(n,m) - B2BB \cdot (Wn(n) + B1BB / (2 \cdot B2BB))^2$$

Ajustement linéaire aux moindres carrés

$$L\Phi_{CS}(n) \Rightarrow C0CS \quad C1CS$$

$$L\Phi_{BB}(n) \Rightarrow C0BB \quad C1BB$$

Extraction de la composante linéaire résiduelle

$$NL\Phi_{CS}(n,m) = L\Phi_{CS}(n,m) - C0CS - (C1CS \cdot Wn(n))$$

$$NL\Phi_{BB}(n,m) = L\Phi_{BB}(n,m) - C0BB - (C1BB \cdot Wn(n))$$

Fin de boucle sur les spectres réduits

Calcul de la valeur moyenne des fonctions d'erreur de phase

$$\Phi_{Int}(n) = \frac{1}{NbSrd} \sum_{m=1}^{NbSrd} NL\Phi_{CS}(n,m)$$

$$\Phi_{Ext}(n) = \frac{1}{NbSrd} \sum_{m=1}^{NbSrd} NL\Phi_{BB}(n,m)$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 387

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Calcul de « l'erreur » entre les phases mesurées et les phases modélisées

$\text{PhiIntError}(n) = \text{PhiInt}(n) - \text{PhiIntIni}(n)$

$\text{PhiExtError}(n) = \text{PhiExt}(n) - \text{PhiExtIni}(n)$

$\text{PhiIntMaxError} = 0$; $\text{PhiExtMaxError} = 0$

Pour n de 1 à Nslat-Nsfirst+1

Si $\text{abs}(\text{PhiIntError}(n)) > \text{abs}(\text{PhiIntMaxError})$ Alors

$\text{PhiIntErrorMax} = \text{PhiIntError}(n)$

Fsi

Si $\text{abs}(\text{PhiExtError}(n)) > \text{abs}(\text{PhiExtMaxError})$ Alors

$\text{PhiExtErrorMax} = \text{PhiExtError}(n)$

Fsi

Construction des paramètres d'entrée :

Les spectres réduits et leurs caractéristiques sont soit issus du processus d'initialisation (voir *fiches 54_RSC et 55_RSA*) soit issus du processus opérationnel bord (voir *fiche 04_ZPD*).

Le filtre fréquentiel glissant est défini en recette et affiné en opération si besoin est.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Arctangente définie entre $-\Pi$ et $+\Pi$.

Lissage fréquentiel par moyenne glissante.

Régularisation d'une suite d'argument pour supprimer les sauts de $-\Pi$ à Π et inversement.

Ajustement polynomial au sens des moindres carrés.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 388

of : 502

Fiche : 105 | Version : 1.0 | MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : IHB Calcul de l'interférogramme moyen et du bruit brut

Principe :

Calcul à partir d'une collection d'interférogrammes issus des données de vérification du signal moyen, du bruit par échantillon et du bruit moyen sur l'interférogramme. Deux types de calcul sont effectués :

1. La moyenne des interférogrammes, corrigés de la non linéarité et centrés sur le NZpd.
2. la moyenne du début des interférogrammes (1000 échantillons y compris les 100 premiers).

Entrées :

Dimension de la transformée de Fourier	NsFft
Dimension de la collection	Collect
Date des éléments de la collection	DateCol(col)
Nombre d'échantillons des interférogrammes	NsInterf(col)
Interférogrammes complet issus des données de vérification	Interf_12bits(col)
Tables de correction de non linéarité	
Offset des index de segment	OffsetDyn
Table de correction HF du numériseur	HFTabDigit
Tables de correction BF du numériseur :	
-Pente des segments	SlopeTabDigit
-Offset des segments	OffsetTabDigit
Table de correction BF en amont du numériseur :	
- Pente des segments	SlopeTabAnalog
- Offset des segments	OffsetTabAnalog

Sorties :

Interférogramme moyen	InterfMean(n)
Bruit par échantillon	InterfNoise(n)
Bruit interférogramme	InterfNoiseRms
Interférogramme moyen 1000 (premiers échantillons)	Interf_12bits_1000_Mean(n)
Bruit par échantillon sur les 1000 premiers échantillons	Interf_12bits_1000_Noise(n)

**Pseudo-code :**

Position centrale dans la collection

DateCentral= valeur moyenne (Date(col) pour col = 1 à Collect)

Préparation des interférogrammes pour tous les éléments de la collection col de 1 à Collect

Décommutation des mots de l'interférogramme (Path et Interf 12 bits)

Correction de non linéarité de l'interférogramme par l'algorithme NLC_02

Interf_Nlc(1:NsInterf(col)-100) = NLC(Interf_12bits(101:NsInterf(col),col))

Calcul par l'algorithme RSC_54 de la position du Zpd

Nzpd = RSC(Interf_Nlc(:))

Calcul par l'algorithme ISI_07 des NsFft échantillons utiles de l'interférogramme

(Nsfirst,Nslast) = ISI(Interf_Nlc(:), Nzpd, NsFft)

Valeur moyenne de l'interférogramme

Interf_Mean(col) = valeur moyenne (Interf_Nlc(Nsfirst :Nslast))

Extraction de la valeur moyenne pour les échantillons spectraux n de 1 à NsFft

Interf(n,col) = Interf_Nlc(Nsfirst+n-1) - Interf_Mean(col)

Fin de préparation

Si Collect = 1 Alors

InterfMean(n) = Interf(n,1)

InterfNoise(n) = 0

InterfNoiseRms = 0

Interf_12bits_1000_Mean(n) = Interf_12bits(n,1), pour n = 1 à 1000

Interf_12bits_1000_NOise(n) = 0

Sinon

Extraction des dérives temporelles pour chaque échantillon n de 1 à NsFft

Filtrage linéaire des valeurs de l'interférogramme par ajustement linéaire au sens des moindres carrés

[Date(col), Interf(n,col) pour col=1,Collect] → A0(n), A1(n)

Interférogramme moyen

InterfMean(n) = A0(n) + A1(n) * DateCentral

Résidus après extraction de la dérive

InterfResidu(n,col) = Interf(n,col) - A0(n) - A1(n) * Date(col)

Bruit des échantillons de l'interférogramme

N = Collect-1

$$InterfNoise(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{col=1}^{col=Collect} (InterfResidu(n,col))^2}$$

Bruit sur l'interférogramme

InterfNoiseRms = RMS(InterfNoise(n) pour n de 1, NsFft)

Analyse des 1000 premiers échantillons (y compris les 100 premiers)

Interf_1000_Mean(n) = moyenne de (Interf_12bits(n,col) pour n de 1 à 1000)

Interf_1000_Noise(n)=RMS(Interf_12bits(n,col)-Interf_1000_Mean(n)) de n de 1 à 1000)

FinSi



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 390

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les interférogrammes de la collection sont complets (100 premiers échantillons inclus), ils sont supposés valides. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de construire la collection pour que la moyenne et le bruit aient un sens.

Les positions du Nzpd sont calculés par l'algorithme RCS_54 ou par lecture de la valeur calculée par les algorithmes bord.

Les dates de la collection doivent être des dates relatives par rapport à une date de mesure de la collection (par exemple DateCentral) pour des raisons de précision numérique de l'ajustement avec certaines bibliothèques scientifiques.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Calcul de la moyenne d'une série,

Calcul de l'écart quadratique moyen d'une série,

Filtrage linéaire aux moindres carrés.



HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 391

of : 502

Fiche : 106

Version : 1.0

MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : HCD

Calcul de Différences entre histogrammes cumulés

Principe :

Calcul de la différence entre deux histogrammes cumulés par interpolation linéaire sur une base d'échantillonnage donnée.

Entrées :

Histogramme cumulé 1

Nombre de classes

N1

Largeur des classes

Dx1

Centre de la première classe

X1(1)

Histogramme cumulé

F1(N1)

Histogramme cumulé 2

Nombre de classes

N2

Largeur des classes

Dx2

Centre de la première classe

X2(1)

Histogramme cumulé

F2(N2)

Dimension de la base d'échantillonnage

N

Base d'échantillonnage de la différence

T(N)

Option d'échantillonnage

Option (Base_X | Base_F)

Sorties :

Valeurs interpolées dans l'histogramme cumulé 1

XS1(N)

Valeurs interpolées dans l'histogramme cumulé 2

XS2(N)

Différences 2-1

DXS(N)

Percentiles associés à la base d'échantillonnage

FS(N)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 392

of : 502

Pseudo-code :

Base des abscisses du premier histogramme cumulé

$$X1(n) = X1(1) + (n-1) * Dx1 \text{ pour } n \text{ de } 1 \text{ à } N1$$

Base des abscisses du deuxième histogramme cumulé

$$X2(n) = X2(1) + (n-1) * Dx2 \text{ pour } n \text{ de } 1 \text{ à } N2$$

Base du calcul

Si Option = Base_X alors

Interpolation linéaire : (X1(), F1()) donnent (T(n), FS(n)) pour n de 1 à N

Sinon Si Option = Base_F alors

$$FS(n) = T(n) \text{ pour } n \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Sinon

Exit : Erreur d'option

Fin de Si

Calcul des éléments interpolés

Interpolation linéaire : (F1(), X1()) donnent (FS(n), XS1(n)) pour n de 1 à N

Interpolation linéaire : (F2(), X2()) donnent (FS(n), XS2(n)) pour n de 1 à N

Différence entre les deux histogrammes cumulés

$$DXS(n) = XS2(n) - XS1(n) \text{ pour } n \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Construction des paramètres d'entrée :

Les histogrammes cumulés des occurrences F(i) sont calculés pour des classes de largeur constante centrées sur X(i), les occurrences cumulées F(i) sont normalisées ($0 = F(1) \leq F(i) \leq F(N) = 1$). Le nombre de classes et la largeur des classes sont quelconques. Il n'y a aucune contrainte entre les classes des deux histogrammes.

La base d'échantillonnage T(n) est fixée par l'utilisateur :

Soit en terme de percentiles (option Base_F). T(n) croissant $\in [0, 1]$.

Soit dans l'unité des classes (option Base_X). T(n) croissant $\in [X1(1), X1(N1)]$.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Interpolateur linéaire.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 393

of : 502

Fiche : 109

Version : 1.3

MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : ISC

Co-registration sondeur-imageur

Principe :

La recette au sol donne la mesure des IPSFs sondeur dans un repère nominal instrument ainsi que la définition dans ce repère des angles des pixels de l'imageur IIS. Après lancement, il sera nécessaire de mesurer la position des IPSFs du sondeur dans le raster de l'IIS. Cette position est caractérisée par un vecteur offset angulaire reliant le centre de l'IIS au barycentre de l'IPSF. Cet offset sera surveillé au cours de la vie de l'instrument.

On effectue une analyse de corrélation entre les radiances mesurées par le sondeur et l'imageur en utilisant les Ipsf des quatre pixels non liés dans le champ de vue de l'imageur.

La corrélation s'effectue sur une collection d'images IASI et de spectres associés.

Les mesures utilisées doivent être sélectionnées en fonction du critère d'inhomogénéité intra-pixel, car si les scènes sont homogènes le coefficient de corrélation ne présentera pas d'extremum.

La dispersion des barycentres des IPSF par rapport à leurs valeurs nominales rigidement liées est un indicateur de modification de la réponse spatiale des détecteurs (vieillesse ou déformations de l'optique).

Entrées :

Premier échantillon du spectre 1b fourni à ISC **Nsfirst1b**

Dernier échantillon du spectre 1b fourni à ISC **Nslast1b**

Premier échantillon du filtre spectral de l'imageur **NsfirstIIS**

Dernier échantillon du filtre spectral de l'imageur **NslastIIS**

Fonction de réponse spectrale de l'imageur **IISsrf**

Description des pixels de l'imageur IIS dans le référentiel nominal instrument (restriction au domaine contenant l'Ipsf avec marge pour prendre en compte l'offset sondeur imageur) :

-Numéros de lignes et de colonnes **LinDeb, ColDeb, LinFin, ColFin**

-Coordonnées angulaires nominales **IISY, IISZ**

-Dimensions angulaires d'un pixel IIS **IISDY, IISDZ**

Nombre d'éléments dans la collection d'images et de spectres **Nec**

Collection d'images associées aux spectres de niveau 1b mesurés **Image**

Collection de spectres de niveau 1b mesurés pour un pixel associés aux images **Spect**

Description de l'Ipsf d'un pixel sondeur dans le référentiel IASI (nominal instrument) :

-Nombre de lignes et de colonnes de discrétisation de l'Ipsf **NbLin, NbCol**

-Coordonnées angulaires nominales **Ypsf, Zpsf**

-Poids associés aux points de l'Ipsf **Wgtpsf**

Facteur de sur-échantillonnage de l'Ipsf **Osf**

Vecteur offset sondeur-imageur a priori **OffsetGuess**

Voisinage de recherche de la co-registration :

-Nombre de lignes **DI**

-Nombre de colonnes **Dc**

Seuil de qualité du maximum de corrélation **CorrelQualCutoff**

Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation **PosMaxCutoff**

Largeur d'un échantillon IASI **DWnSpect**

Pas de description de la réponse spectrale de l'IIS **DWnIISsrf**



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 394

of : 502

Sorties :

Vecteur offset du barycentre de l'Ipsf dans le raster imageur **OffsetSondIIS**

Indices de qualité de la recherche du barycentre :

-Qualité du maximum de la corrélation **CorrelQual**

-Qualité de la position du maximum de corrélation **PosMaxQual**

Flag de qualité de la recherche du barycentre **FlagCoregNonQual**

Flag d'échec de la recherche du barycentre **FlagCoregNonValid**

Pseudo code :

Transformation d'un vecteur en matrice

IISY(colonne) en IISY(ligne,colonne)

IISZ(ligne) en IISZ(ligne,colonne)

Transformation de l'IPSF sondeur dans le raster Imageur IIS restreint à la partie utile de l'Ipsf de (LinDeb, ColDeb) à (LinFin, ColFin) avec prise en compte de l'offset sondeur imageur

[IISWgtIpsf , IISYIpsf_{unused} , IISZIpsf_{unused}]=

TransformIpsf(NbLin, NbCol, Ypsf, Zpsf, Wgtpsf, LinDeb, ColDeb, LinFin, ColFin, IISY, IISZ, IISDY, IISDZ, OffsetGuess, Osf)

Dimensions de l'image restreinte

NbLinImg = LinFin – LinDeb + 1

NbColImg = ColFin – ColDeb + 1

Interpolation de la réponse spectrale de l'IIS

Base spectrale 1b : n = Nsfirst1b à Nslast1b

$Wn(n) = (n-1) * DWnSpect$

Base spectrale IIS : m = NsfirstIIS à NslastIIS

$WnIISsrf(m) = (m-1) * DWnIISsrf$

Interpolation linéaire

[WnIISsrf(m), IISsrf(m)] donnent [Wn(n), ImagFilter(n)]

Normalisation du filtre de l'IIS

$$Norm = \sum_{n=1}^{Nslast1b - Nsfirst1b + 1} ImagFilter(n) * DWnSpect$$

$$ImagFilter(n) = \frac{ImagFilter(n)}{Norm}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 395

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Pour tous les spectres de la collection ne de 1 à Nec

$$RadSond(ne) = \sum_{n=Nfirst}^{n=Nlast} ImagFilter(n) * Spect(n, ne) * DWnSpect$$

Fin de boucle sur la collection

Valeur moyenne de la radiance sondeur sur la collection

$$RadSondMean = \frac{1}{Nec} \sum_{ne=1}^{ne=Nec} RadSond(ne)$$

Pour tous les points de la grille de calcul de corrélation (dl,dc) de (-Dl,-Dc) à (Dl,Dc)

Calcul de la radiance imageur intégrée dans le Fov sondeur centré sur (nl=nlo+dl, nc=nco+dc) par convolution de l'image par l'Ipsf dont le barycentre est placé en (nl,nc)

Pour toutes les images de la collection ne de 1 à Nec

$$RadImag(nl, nc, ne) = \sum_{(pl, pc) = (1, 1)}^{(pl, pc) = (PsfNbLin, PsfNbCol)} Image(l, c, ne) PsfImagWgt(pl, pc)$$

avec (l,c)=(nl +PsfImagLin(pl,pc), nc+PsfImagCol(pl,pc))

Fin de boucle sur le collection

Valeur moyenne de la radiance imageur sur la collection

$$RadImagMean(nl, nc) = \frac{1}{Nec} \sum_{ne=1}^{ne=Nec} RadImag(nl, nc, ne)$$

Fin d'exploration de la grille de corrélation

Pour toutes les positions de la grille de calcul de corrélation (dl,dc), calcul des coefficients de corrélation entre les radiances imageur intégrées dans le FOV sondeur et les radiances sondeur

$$R(dl, dc) = \frac{\sum_{ne=1}^{ne=Nec} ((RadImag(nl, nc, ne) - RadImagMean(nl, nc)) \times (RadSond(ne) - RadSondMean))}{\sqrt{\sum_{ne=1}^{ne=Nec} (RadImag(nl, nc, ne) - RadImagMean(nl, nc))^2 \times \sum_{ne=1}^{ne=Nec} (RadSond(ne) - RadSondMean(nl, nc))^2}}$$

Fin d'exploration de la grille de corrélation



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 396

of : 502

Pseudo-code (suite) :

Recherche du point de grille (dlmax,dcmax) présentant le maximum de corrélation

$R(dlmax,dcmax)=\max(R(dl,dc))$.

Si (dlmax, dcmax) n'est pas sur un bord de la grille alors

[dlm, dcm, CorrelQual, PosMaxQual, FlagError] =

Recherche d'extremum (R, dlmax, dcmax)

Flags de qualité

Si CorrelQual > CorrelQualCutoff et PosMaxQual < PosMaxCutoff alors

FlagCoregNonQual = NON

Sinon

FlagCoregNonQual = OUI

Fin de si

Si FlagError=OUI alors

FlagCoregNonValid = OUI

OffsetSondIIS(1) = OffsetGuess(1) + dcmax*IISDY

OffsetSondIIS(2) = OffsetGuess(2) + dlmax*IISDZ

Sinon

FlagCoregNonValid = NON

Si FlagCoregNonQual = NON alors

OffsetSondIIS(1) = OffsetGuess(1) + (dcmax+dc)*IISDY

OffsetSondIIS(2) = OffsetGuess(2) + (dlmax+dl)*IISDZ

Sinon

OffsetSondIIS(1) = OffsetGuess(1)

OffsetSondIIS(2) = OffsetGuess(2)

Fsi

Fin de si

Fonction TransformIpsf (voir *fiche 21_SSS*) :

Construction des paramètres d'entrée :

Les IPSFs du sondeur sont caractérisées en recette dans le repère nominal instrument.

Les coordonnées angulaire des pixels de l'imageur IIS sont caractérisées en recette dans le repère nominal instrument.

La fonction de réponse spectrale de l'imageur et ses limites sont caractérisées en recette. La valeur de la réponse spectrale pour le premier et le dernier échantillon doit être à zéro pour que l'interpolation sur la base du spectre 1b fonctionne correctement.

Les spectres mesurés sont les spectres de niveau 1b. Les limites (Nsfirst1b,Nslast1b) de la fenêtre spectrale de niveau 1b en entrée sont définies en recette. Les offsets sondeur-imageur sont caractérisés en recette en vol pour une orbite et considérés comme constants.

Ils sont surveillés au cours des opérations.



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 397

of : 502

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Recherche d'extremum : voir Annexe 7 §2.

Interpolateur linéaire sans extrapolation mais avec prolongation des extrémités si nécessaire.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 398

of : 502

Fiche : 110

Version : 2.2

MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : DPT

Calcul de la table des pixels-images morts

Principe :

Un pixel est déclaré douteux (en mauvaise santé) si l'un des 3 critères suivants est vérifié

- son gain est nettement plus faible que le gain moyen des pixels dans l'image
- son bruit est trop élevé
- cette situation s'est répétée (nombre de fois paramétrable)

Entrées :

Nombre de lignes de l'image **NbLin**

Nombre de colonnes de l'image **NbCol**

Coefficient de calibration radiométrique **RadCalSlopeImag**

Coefficient de calibration radiométrique **RadCalOffsetImag**

Pseudo-variance de l'image espace froid de la ligne précédente **VarImag**

Image de la visée de l'espace froid (SN=36) **ImageCS_36**

Nombre de cycles de filtrage **NbCycleFilter**

Table des pixels morts de l'imageur **IISDeadPix**

Perte de gain par rapport à la moyenne admissible **IISGainCoeffCutoff**

Seuil de pseudo-variance de l'image (valeur max admissible) **IISVarianceCutoff**

Nombre maximum de déclaration en mauvaise santé **IISInHomPixMax**

Table des compteurs de pixels inhomogènes **IISInHomPix**

Indicateur de réinitialisation de l'image d'offset **flagInit**

Sorties :

Table des pixels images douteux **IISBadHealthPix**

Table des compteurs de pixels inhomogènes **IISInHomPix**

Pseudo-variance de l'image espace froid **VarImag**

Valeur maximum de la pseudo-variance **VarImagMax**

Valeur moyenne de la pseudo-variance **VarImagMean**

Index de qualité de l'imageur (fraction de pixels vivants **PixQual**



of : 502

Aucune



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 400

of : 502

Fiche : 111 | Version : 1.6 | MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : MCX Surveillance de la calibration radiométrique complexe

Principe :

Cet algorithme est chargé d'analyser la qualité de la calibration radiométrique complexe et de surveiller la validité du seuil d'amplitude de la partie imaginaire sur toute la bande. On calcule l'erreur et le biais de calibration en NedT à 280 K. L'analyse s'effectue pour une bande spectrale.

Entrées :

Nombre de plages spectrales **NbSeg**
Nombre d'échantillons spectraux par plage spectrale **NbNsSeg**
Valeur moyenne de la partie imaginaire résiduelle par plage spectrale **ImagMean**
Valeur RMS de la partie imaginaire résiduelle par plage spectrale **ImagRMS**
Valeur RMS de la partie imaginaire résiduelle par bande spectrale **ImagMeanRMS**
Numéro du premier échantillon spectral de la bande **Nsfirst**
Numéro du dernier échantillon spectral de la bande **Nslast**
Largeur d'un échantillon spectral **DWnSpect**
Spectre calibré niveau 0 **Spect**
Seuil du bruit de calibration radiométrique de la bande **NoiseCalRadCutoff**
Seuil de biais de calibration radiométrique de la bande **BiasCalRadCutoff**
Radiance nominale du spectre de calibration CS **ColdSpect**
Ecart de phase nominal entre les spectres de calibration CS et BB **Dphi**

Sorties :

Spectre de bruit de calibration radiométrique en NedT à 280K **NoiseCalRad**
Spectre de biais de calibration radiométrique en NedT à 280K **BiasCalRad**
Flag de dépassement du seuil de bruit de calibration radiométrique **FlagNoiseCalRad**
Flag de dépassement du seuil de biais de calibration radiométrique **FlagBiasCalRad**
Coefficient d'erreur de calibration radiométrique **CoefCalRad**

**Pseudo-code :**

Coef = 0

FlagNoiseCalRad=NON

FlagBiasCalRad=NON

Boucle sur les plages spectrales m=1 à NbSeg

Calcul du nombre d'onde central de la plage spectrale m

$$n_0 = (m - 1) \cdot \text{NbNsSeg}$$

$$Wn_0 = (\text{Nsfirst} - 1 + (m - 1) \cdot \text{NbNsSeg}) \cdot \text{DWnSpect}$$

$$Wn(m) = Wn_0 + \frac{\text{DWnSpect}}{\text{NbNsSeg}} \sum_{n=1}^{n=\text{NbNsSeg}} n, \text{ pour } n+n_0 < \text{NsLast}+1$$

Calcul de la valeur moyenne du spectre de la plage spectrale m

$$\text{RSc}(m) = \frac{1}{\text{NbNsSeg}} \sum_{n=1}^{n=\text{NbNsSeg}} \text{Spect}(n + n_0), \text{ pour } n+n_0 < \text{NsLast}+1$$

Calcul de la phase résiduelle caractéristique du bruit radiométrique

$$\text{Phin}(m) = \text{Arctangente}(\text{sqrt}(\text{ImagRMS}(m))/\text{RSc}(m))$$

Calcul de l'erreur de calibration radiométrique

$$\text{NCalRad}(m) = \text{RSc}(m) \cdot (1 - \cos(\text{Phin}(m)))$$

Conversion de l'erreur de calibration radiométrique en NedT à 280 K

$$\text{NoiseCalRad}(m) = \text{NCalRad}(m) / (\text{Dérivée de Planck à } Wn(m) \text{ pour } T=280 \text{ K})$$

Flag de dépassement du seuil de bruit

Si $\text{NoiseCalRad}(m) > \text{NoiseCalRadCutoff}$ alors FlagNoiseCalRad=OUI

Calcul de la phase résiduelle caractéristique du biais radiométrique

$$\text{Phib}(m) = \text{Arctangente}(\text{ImagMean}(m)/\text{RSc}(m))$$

Calcul de l'erreur de biais de calibration radiométrique

$$\text{BCalRad}(m) = \text{RSc}(m) \cdot (1 - \cos(\text{Phib}(m)))$$

Conversion de l'erreur de biais de calibration radiométrique en NedT à 280 K

$$\text{BiasCalRad}(m) = \text{BCalRad}(m) / (\text{Dérivée de Planck à } Wn(m) \text{ pour } T=280 \text{ K})$$

Flag de dépassement du seuil de biais de calibration radiométrique

Si $(\text{abs}(\text{BiasCalRad}(m)) > \text{BiasCalRadCutoff})$ alors FlagBiasCalRad=OUI

$$\text{Coef} = \text{Coef} + \text{BiasCalRad}(m)$$

Fin de boucle sur les plages spectrales

$$\text{CoefCalRad} = \text{Coef} / \text{NbSeg}$$



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 402

of : 502

Construction des paramètres d'entrée :

Les caractéristiques imaginaire de la calibration radiométrique sont issues de l'algorithme bord de calibration radiométrique voir *fiche 13_ARC*.

Le spectre calibré est issu de l'algorithme de décodage voir *fiche 20_DOC*.

Le seuil d'amplitude de la partie imaginaire est fixé en recette et modifié en opération si besoin est par le CET, il est issu du fichier de configuration du logiciel.

Les seuils de bruit et de biais de calibration sont fixés en recette et modifiés en opération si besoin est par le CET.

Les caractéristiques nominales (ColdSpectrum et Dphi) de la droite de calibration sont issues de l'analyse des fonctions d'erreur de phase (elles ne sont pas utilisées dans la version actuelle de l'algorithme)

La surveillance de la calibration radiométrique complexe ne doit être activée que lorsque le spectres sont calculés par le bord (BBofFlagSpectNonQual) et décodés sans overflow ni underflow (GDocFlagUnderOverflow).

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Dérivée de la fonction de Planck par rapport à la température



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 403

of : 502

Fiche : 122

Version : 1

MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE

Titre : SCO Surveillance de la validité des seuils de détection des spikes

Principe :

Le traitement des interférogrammes de vérification permet d'obtenir comme résultat intermédiaire les interférogrammes filtrés par les filtres de spikes. Ces résultats sont analysés afin de vérifier la bonne adéquation des seuils de détection.

Entrées :

Seuil de détection des spikes dans la frange centrale CutoffCF
Seuil de détection des spikes hors de la frange centrale CutoffCFO
Seuil de proximité du signal au seuil dans la frange centrale CutoffCFProxi
Seuil de proximité du signal au seuil hors de la frange centrale CutoffCFOProxi
Début de région attribuée à la frange centrale NsfirstSpikCF
Fin de région attribuée à la frange centrale NslastSpikCF
Interférogramme filtré par le filtre frange centrale FilteredCFInterf
Interférogramme filtré par le filtre hors frange centrale FilteredCFOInterf

Sorties :

Flag de non adéquation du seuil dans la frange centrale FlagCutoffCF
Flag de non adéquation du seuil hors de la frange centrale FlagCutoffCFO
Flag de non adéquation du début de région attribuée à la frange centrale FlagNsfirstCF
Flag de non adéquation de la fin de région attribuée à la frange centrale FlagNslastCF


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 404

of : 502

Pseudo-code :Pour les échantillons n de $NsfirstSpikCF$ à $NslastSpikCF$

Vérification du seuil frange centrale

Si $FilteredCFInterf(n) > CutoffCF$. $CutoffCFProxi$ alors

FlagCutoffCF=OUI

Sinon

FlagCutoffCF=NON

Fin de si

Pour les échantillons n de 1 à $(NsfirstSpikCF+NslastSpikCF)/2$

Vérification du seuil avant frange centrale

Si $FilteredCFOInterf(n) > CutoffCFO$. $CutoffCFOProxi$ alors

FlagCutoffCFO=OUI

Si $n > NsfirstCF$ alors

FlagNsfirstCF=OUI

Sinon

FlagNsfirstCF=NON

Fin de si

Sinon

FlagCutoffCFO=NON

Fin de si

Pour les échantillons n de $NsInterf$ à $(NsfirstCF+NslastCF)/2$

Vérification du seuil après frange centrale

Si $FilteredCFOInterf(n) > CutoffCFO$. $CutoffCFOProxi$ alors

FlagCutoffCFO=OUI

Sinon

FlagCutoffCFO=NON

Fin de si

Construction des paramètres d'entrée :

Les seuils et les facteurs de proximité sont définis en recette et modifiés en opération si besoin est.

La région attribuée à la frange centrale est initialisé en recette et modifiée en opération si besoin est voir *fiche 70_M32*.

Les interférogrammes filtrés sont issus de l'algorithme de détection de spikes appliqué aux données de vérification.

Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :

Aucune


HASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 405

of : 502

Fiche : 127**Version : 0****MONITORING TRAITEMENT SCIENTIFIQUE****Titre : SRC****Surveillance des coefficients de réflectivité
du miroir de balayage****Principe :****Entrées :****Sorties :****Pseudo-code :****Construction des paramètres d'entrée :****Fonctions de la bibliothèque mathématique appelées :**

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 406 of : 502
---	--	--

ANNEXE 5 – TRANSFORMEE DE FOURIER ET FFT

1. TRANSFORMEE DE FOURIER (FONCTIONNELLE)

1.1 DEFINITIONS

Il existe plusieurs définitions possibles de la transformée de Fourier dans la littérature. Dans ce document on choisit d'utiliser la définition suivante de la transformée de Fourier F d'une fonction f et on écrira

$TF(f) = F$ ou encore $TF^{-1}(F) = f$

avec

$$F(x) = TF(f)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(v) e^{-2\pi i x v} dv \quad (\text{A5-1})$$

$$f(v) = TF^{-1}(F)(v) = \int_{-\infty}^{\infty} F(x) e^{2\pi i x v} dx \quad (\text{A5-2})$$

Produit de convolution :

$$f \otimes g : x \mapsto \int_{-\infty}^{\infty} f(y) g(x - y) dy \quad (\text{A5-3})$$

1.2 PROPRIETES UTILES

- f fonction paire et réelle $\Leftrightarrow F$ fonction paire et réelle
et dans ce cas (A5-4)

$$TF(f) = TF^{-1}(f) \quad (A5-5)$$

- Les propriétés principales de la transformation sont rappelées dans les formules suivantes

Domaine temporel		Domaine fréquentiel	
$f(ax)$	$\xrightarrow[TF^{-1}]{TF}$	$\frac{1}{ a } F\left(\frac{\nu}{a}\right)$	(A5-6)

$\frac{1}{ b } f\left(\frac{x}{b}\right)$	$\xrightarrow[TF^{-1}]{TF}$	$F(b\nu)$	(A5-7)
---	-----------------------------	-----------	--------

$f(x - x_0)$	$\xrightarrow[TF^{-1}]{TF}$	$F(\nu) e^{+2\pi i x_0 \nu}$	(A5-8)
--------------	-----------------------------	------------------------------	--------

$f(x) e^{+2i\pi \nu_0 x}$	$\xrightarrow[TF^{-1}]{TF}$	$F(\nu - \nu_0)$	(A5-9)
---------------------------	-----------------------------	------------------	--------

- Théorème de convolution temporelle

$$T(f \otimes g) = TF(f) \times TF(g) \quad (A5-10a)$$

avec la définition naturelle du produit de 2 fonctions

$$G \times H : \nu \mapsto G(\nu)H(\nu)$$

- On en déduit facilement le théorème de convolution fréquentielle¹

$$TF(f \times g) = TF^{-1}(f) \otimes TF^{-1}(g) \quad (A5-10b)$$

Cette dernière propriété (A5-10b) est souvent utile. C'est cette formule qui fournit le spectre obtenu avec un interféromètre à course limitée comme produit de convolution du spectre théorique avec un sinus cardinal.

- Théorème de Parseval

$$\int_{-\infty}^{\infty} |F(x)|^2 dx = \int_{-\infty}^{\infty} |f(\nu)|^2 d\nu$$

- Transformée d'une fonction miroir

Soit f_M la fonction miroir d'une fonction f : $f_M(x) = f(-x)$ on voit facilement que

$$TF(f_M) = TF^{-1}(f) \quad (A5-11a)$$

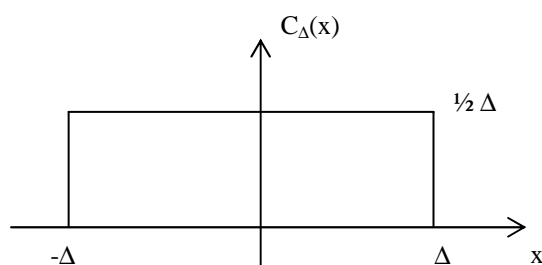
On en déduit

$$TF[TF(f)] = f_M \quad (A5-11b)$$

¹ Valable pour des fonctions quelconques à valeur complexe

1.3 QUELQUES TRANSFORMEES DE FOURIER UTILES

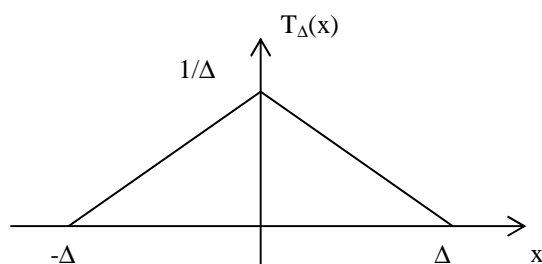
1.3.1 FONCTION PORTE CARREE



$$TF(C_{\Delta})(\nu) = \frac{\sin(2\pi\nu\Delta)}{2\pi\nu\Delta}$$

(A5-12)

1.3.2 FONCTION PORTE TRIANGULAIRE



$$TF(T_{\Delta})(\nu) = \left[\frac{\sin(\pi\nu\Delta)}{\pi\nu\Delta} \right]^2$$

(A5-13)

1.3.3 FONCTION GAUSSIENNE

Soit une fonction gaussienne

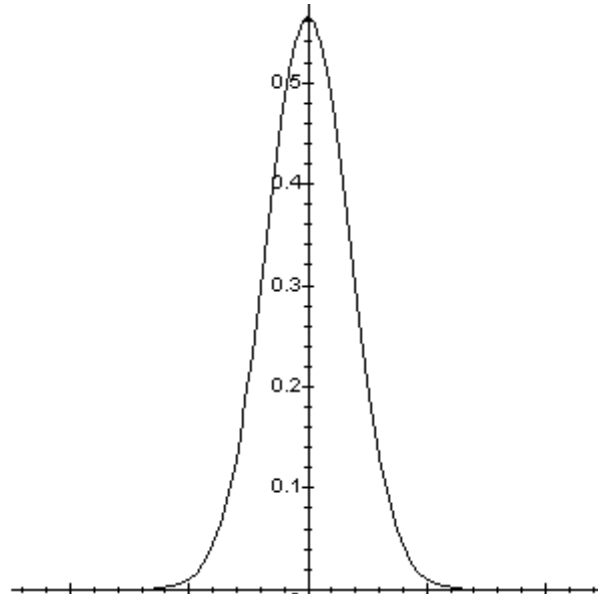
$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} \cdot e^{-(x/\sigma)^2} \quad (\text{A5-14})$$

de largeur à mi-hauteur (FWHM)

$$x_{1/2} = \sigma\sqrt{\ln 2}$$

La transformée de G est encore une gaussienne d'équation

$$TF(G)(\nu) = e^{-(\pi\sigma\nu)^2} \quad (\text{A5-15})$$



Graphe de G(x) pour $\sigma=1$

1.3.4. COSINUS

Si $f : x \mapsto \cos(2\pi\nu_0 x)$

$$TF(f)(\nu) = \frac{1}{2} [\delta_{-\nu_0}(\nu) + \delta_{\nu_0}(\nu)]$$

(A5-16)

où la distribution de Dirac δ_{ν_0} est définie par :

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(\nu) \delta_{\nu_0}(\nu) d\nu = f(\nu_0) \text{ pour toute fonction } f$$

1.3.5 SINUS CARDINAL



IASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

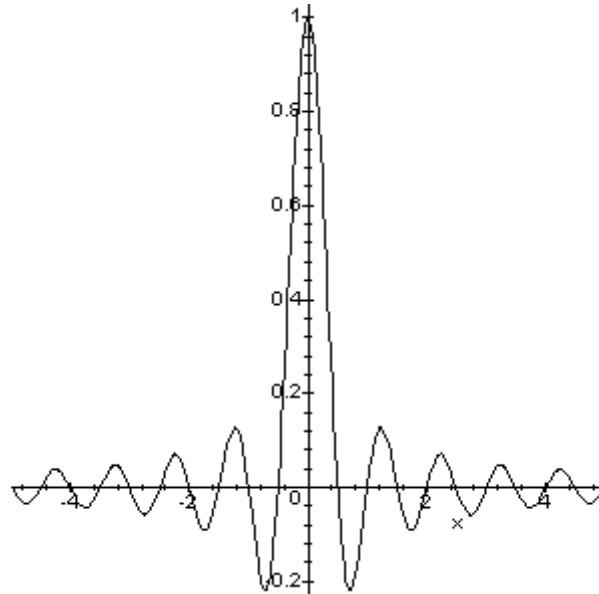
Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 410

of : 502



graphe de la fonction sinus cardinal $\sin c(2\pi x)$

En utilisant la propriété (A5-5) on voit facilement que :

Si $f : x \mapsto \sin c(2\pi\nu_0 x)$

$$TF(f) : \nu \mapsto C_{\nu_0}(\nu)$$

(A5-17)

2. TRANSFORMEE DE FOURIER DISCRETE (ET FFT)

La Transformée de Fourier Discrète et ses implémentations rapides (FFT) permettent, en pratique, de réaliser les calculs de Transformée de Fourier (mathématique) qui ont été décrits dans la première partie de cette annexe. Le lien entre ces deux notions, qui recèle quelques pièges, est explicité dans la troisième partie.

2.1 DEFINITIONS

Soit une suite de nombres complexes ou réels $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{N-1}$, on définit la Transformée de Fourier Discrète X de la suite x par

$$X_n = \sum_{k=0}^{N-1} x_k W^{nk}, \text{ où } W = e^{-i2\pi/N} \quad (\text{A5-21})$$

et on écrit

$$X = \text{DFT}(x)$$

Ces formules sont inversibles et on retrouve $x = \text{DFT}^{-1}(X)$ par

$$x_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X_n W^{-nk} \quad (\text{A5-22})$$

La formule (A5-22) se démontre aisément en tenant compte du fait que

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 411 of : 502
---	--	--

$$\sum_{k=0}^{N-1} W^{kn} = 0 \text{ si } n \neq 0 \pmod{N}$$

$$= N \text{ si } n = 0 \pmod{N} \quad (\text{A5-23})$$

On définit aussi le produit de convolution de 2 suites

$$z = x \otimes y \Leftrightarrow z_n = \sum_{i+j \equiv n \pmod{N}} x_i y_j \quad (\text{A5-24})$$

On note l'analogie entre ces définitions et celles de la première partie, analogie qui n'est évidemment pas fortuite. Une différence notable toutefois, le calcul de la transformée inverse fait apparaître un facteur de normalisation $\frac{1}{N}$.

Les algorithmes de FFT (Fast Fourier Transform) sont des méthodes de calcul astucieuses qui permettent de calculer très rapidement les sommes (A5-21) et (A5-22) lorsque le nombre de points N se décompose en petits facteurs premiers.

Dans le système IASI, on utilise

- $N = 51200 = 2^{11} \cdot 5^2$ à bord pour calculer les spectres bruts complexes à partir des interférogrammes
- $N = 2^k$ pour différentes valeurs de k dans tous les autres cas où une FFT est nécessaire.

Note : On voit que les formules (A5-21) et (A5-22) sont très proches. Certains codes utilisent la même routine pour les deux calculs. La normalisation doit alors être effectuée, si elle est nécessaire, dans le programme appelant. Cette logique est retenue dans le logiciel bord de IASI : les spectres réduits ne sont pas normalisés.

2.2 PROPRIETES UTILES

Transformations (réels \rightarrow complexes) et (complexes \rightarrow réels)

Si (x_n) est une suite réelle, on a

$$X_{N-n} = X_n^* \quad \text{pour } n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (\text{A5-25})$$

où X_n^* est le complexe conjugué de X_n .

Cette propriété est exploitée dans les algorithmes pour diminuer d'un facteur 2 le coût des FFT (voir [DR33]). On parle alors d'un algorithme de FFT (réel \rightarrow complexe).

Inversement si (x) est une suite complexe telle que (A5-25) est vérifiée alors $DFT^{-1}(x)$ est une suite réelle qui peut être calculée de manière plus efficace que dans le cas général en utilisant un algorithme de FFT (complexe \rightarrow réel).

Théorèmes de convolution

$$DFT(x \otimes y) = DFT(x) \cdot DFT(y) \quad (\text{A5-26a})$$

$$DFT(x \cdot y) = \frac{1}{N} DFT(x) \otimes DFT(y) \quad (\text{A5-26b})$$

où on définit le produit de deux suites $z = x \cdot y$

par $z_n = x_n \cdot y_n \quad \text{pour } n = 0, 1, 2, \dots, N-1$

Transformée d'une "suite miroir"

Soit (y_k) la suite miroir de (x_k) définie par

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 412 of : 502
---	--	--

$$y_k = x_{N-k} \text{ pour } k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

on a :

$$\text{DFT}(y) = N \cdot \text{DFT}^{-1}(x)$$

D'où on déduit :

$$\text{DFT}[\text{DFT}(y)] = N \cdot x \quad (\text{A5-27})$$

Si on applique 2 fois la DFT, on retrouve la suite miroir multipliée par N.

Théorème de Parseval

$$\text{Si } X = \text{DFT}(x) \quad \sum_{n=0}^{N-1} |X_n|^2 = N \sum_{k=0}^{N-1} |x_k|^2 \quad (\text{A5-28})$$

La démonstration en est très simple

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{N-1} |X_n|^2 &= \sum_{n=0}^{N-1} \left| \sum_{k=0}^{N-1} x_k W^{nk} \right|^2 = \sum_{n=0}^{N-1} \left(\sum_{k_1=0}^{N-1} x_{k_1} W^{nk_1} \right) \left(\sum_{k_2=0}^{N-1} x_{k_2}^* W^{nk_2} \right)^* \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{k_1=0}^{N-1} \sum_{k_2=0}^{N-1} x_{k_1} x_{k_2}^* W^{n(k_1-k_2)} \\ &= \sum_{k_1=0}^{N-1} \sum_{k_2=0}^{N-1} x_{k_1} x_{k_2}^* \sum_{n=0}^{N-1} W^{n(k_1-k_2)} \end{aligned}$$

Or on a déjà vu que

$$\sum_{n=0}^{N-1} W^{n(k_1-k_2)} = \begin{cases} 0 & \text{si } k_1 \neq k_2 \pmod{N} \text{ i.e. } k_1 \neq k_2 \\ N & \text{si } k_1 = k_2 \pmod{N} \text{ i.e. } k_1 = k_2 \end{cases}$$

donc finalement

$$\sum_{n=0}^{N-1} |X_n|^2 = \sum_{k=0}^{N-1} x_k x_k^* N = N \sum_{k=0}^{N-1} |x_k|^2 \quad \text{soit (A5-28)}$$

3. CALCULS DE TF ET TF⁻¹ AU MOYEN DE FFT

3.1 PASSAGE DE LA TF A LA FFT

Soit f(v) une fonction de v échantillonnée avec un pas constant Δv (par exemple un spectre 1B). A partir de la connaissance de f aux points v_k

$$v_k = k\Delta v \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

On évalue F = TF(f) aux points x_n

$$x_n = \frac{n}{N\Delta v} \quad n = \dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$$

en approximant la définition de F donnée par la formule (A5-1)

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 413 of : 502
---	---	--

$$F(x_n) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\nu) e^{-i2\pi x_n \nu} d\nu$$

$$\approx \sum_{k=0}^{N-1} f(\nu_k) e^{-i2\pi x_n \nu_k} \Delta \nu$$

Soit encore en notant que $x_n \nu_k = \frac{kn}{N}$

$$F(x_n) \approx \Delta \nu \sum_{k=0}^{N-1} f(\nu_k) e^{-i \frac{2\pi}{N} nk}$$

On s'aperçoit sans peine que l'expression ci-dessus est périodique de période N. Ce qui signifie que $F(x_n)$ peut être évaluée en au plus N points distincts, par exemple pour $-\frac{1}{2\Delta \nu} \leq x_n < \frac{1}{2\Delta \nu}$. Cela traduit simplement le fait que f doit avoir été échantillonnée avec un pas $\Delta \nu$ suffisamment petit pour que $F(x)=0$ si $|x| > \frac{1}{2\Delta \nu}$ (c'est-à-dire conformément au critère de Nyquist).

De manière pratique, cela signifie aussi que si on définit les 2 suites \tilde{f} et \tilde{F} par

$$\tilde{f}_k = f(\nu_k) \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

$$\tilde{F} = DFT(\tilde{f})$$

On peut retrouver les valeurs de $F(x_n)$ pour $-\frac{1}{2\Delta \nu} \leq x_n < \frac{1}{2\Delta \nu}$ par

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{F} = DFT(\tilde{f}) \\ F(x_n) = \tilde{F}_n \cdot \Delta \nu \quad n = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \\ F(x_{-n}) = \tilde{F}_{N-n} \cdot \Delta \nu \quad n = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \end{array} \right. \quad (A5-29)$$

Note : Le calcul par FFT nécessite une réorganisation du tableau si celui-ci est rangé initialement dans un ordre naturel.

3.2 RELATIONS D'ECHANTILLONNAGE

Si on note

- L_ν : la taille du support de f
- Δx : le pas d'échantillonnage en x de F
- L_x : la taille du support de F

Les 5 quantités L_x , L_ν , Δx , $\Delta \nu$, et N sont déterminées dès que deux d'entre elles sont fixées. On a en effet les relations



$$\Delta x = \frac{1}{N\Delta\nu}, L_\nu = N\Delta\nu, L_x = \frac{1}{\Delta\nu} \quad (\text{A5-30})$$

3.3 CAS D'UNE FONCTION DEFINIE POUR LES NOMBRES D'ONDES NEGATIFS

En faisant les mêmes approximations qu'en 3.1, on obtient

$$F(x_n) = \sum_{k=-\frac{N}{2}}^{\frac{N}{2}-1} f(\nu_k) e^{-i\frac{2\pi}{N}nk} \Delta\nu$$

Si on définit la suite \tilde{f} par

$$\left\{ \begin{array}{ll} \tilde{f}_k = f(\nu_k) & k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \\ \tilde{f}_{N-k} = f(\nu_{-k}) & k = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \end{array} \right\} \quad (\text{A5-31})$$

On retrouve alors les valeurs de $F(x_n)$ pour $-\frac{1}{2\Delta\nu} \leq x_n < \frac{1}{2\Delta\nu}$ par les formules (A5-29) du paragraphe 3.1.

3.4 PASSAGE DE LA TF^{-1} A LA FFT^{-1}

Si on se donne une fonction $A(x)$ telle que $|x| \geq \frac{Lx}{2} \Rightarrow A(x) = 0$

On calcule $a = \text{TF}^{-1}(A)$ en faisant les mêmes approximations qu'en 3.1 et 3.3 par

$$\left\{ \begin{array}{ll} \tilde{A}_n = A(x_n) & n = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \\ \tilde{A}_{N-n} = A(x_{-n}) & n = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \\ \tilde{a} = N \cdot \text{DFT}^{-1}(\tilde{A}) & \\ a(\nu_k) = \tilde{a}_k \cdot \Delta x & k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \\ a(\nu_{-k}) = \tilde{a}_{N-k} \cdot \Delta x & k = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \end{array} \right\} \quad (\text{A5-32})$$

Les relations (A5-30) entre les différents pas d'échantillonnage sont évidemment vérifiées. Il faut noter l'apparition du facteur N dans la formule (A5-32).

On peut vérifier facilement en appliquant les formules (A5-29) aux valeurs données par (A5-32) qu'on retrouve bien la fonction A initiale (le facteur N s'éliminant grâce à la relation $N\Delta x \Delta\nu = 1$).

3.5 TF D'UNE FONCTION TRANSLATEE

Si f est une fonction de v dont le support, de taille L_v , est situé loin de l'origine (voir la figure A5-1 ci-dessous). Si de plus f est échantillonnée avec un pas Δv , on peut calculer $F = TF(f)$ pour "le prix" d'un calcul de TF d'une fonction dont le support est $[0, L_v]$ (ce qui est fait en 3.1).

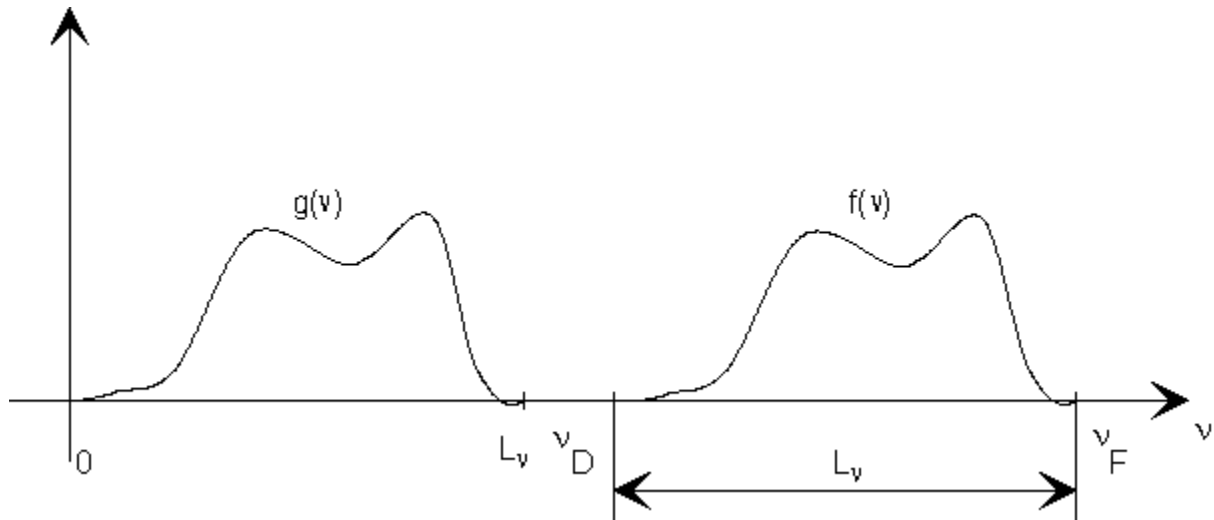


Figure A5-1

En effet, si $g(v) = f(v_D + v)$ on a

$$\begin{aligned} TF(f)(x) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(v) e^{-i2\pi x v} dv \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} g(v - v_D) e^{-i2\pi x v} dv \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} f(\mu) e^{-i2\pi x (\mu + v_D)} d\mu \quad \mu = v - v_D \end{aligned}$$

$$TF(f)(x) = e^{-i2\pi x v_D} TF(g)(x)$$

$TF(g)$ peut être calculé au moyen des formules (A5-29).

Si de plus $v_D = tL_v$ avec t entier, alors

$$\forall n \quad x_n v_D = t x_n L_v = t n \Delta x L_v = t n \text{ entier d'après (A5-30)}$$

et donc $TF(f) = TF(g)$.

Note : Cette formule montre aussi qu'il existe une infinité de fonctions $TF^{-1}(F)$.

ANNEXE 6 – MODELE ANALYTIQUE SIMPLIFIE DE L'INSTRUMENT IASI : INTERFEROMETRE HORS AXE

1. SIMPLIFICATION DU MODELE

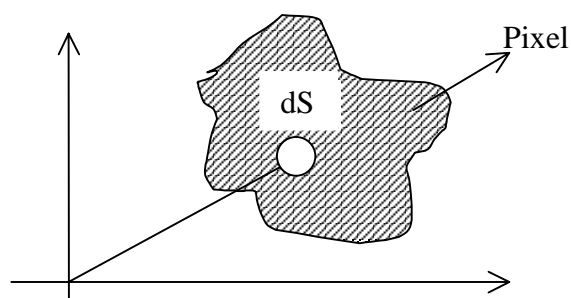
Pour une onde plane monochromatique inclinée sur l'axe d'un angle θ , on obtient un interférogramme qui s'écrit¹ à une constante multiplicative près :

$$I(x, \nu, \theta) = \cos(2\pi x \nu \cos \theta)$$

où :

x est la différence de marche,

ν le nombre d'onde de la radiation



Intégré sur la surface du pixel, on a :

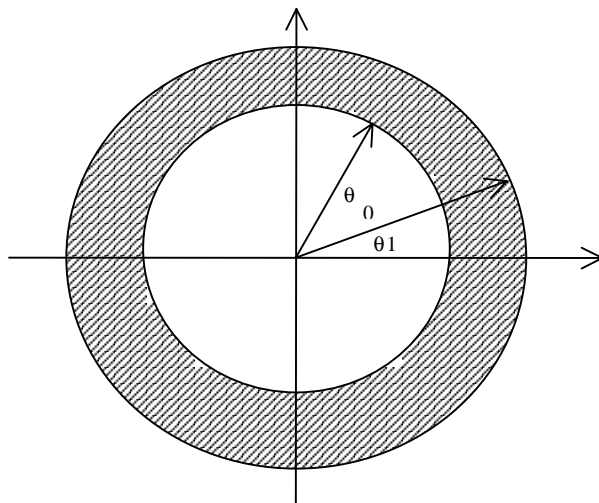
$$I(x, \nu) = \int_{\text{pixel}} I(x, \nu, \theta) dS \quad (\text{A6-1})$$

Figure A6-1

Pour une forme de pixel quelconque cette formule ne s'intègre pas analytiquement.

En revanche, si on suppose que le pixel est une couronne circulaire (voir figure A6-2), on peut obtenir une formule analytique qui permet de mieux comprendre la physique de l'interféromètre IASI.

Ces formules pourraient aussi être éventuellement utilisées dans le processus de validation des logiciels sol.



¹ En ne considérant que la partie réelle de cet interférogramme

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 417 of : 502
---	--	--

Figure A6-2

Note : L'utilisation d'une telle forme de pixel peut sembler artificielle. On voit cependant qu'elle peut permettre de traiter le cas d'un pixel circulaire unique parfaitement centré sur l'axe interférométrique, ce qui est déjà intéressant en temps que tel. D'autre part, on s'aperçoit à l'usage que cette formule permet de capturer une bonne partie des propriétés spectrales de l'interféromètre IASI. La figure A6-3 permet de comprendre intuitivement pourquoi. En effet, un ajustement des paramètres θ_0 et θ_1 permet d'obtenir une couronne qui couvre la majeure partie des pixels réels de IASI.

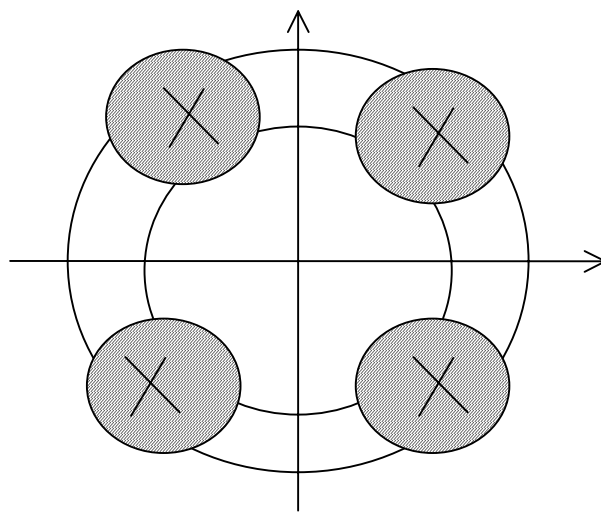


Figure A6-3

2. INTERFEROGRAMME THEORIQUE D'UNE RAIE

On reprend la formule précédente (A6-1) avec l'élément de surface d'une couronne :

$$dS = 2\pi \sin\theta \, d\theta \quad (\text{A6-2})$$

d'où :

$$I(x, \nu) = 2\pi \int_{\theta_0}^{\theta_1} \cos(2\pi x \nu \cos\theta) \sin\theta \, d\theta$$

soit :

$$I(x, \nu) = -2\pi \int_{u_0}^{u_1} \cos(2\pi x \nu u) \, du$$

avec : $u = \cos\theta$

$u_0 = \cos\theta_0$

$u_1 = \cos\theta_1$

$$I(x, \nu) = \frac{2\pi}{2\pi x \nu} [\sin(2\pi x \nu u_0) - \sin(2\pi x \nu u_1)]$$

et après quelques manipulations algébriques simples :



IASI

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 418

of : 502

$$I(x, \nu) = \frac{2}{x\nu} \cos(2\pi x \nu \frac{u_0 + u_1}{2}) \sin(2\pi x \nu \frac{u_0 - u_1}{2})$$

formule que l'on peut encore réécrire :

$$I(x, \nu) = 2\pi(u_0 - u_1) \frac{\sin(2\pi x \nu \frac{u_0 - u_1}{2})}{2\pi x \nu \frac{u_0 - u_1}{2}} \cos(2\pi x \nu \frac{u_0 + u_1}{2})$$

pour faire apparaître la fonction sinus cardinal $\text{sinc}(x) = \frac{\sin x}{x}$ ainsi que la valeur $I_0(x, \nu)$ de l'interférogramme qui serait obtenue avec la même surface de pixel mais sans tenir compte de l'inclinaison des rayons sur l'axe.

$$I_0(x, \nu) = 2\pi(\cos\theta_0 - \cos\theta_1) \cos(2\pi x \nu) \quad (\text{A6-3})$$

Finalement on obtient l'interférogramme d'une onde monochromatique intégré dans le champ d'un pixel en couronne parfaitement centré.

$$I(x, \nu) = \text{sinc}(2\pi x \nu \frac{u_0 - u_1}{2}) \cdot I_0(x \frac{v_0 + v_1}{2}, \nu) \quad (\text{A6-4})$$

On observe, comme sur les interférogrammes réels de IASI, deux déformations principales par rapport à l'interférogramme théorique $I_0(x, \nu)$.

- Une contraction apparente de l'axe des x d'un facteur $\frac{u_0 + u_1}{2}$ qui va entraîner par transformée de Fourier (propriété A5-6) un décalage spectral proportionnel au nombre d'onde (voir § 3.1 de cette annexe).
- Une diminution de l'amplitude de l'interférogramme pour les grandes valeurs du produit $x\nu$: c'est le phénomène d'auto apodisation des interférogrammes (voir la figure 3.21 dans le chapitre 3 du corps du document).

(Figure A6-4 supprimée)

3. PASSAGE DU SPECTRE

Le spectre obtenu par transformée de Fourier de l'interférogramme d'une raie monochromatique (de nombre d'onde ν_0) donne la fonction d'instrument (ILS).

3.1. SANS PRISE EN COMPTE DE LA COURSE LIMITEE DU COIN DE CUBE

$$S(\nu) = TF^{-1}(I)(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} I(x, \nu_0) e^{2\pi i \nu x} dx$$

$$S(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} \sin c(2\pi x \nu_0 \frac{u_0 - u_1}{2}) \cdot 2\pi(u_0 - u_1) \cos(2\pi x \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2}) \cdot e^{2\pi i \nu x} dx$$

$$S(\nu) = \pi(u_0 - u_1) \int_{-\infty}^{\infty} \sin c(2\pi x \nu_0 \frac{u_0 - u_1}{2}) \left[e^{\frac{2\pi i x (\nu + \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2})}{2}} + e^{\frac{2\pi i x (\nu - \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2})}{2}} \right] dx$$

On obtient donc la transformée de Fourier inverse d'un sinus cardinal qui est, d'après les formules (A5-17) et (A5-5) une fonction porte. Soit finalement

$$S(\nu) = \pi(u_0 - u_1) \left[c_{\nu_0 \frac{u_0 - u_1}{2}}(\nu + \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2}) + c_{\nu_0 \frac{u_0 - u_1}{2}}(\nu - \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2}) \right]$$

que l'on peut représenter graphiquement, ce qui est sans doute plus parlant

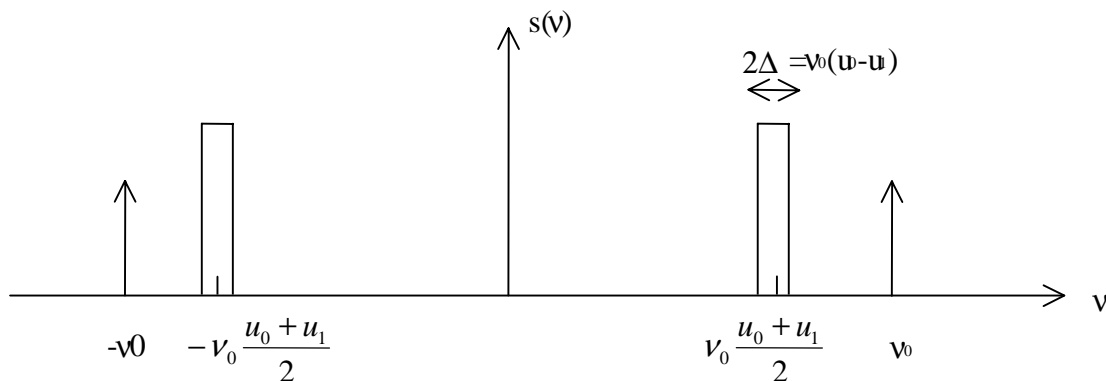


Figure A6-5

On observe à la fois un décalage spectral et un élargissement de la raie qui sont tous les deux proportionnels au nombre d'onde de la radiation incidente. Physiquement,

- le décalage de la raie est dû à l'inclinaison du centre du pixel par rapport à l'axe interférométrique,
- l'élargissement de la raie est dû à l'étendue du pixel qui n'est pas nulle.

3.2. AVEC PRISE EN COMPTE DE LA COURSE LIMITEE DU COIN DE CUBE

Si l'on tient compte du fait que la course du coin de cube n'est pas infinie, le spectre mesuré est donné par :

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 420 of : 502
---	--	--

$$S(\nu) = \int_{-M}^M I(x, \nu_0) e^{2\pi i \nu x} dx$$

$$S(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} M C_M(x) I(x, \nu_0) e^{2\pi i \nu x} dx$$

$$S(\nu) = M \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x) f_2(x) e^{2\pi i \nu x} dx$$

avec

$$f_1(x) = C_M(x)$$

$$f_2(x) = I(x, \nu_0)$$

$$F_1(\nu) = TF^{-1}(f_1)(\nu) = \text{sinc}(2\pi \nu M) \quad (\text{d'après A5-12 et A5-5})$$

$$F_2(\nu) = K [C_{\Delta \nu}(\nu + \nu'_0) + C_{\Delta \nu}(\nu - \nu'_0)] \quad (\text{calculé au § 3.2 de cette annexe})$$

et

$$\Delta \nu = \nu_0 \frac{u_0 - u_1}{2}$$

$$\nu'_0 = \nu_0 \frac{u_0 + u_1}{2}$$

$$K = \pi(u_0 - u_1)$$

On obtient, d'après la propriété A5-11 dérivée du théorème de convolution

$$S(\nu) = M F_1 \otimes F_2(\nu)$$

Un calcul simple utilisant la définition du produit de convolution et celle de F_2 donnée au-dessus fournit

$$S(\nu) = \frac{K \cdot M}{\Delta \nu} \int_{\nu - \nu'_0 - \Delta \nu}^{\nu - \nu'_0 + \Delta \nu} F_1(\mu) d\mu + \int_{\nu + \nu'_0 - \Delta \nu}^{\nu + \nu'_0 + \Delta \nu} \text{sinc}(2\pi \mu M) d\mu$$

Le champ de vue étendu de l'instrument moyenne donc le sinus cardinal théorique sur une fenêtre de largeur $2\Delta \nu$ qui a pour effet d'élargir légèrement la raie théorique (voir la figure A6-6).

A INSERER

Figure A6-6

4. PRISE EN COMPTE D'UN PIXEL CIRCULAIRE EXCENTRE

La référence [DR28] fournit un moyen de s'affranchir de la limitation du modèle précédent et de calculer analytiquement la fonction d'appareil d'un interféromètre à pixel circulaire excentré. On verra qu'elle permet même de traiter le problème des non-uniformités de la réponse des détecteurs.

La solution proposée est très simple. Elle consiste à éviter de calculer l'interférogramme $I(x, v)$ qui est le point de blocage de la méthode précédente car on ne sait pas calculer analytiquement l'intégrale de la formule (A6-1).

On calcule donc directement le spectre. Tout d'abord le spectre qui serait obtenu au moyen d'un interféromètre théorique de longueur infinie est calculé. Puis ce spectre "théorique" convolué avec un sinus cardinal fournit la fonction d'instrument.

4.1 CALCUL DU SPECTRE "INFINI"

On a vu précédemment (§ 3.1 et figure A6-5) que le spectre restitué à partir d'un interférogramme (d'extension infinie) mesuré par un détecteur de forme couronne comprise entre θ_0 et θ_1 est une porte carrée comprise entre les nombres d'ondes $v_0 \cos \theta_1$ et $v_0 \cos \theta_0$.

Plus précisément (voir la figure A6-6) la couronne de largeur $d\theta$ et de rayon θ contribue dans le spectre à la raie de largeur dv située à la position $v = v_0 \cos \theta$.

Si maintenant on ne considère plus comme détecteur l'ensemble de la couronne mais seulement une partie de celle-ci, comme par exemple un pixel circulaire excentré (voir la figure A6-7), l'énergie reçue dans la même bande dv que précédemment sera réduite dans la proportion $\frac{\Phi(\theta)}{\pi}$. Le spectre infini sera donc donné

simplement par la fonction $\Phi[\arccos(v/v_0)]/\pi$. (en relatif par rapport au spectre qui serait obtenu avec un détecteur couvrant la totalité de la couronne circulaire).

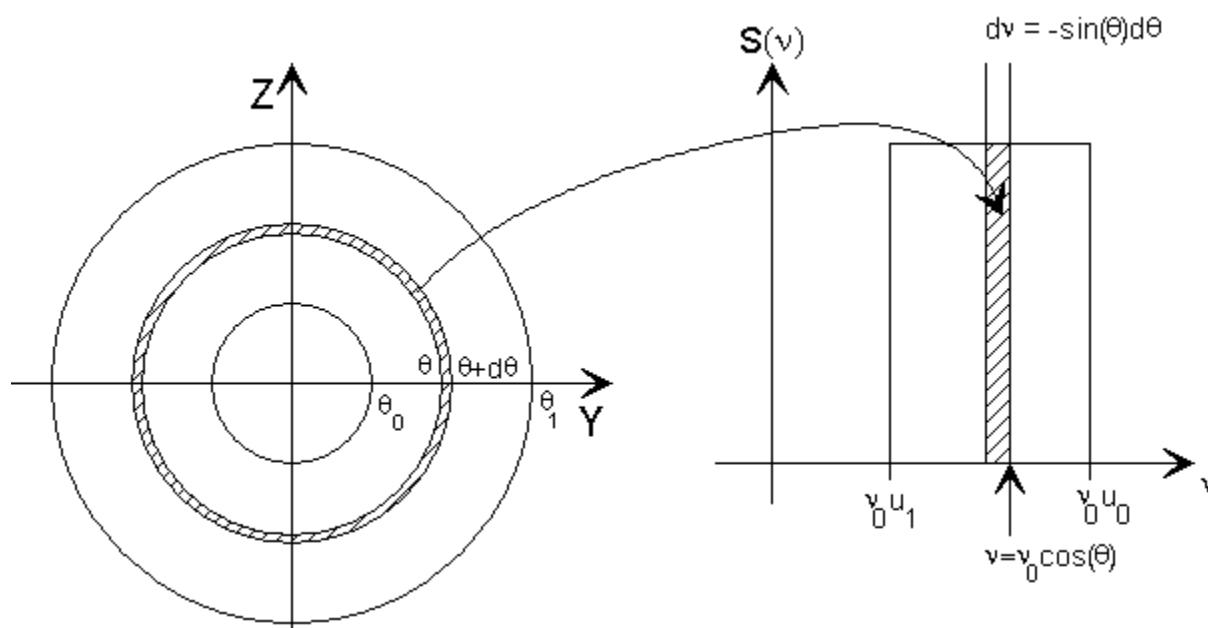


Figure A6-7

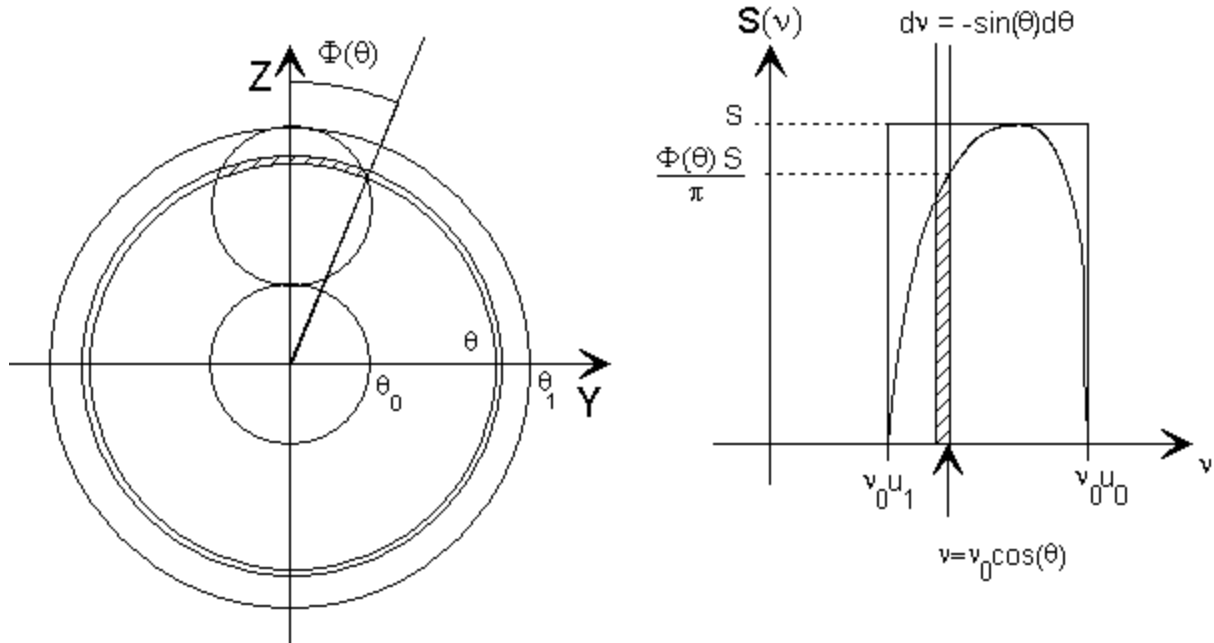
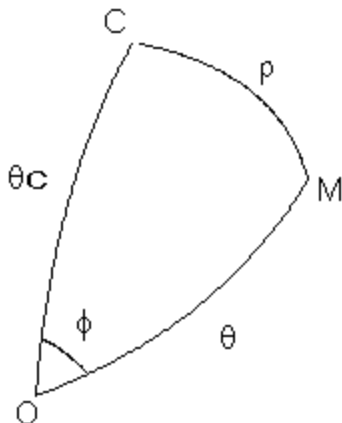


Figure A6-8

Avec une géométrie de pixel circulaire on sait facilement calculer $\Phi(\theta)$.

En effet dans le triangle sphérique (O, C, M) (voir la figure A6-9), on a



$$\cos \rho = \cos \theta \cos \theta_c + \sin \theta \sin \theta_c \cos \Phi$$

$$\text{d'où } \Phi(\theta) = \arccos \frac{\cos \rho - \cos \theta_c \cos \theta}{\sin \theta \sin \theta_c}$$

et le spectre s'écrit

$$S(v) = \frac{1}{\pi} \arccos \left(\frac{\cos \rho - (v/v_0) \cos \theta_c}{\sqrt{1 - (v/v_0)^2} \sin \theta_c} \right)$$

pour $v \in [v_0 \cos(\theta_c + \rho), v_0 \cos(\theta_c - \rho)]$

Figure A6-9

La fonction $S(v/v_0)$ est tracée sur la figure A6-10 ci-après pour les valeurs IASI

$$\theta_c = 0.88 \text{ degré}$$

$$\rho = \frac{0.83}{2} \text{ degré}$$

A INSERER (voir ci-après)

Figure A6-10

4.2 PASSAGE AU SPECTRE "REEL"



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 423

of : 502

$$\begin{aligned}
 \tilde{S}(\nu) &= \int_{-\Delta}^{\Delta} I(x) e^{+i2\pi\nu x} dx \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} C(x) I(x) e^{i2\pi\nu x} dx \\
 &= TF^{-1}[C(x)I(x)] \\
 &= TF[C_M(x)I_M(x)] \\
 &= TF[C_M](\nu) \otimes TF[I_M](\nu) \\
 &= TF[C](\nu) \otimes TF^{-1}[I](\nu)
 \end{aligned}$$

d'après (A5-11a)

or $C_M = C$

$$\tilde{S}(\nu) = \sin c(2\pi\nu\Delta) \otimes S(\nu)$$

où $S(\nu)$ est donné par la formule (A6-5)

On obtient

$$\tilde{S}(\nu) = \int_{\nu_0\mu_1}^{\nu_0\mu_0} \sin c[2\pi(\mu - \nu)\Delta] S(\mu) d\mu$$

avec $S(\mu)$ donné par (A6-5)

La figure 3.23 dans le chapitre 3 du corps du document montre l'allure de la fonction \tilde{S} pour différents nombres d'ondes.

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 424 of : 502
---	--	--

ANNEXE 7 – OPERATEURS DE LA BIBLIOTHEQUE

Définition des opérateurs mathématiques appelés dans les fiches descriptives des algorithmes

1. TRANSFORMEE DE FOURIER DIRECTE ET INVERSE

Etant donné un tableau de valeurs (f_1, f_2, \dots, f_N) correspondant aux valeurs d'une fonction f échantillonnées à pas constant et rangées dans l'ordre naturel, i.e.

$f_i = f(v_i)$, où $v_i = v_0 + i\Delta v$ et $\Delta v > 0$

l'opérateur TF (Transformée de Fourier directe) retourne le tableau de valeurs (F_1, F_2, \dots, F_N) correspondant aux valeurs de $F(x)$ aux points x_n ($n = -\frac{N}{2}, \dots, -1, 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$). Les valeurs sont rangées dans l'ordre naturel.

Note : Il est donc nécessaire d'effectuer des réarrangements de tableaux conformément aux formules (A5-29) ou (A5-31) de l'annexe 5 avant d'appeler les routines de calcul de FFT.

L'opérateur TF^{-1} (Transformée de Fourier inverse) réalise les mêmes opérations au moyen des formules (A5-30) de l'annexe 5. Encore une fois, les tableaux d'entrées et de sorties sont rangés dans l'ordre naturel.

2. AJUSTEMENT

2.1 SOLUTION D'UN SYSTEME LINEAIRE SURABONDANT

Etant donné un système linéaire surabondant (le nombre d'équations m étant supérieur au nombre d'inconnues n)

$$\begin{aligned}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= y_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= y_2 \\
 &\dots \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= y_m
 \end{aligned}
 \tag{A7-1}$$

Ce système s'écrit sous forme matricielle

$$AX = Y \tag{A7-2}$$

où A est une matrice m lignes et n colonnes

X est un vecteur de n lignes

Y est un vecteur de m lignes

La solution \tilde{X} au sens des moindres carrés du système (A7-1) est celle qui minimise la quantité

$$Q = \sum_{i=1}^m w_i \left(y_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \right)^2$$

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 425 of : 502
---	--	--

Cette solution est donnée par

$$\tilde{X} = (A^T W A)^{-1} A^T W Y \quad (A7-3)$$

où A^T est la matrice transposée de A
 $A^T W A$ est une matrice de m lignes et m colonnes
 $A^T W Y$ est un vecteur de m lignes
 W est la matrice diagonale des poids w_i

Note : La résolution de ce système peut nécessiter dans certains cas des techniques particulières (voir par exemple [DR33] § 15.4 pour plus de détails).

2. 2 AJUSTEMENT POLYNOMIAL

Il s'agit de déterminer le polynôme

$$x(t) = x_0 + x_1 t + \dots + x_{n-1} t^{n-1}$$

qui passe au mieux dans les points (t_i, y_i) $i = 1, 2, \dots, m$ ($m > n$)

On minimise la quantité

$$Q = \sum_{i=1}^m w_i (y_i - \sum_{j=1}^n x_j t_i^j)^2$$

En d'autres termes, il s'agit de résoudre un système du type (A7-1)

$$\begin{bmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 & \dots & t_1^{n-1} \\ 1 & t_2 & t_2^2 & \dots & t_2^{n-1} \\ & & & \dots & \\ 1 & t_m & t_m^2 & \dots & t_m^{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ \dots \\ x_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix}$$

Note : Cet algorithme est employé pour le filtrage de l'axe interférométrique (algorithme FAX₂₅) avec un polynôme de degré 3 et des poids qui diminuent avec l'ancienneté de la mesure.

2.3 AJUSTEMENT PAR UN PARABOLOÏDE ET CALCUL DE L'EXTREMUM

Soit une fonction $f(Y, Z)$ dont on connaît la valeur en les 9 points $f(Y_i, Z_i)$ d'une grille 3x3, et telle que la valeur de f au point central de la grille soit le minimum ou le maximum des 9 valeurs $f(Y_i, Z_i)$. Cette fonction admet donc normalement un extremum en un point (Y_m, Z_m) intérieur à la grille.

On cherche à déterminer (Y_m, Z_m) en approximant f par un paraboloïde P .

$$P(Y, Z) = x_1 + x_2 Y + x_3 Z + x_4 Y^2 + x_5 Z^2 + x_6 YZ$$

Ajustement du paraboloïde

Il s'agit cette fois encore de résoudre au sens des moindres carrés le système linéaire surabondant

$$\begin{bmatrix} 1 & Y_1 & Z_1 & Y_1^2 & Z_1^2 & Y_1 Z_1 \\ 1 & Y_2 & Z_2 & Y_2^2 & Z_2^2 & Y_2 Z_2 \\ \dots & & & & & \\ 1 & Y_9 & Z_9 & Y_9^2 & Z_9^2 & Y_9 Z_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(Y_1, Z_1) \\ f(Y_2, Z_2) \\ \dots \\ f(Y_9, Z_9) \end{bmatrix}$$

Position de l'extremum

(Y_m, Z_m) est alors calculé comme l'extremum de $P(Y, Z)$ qui est donné par les équations

$$\frac{\partial P}{\partial Y}(Y, Z) = x_2 + 2x_4 Y + x_6 Z = 0$$

$$\frac{\partial P}{\partial Z}(Y, Z) = x_3 + 2x_5 Z + x_6 Y = 0$$

La résolution de ce système linéaire 2 x 2 fournit immédiatement

$$Y_m = \frac{2x_2 x_5 - x_3 x_6}{D}$$

$$Z_m = \frac{2x_4 x_3 - x_2 x_6}{D}$$

Si

$$D = x_6^2 - 4x_4 x_5 \neq 0$$

On se reportera au dernier paragraphe de cette section pour une définition de ce critère plus opérationnelle car tenant compte des imprécisions numériques.

Précision sur la détermination de l'extremum

L'équation du paraboloïde recentré sur son extremum est

$$R(y, z) = P(Y_m + y, Z_m + z) = x_4 y^2 + x_5 z^2 + x_6 yz + P(Y_m, Z_m)$$

Les coniques correspondant à l'équation

$$R(y, z) = P(Y_m, Z_m) + \varepsilon$$

sont des ellipses si et seulement si les valeurs propres de la matrice

$$\begin{bmatrix} x_4 & x_6 / 2 \\ x_6 / 2 & x_5 \end{bmatrix}$$

sont non nulles et de même signe. Cette condition est obtenue lorsque $D < 0$.

Les valeurs propres de la matrice sont données par

$$\lambda_1 = \frac{x_4 + x_5 + \sqrt{(x_4 - x_5)^2 + x_6^2}}{2}$$

$$\lambda_2 = \frac{x_4 + x_5 - \sqrt{(x_4 - x_5)^2 + x_6^2}}{2}$$

Si on suppose que les valeurs du polynôme sont connues avec une précision ε (estimée par la valeur à 3σ des résidus d'ajustement). L'extremum de P sera contenu dans l'ellipse d'équation

$$R(y, z) = P(Y_m, Z_m) + \varepsilon$$

dont le demi-grand axe vaut

$$a = \max(\varepsilon / \sqrt{|\lambda_1|}, \varepsilon / \sqrt{|\lambda_2|})$$

Cette valeur sera considérée comme critère de qualité de la détermination de l'extremum en prenant une estimation de ε proportionnelle à la moyenne quadratique des résidus d'ajustement du polynôme

$$\varepsilon = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (f(Y_i, Z_i) - P(Y_i, Z_i))^2}$$

Le deuxième indicateur de qualité produit par cette fonction est la valeur de l'extremum trouvé.

Cas d'erreurs

Les cas d'erreur suivants doivent être reportés par l'algorithme

- $D > 0$: le polynôme n'a pas d'extremum
- La position de l'extremum (Y_m, Z_m) est en dehors de la grille

3. INTERPOLATION A UNE DIMENSION

Etant donnée une fonction f donnée par sa valeur en un nombre fini de points $v_1 < v_2 < \dots < v_p$ ¹ et un point $v \in [v_1, v_p]$ il s'agit d'estimer $f(v)$.

3.1 INTERPOLATION LINEAIRE

La fonction f est supposée linéaire par morceau entre chaque point v_i

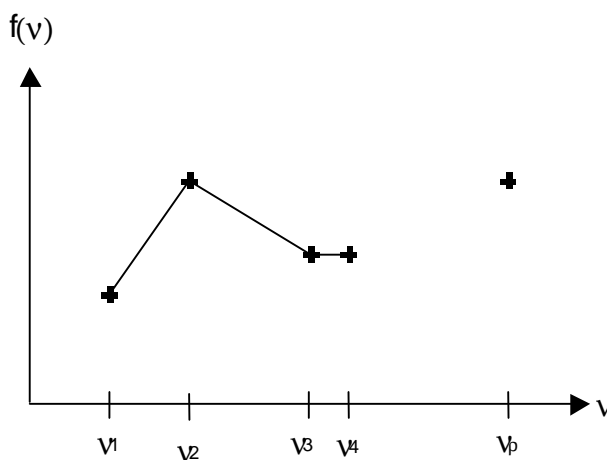


Figure A7-1

¹ Pas nécessairement équidistants

La première étape consiste à trouver l'intervalle $[v_i, v_{i+1}]$ contenant v . Dans le cas général cela peut être réalisé par une recherche dichotomique ² (coûteuse si le nombre de points P de la tabulation est grand). Dans de nombreux cas sur IASI cette recherche dichotomique est inutile. C'est le cas:

- si les v_i sont équidistants $v_i = v_0 + i\Delta v$
- si les v_i sont quasiment équidistants (par exemple $v_i^{la} = fcs(v_i^{lb})v_i^{lb}$ avec v_i^{lb} sont des points équidistants et $fcs(v) = 1 + \varepsilon$ avec $|\varepsilon| < 10^{-4}$).
- si on calcule la fonction f un grand nombre de fois dans un intervalle donné (l'utilisation d'un cache de données peut alors être très efficace).

Si le nombre de valeurs à interpoler est élevé le gain peut être significatif.

3.2 INTERPOLATION SPLINE CUBIQUE

Cette fois la fonction f est supposée être un polynôme de degré 3 sur chaque intervalle $[v_i, v_{i+1}]$. Cette augmentation de degré permet d'obtenir une fonction plus lisse que dans le cas précédent. Plus précisément, les dérivées premières et secondes de la fonction interpolée sont continues. On utilise la définition naturelle des splines cubiques (dérivées secondes nulles aux bornes de l'intervalle de définition de f).

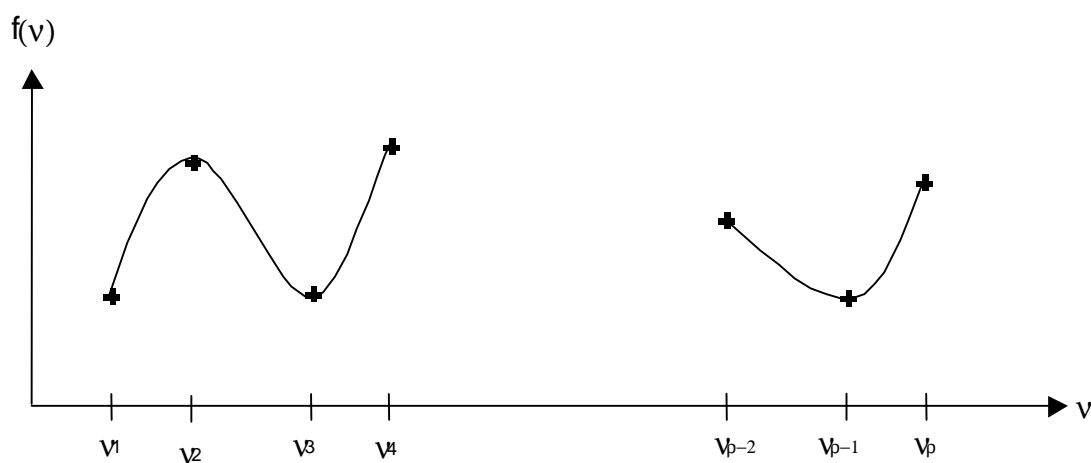


Figure A7-2

La première étape du calcul, avant même d'interpoler un seul point, consiste à précalculer des constantes. La complexité de ce calcul est proportionnelle au nombre de points de la tabulation. Ce calcul n'est effectué qu'une seule fois. Ensuite l'obtention d'une valeur interpolée est très rapide dès qu'on a identifié l'intervalle $[v_i, v_{i+1}]$ contenant v . (Voir pour plus de détail [DR33] § 3.3).

Note : La même remarque qu'au paragraphe précédent reste valable concernant le besoin de la recherche dichotomique.

4. INTERPOLATION A 2 DIMENSIONS

² Voir par exemple [DR33] § 3.4

Soit une fonction f de deux variables donnée par ses valeurs aux points d'une grille (Y_i, Z_j) (voir figure A7-3). Il s'agit d'estimer $f(Y, Z)$ lorsque (Y, Z) est un point à l'intérieur de la grille.

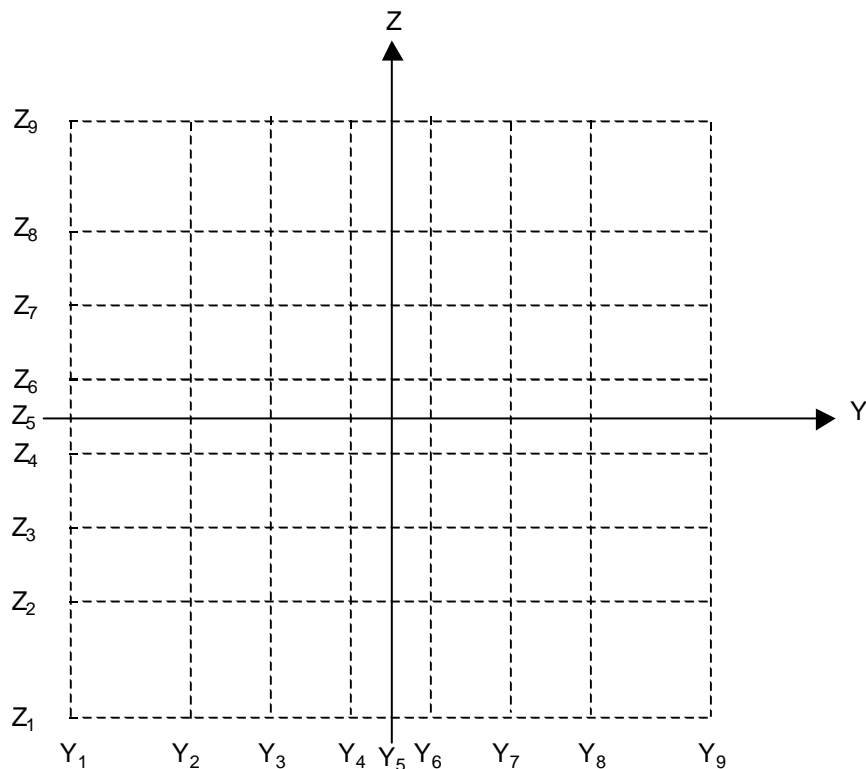


Figure A7-3 - Grille pour interpolation bilénaire

La première étape est de localiser dans quel pavé de la grille se trouve le point (Y, Z) . Une fois ce pavé déterminé, on numérote les 4 points voisins comme indiqué sur la figure A7-4.

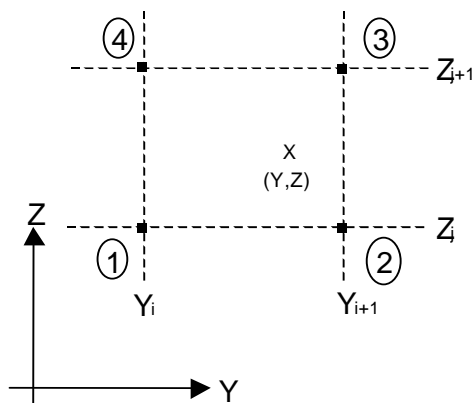


Figure A7-4 - Numérotation locale

$$f_1 = f(Y_i, Z_j)$$

$$f_2 = f(Y_{i+1}, Z_j)$$

$$f_3 = f(Y_{i+1}, Z_{j+1})$$

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 430 of : 502
---	--	--

$$f_4 = f(Y_i, Z_{j+1})$$

$$\text{On calcule alors } t = \frac{Y - Y_i}{Y_{i+1} - Y_i} \quad u = \frac{Z - Z_j}{Z_{j+1} - Z_j}$$

Si (Y, Z) et dans le pavé délimité par les 4 points, on a $0 \leq t \leq 1$, $0 \leq u \leq 1$. La valeur interpolée de f est alors donnée par

$$f(Y, Z) = (1-t)(1-u)f_1 + t(1-u)f_2 + tu f_3 + (1-t)u f_4 \quad (\text{A7-4})$$

(Voir [DR33] § 3.6 pour plus de détails).

5. AMORTISSEMENT D'UNE FENETRE SPECTRALE

Cet opérateur est utile lorsqu'on veut calculer la TF de la restriction d'une fonction f à une fenêtre spectrale $[v_D, v_F]$, définie par les numéros d'échantillon spectral n_D et n_F . Il s'agit encore une fois d'appliquer une fonction d'apodisation afin de diminuer les "rebonds" de la TF.

Plus précisément, avant d'en prendre la TF, on multiplie f par la fonction $D(n)$ dont le graphe est présenté ci-dessous.

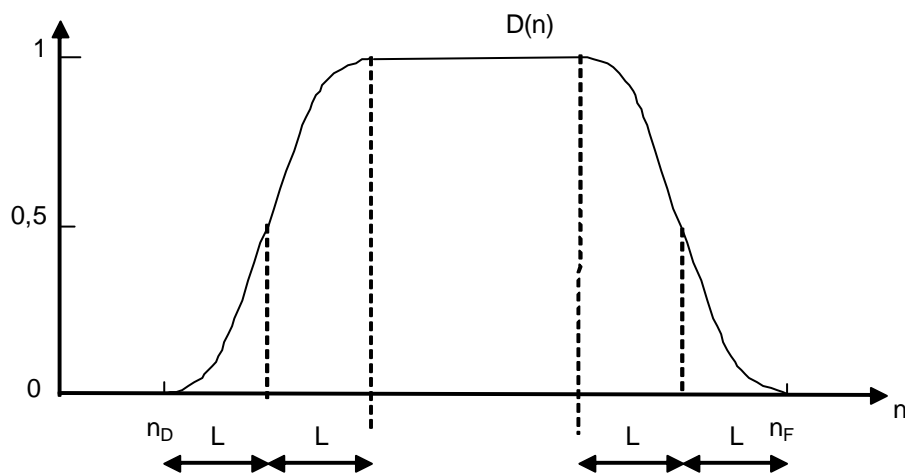


Figure A7-5 - Fonction d'amortissement d'une fenêtre spectrale

La largeur de la zone d'amortissement est contrôlée par un paramètre σ qui est le paramètre d'une gaussienne. On définit $H(v)$ par (L est définie sur la figure ci-dessus, correspond aux différents IDefSigxxx dans les fiches algos)

$$H(n) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^n e^{-(\mu/\sigma)^2} d\mu, \quad \text{avec } \sigma = 4\sqrt{\ln 2} / L \quad (\text{A7-5})$$

On a $H(-\infty) = 0$ et $H(\infty) = 1$

De plus, on sait que $H(n) \approx 0$ si $v < -4\sigma$: $H(-4\sigma) =$

$H(n) \approx 1$ si $v > +4\sigma$: $H(4\sigma) =$

Donc on définit



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 431

of : 502

$$\begin{aligned} D(n) &= 0 \text{ si } n < n_D \text{ ou } n > n_F \\ D(n) &= H(n - n_D - 4\sigma) - H(n - n_F + 4\sigma) \text{ si } n \in [n_D, n_F] \end{aligned} \quad (A7-6)$$

avec H définie par (A7-5)

6. FONCTION DE PLANCK

La fonction de Planck fournit la luminance énergétique du corps noir à la température T et au nombre v. Elle s'écrit :

$$B(\nu, T) = \frac{2hc^2\nu^3}{e^{hc\nu/kT} - 1} = \frac{c_1\nu^3}{e^{c_2\nu/T} - 1} \quad (A7-7)$$

avec ³

$h = 6.6260755 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$	la constante de Planck
$k = 1.380658 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$	la constante de Boltzmann
$c = 2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	la vitesse de la lumière dans le vide
$\nu \text{ en m}^{-1}$	le nombre d'ondes

B est alors exprimée en W/(m².sr.m⁻¹)

Dans la liste des données de l'algorithmie IASI ces valeurs se sont vues attribuer les noms suivants :

IDefPlkPlanckCste	pour h
IDefPlkBoltzmanCste	pour k
IDefPlkLightCste	pour c
IDefPlkPK1	pour c1
IDefPlkPK2	pour c2

La dérivée $\frac{\partial B}{\partial T}(\nu, T)$ est donnée par la formule (A7-7b) ci-dessous.

$$\frac{\partial B}{\partial T}(\nu, T) = \frac{B}{e^{c_2\nu/T} - 1} \frac{c_2\nu}{T} e^{\frac{c_2\nu}{T}} \quad (A7-7c)$$

La fonction de Planck inverse qui fournit T à partir des valeurs de B et de v est donnée par la formule (A7-7c).

$$T(\nu, B) = \frac{c_2\nu}{\ln(1 + c_1\nu^3 / B)} \quad (A7-7c)$$

7. REGULARISATION D'UNE SUITE D'ARGUMENTS

Une fonction Arg(v) étant donnée à valeurs dans $[-\pi, \pi]$ pour $v \in [v_0, v_1]$, cette opération consiste à calculer la fonction R(v) définie par les propriétés suivantes :

- 1 R(v) est continue

³ Ces valeurs sont extraites de "The 1986 CODATA recommended Values of the Fundamental Physical Constants" publiées dans le "Journal of Research of the National Bureau of Standards 85-95 (1987).

$$2 \quad R(v) = \text{Arg}(v) \pmod{2\pi} \quad v \in [v_0, v_1]$$

$$3 \quad R(v_0) = \text{Arg}(v_0)$$

Ces propriétés sont illustrées par la figure (A7-6) ci-dessous.

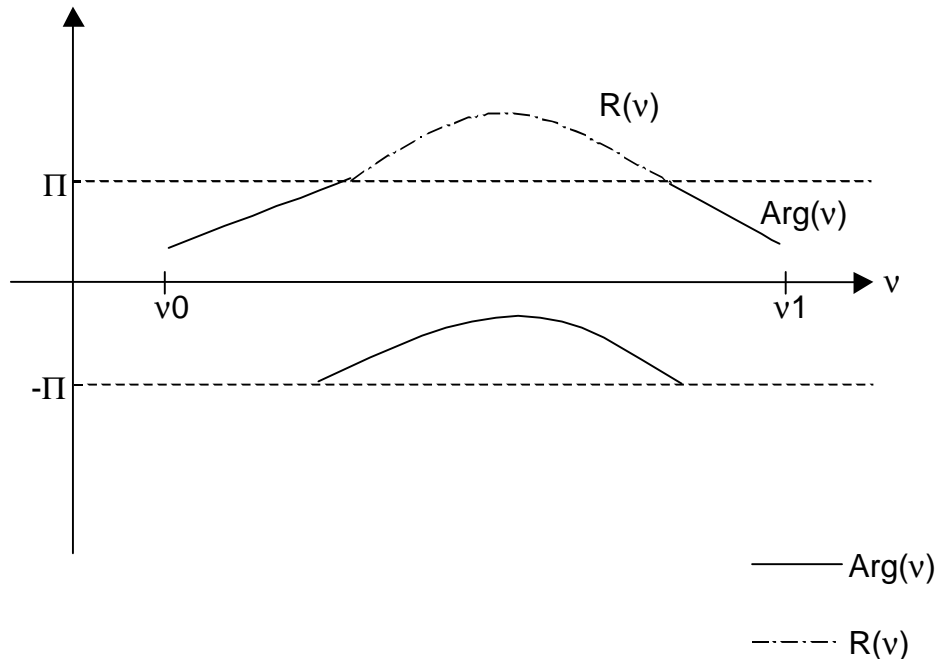


Figure A7-6 - Régularisation d'une suite d'arguments

8. LISSAGE FREQUENTIEL PAR MOYENNE GLISSANTE

A COMPLETER

9. MODELE D'EVOLUTION ORBITALE D'UNE FONCTION SCALAIRE

On utilise dans plusieurs algorithmes (SME₃₃, HEC₃₂, SMM₆₃, SSS₂₁ ou CCS₄₁) un modèle pour prédire l'évolution déterministe de certaines variables (température du miroir de scan, offset entre l'IIS et le sondeur, ...). On considère que cette évolution correspond à une fonction quasi-périodique à la période orbitale du satellite.

Le modèle a la forme générale suivante :

$$f(t) = a_0 * (1 + a_1 * (t - t_0)) + (1 + b_1 * (t - t_0)) * g(u), \text{ avec } u = t - t_{FE} \text{ mod. } T_s \quad (\text{A7-8})$$

où

- t est la date courante
- t₀ une date de référence
- t_{FE} est la date de fin de l'éclipse précédente
- T_s la période orbitale du satellite METOP
- g(u) est une fonction donnée par une tabulation

Les paramètres permettant de calculer la fonction $f(t)$ par la formule (A7-8) sont fournis dans un tableau de 200 réels décrit ci-dessous. Les dates t_0 , t et t_{FE} sont fournies dans le format Short CCSDS time (AC) (cf. [DR46])

N°	Variable	unité
1	t_0	jours
2	t_0	msec
3	a_0	idem $f()$
4	a_1	jours ⁻¹
5	b_1	jours ⁻¹
6	n	—
7	g_0	idem $f()$
8	g_1	idem $f()$
...
200	g_{193}	idem $f()$

Table A7-1 – Format des vecteurs Modèle orbital

La procédure suivante calcule la valeur de $f(t)$ à partir du tableau modèle **Model**, des dates t et t_{FE} fournies par l'interface OPS/EPS et de la période orbitale du satellite T_S .

Fonction Modele_orbital (t , t_{FE} , T_S , Model)
<p>Si ($n > 0$) alors</p> <p> Calculer $u = n * [(t - t_{FE}) \bmod T_S] / T_S$</p> <p> $i = \text{Partie Entière}(u)$</p> <p> $x = u - i$</p> <p> Si ($i = n - 1$) Alors $g = g_{n-1} * (1 - x) + g_0 * x$</p> <p> Sinon $g = g_i * (1 - x) + g_{i+1} * x$</p> <p> Sinon</p> <p> $g = 0$</p> <p> Fsi</p> <p>Retourner $a_0 * (1 + a_1 * (t - t_0)) + (1 + b_1 * (t - t_0)) * g$</p>

L'algorithme CMO₈₁ crée un vecteur **Model** à partir d'une fonction périodique donnée sous une forme tabulée.

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 435 of : 502
---	--	--

ANNEXE 8 – DICTIONNAIRE DES DONNEES

Les entrées/sorties des algorithmes sont décrites en terme de variables locales dans les fiches descriptives des algorithmes des annexes 1, 2, 3 et 4. Les spécifications [DR2] [DR3] [DR4] décrivent quelles sont les données globales effectivement utilisées dans les algorithmes. Ces données globales sont listées par ordre alphabétique dans cette annexe.

De façon à faciliter la lecture la nomenclature suivante a été adoptée très tôt dans le projet. Chaque identificateur est construit de la manière suivante.

P Cre [Con] nom

où

P est un préfixe identifiant une famille de traitement

- Le préfixe B correspond au traitement bord scientifique.
- Le préfixe G correspond au traitement sol scientifique.
- Le préfixe I correspond à l'initialisation des traitements scientifiques.
- Le préfixe M correspond au monitoring des traitements.
- Le préfixe V correspond au traitement des données de vérification.
- Le préfixe C correspond au traitement des données de calibration externes.
- Le préfixe E correspond aux moyens sol électriques
- Le préfixe H correspond au monitoring de l'instrument

Cre est l'identificateur du producteur en 3 lettres, majuscules si le producteur est un sous-système IASI, dont les 2 dernières ont été mises en minuscules si le producteur est un algorithme. On a ajouté un pseudo identificateur Def correspondant aux variables définies hors chaîne algorithmique, par exemple objet de spécification ou résultat d'activités de définition.

Con est un identificateur optionnel du consommateur amont. Pour des variables de définition, le consommateur amont peut être un sous-système instrument qui apparaît alors en majuscule.

nom est une chaîne de caractères spécifique de la variable.

Les informations présentes dans le tableau ci-après sont issus d'une petite base de données qui permet de gérer la cohérence.

La version courante utilisée est :

BdAlgoIasi V1.8 du 19-4-2002



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 436

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
AvhrrImage	Images AVHRR calibrées				
BArcFlagCalSpectNonQual	Flag de qualité de la calibration radiométrique complexe	SBxPNxSN	Booléen		
BArcImagMean	Valeur moyenne par plage de 100 cm-1 de la partie imaginaire				
BArcImagMeanRMS	Valeur Rms sur la bande de la partie imaginaire				
BArcImagRMS	Valeur Rms par plage de 100 cm-1 de la partie imaginaire				
BArcSpect	Spectre calibré réel				
BBofFlagCoefCalInit	Flag d'initialisation des coefficients de calibration radiométrique				
BBofFlagCoefCalNonUpdate	Flag d'update des coefficients de calibration radiométrique				
BBofFlagCoefCalNonUpdateOffset	Flag d'update du coefficient de calibration offset				
BBofFlagCoefCalNonUpdateSlope	Flag d'update du coefficient de calibration slope				
BBofFlagSpectNonQual	Flag indiquant un défaut de qualité sur ce spectre	PNxSN	Booléen		
BBofFlagSrdInit	Flag d'initialisation des spectres réduits de calibration				
BBofFlagSrdNonUpdate	Flag d'update des spectres réduits de calibration				
BBofFlagSrdNonUpdateBB	Flag d'update des spectres réduits de calibration BB				
BBofFlagSrdNonUpdateCS	Flag d'update des spectres réduits de calibration CS				
BBofNbRejectNZpdBB	Compteur de réjection de l'update du spectre réduit BB				
BBofNbRejectNZpdCS	Compteur de réjection de l'update du spectre réduit CS				
BBofNbRejectOffset	Compteur de réjection de l'update du coefficient de calibration Offset				
BBofNbRejectSlope	Compteur de réjection de l'update du coefficient de calibration Slope				
BCodFlagFlood	Flag de débordement du champ de bits alloué au spectre	PNxSN	Booléen		
BCodSpect	Spectre codé (flot continu de bits)				
BCoilmag	Images brutes IASI				
BCrcOffset	Coefficient de calibration Offset instantané				
BCrcSlope	Coefficient de calibration Slope instantané				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 437

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
BDcoFlagErrorInterf	Flag de qualité réception de l'interférogramme	SBxPNxSN	Booléen		
BDcoFlagMasEcret	Flag d'écrêtage du signal Mas	SBxPNxSN	Booléen		
BDcoFlagMasErrorNbWords	Flag d'erreur entre le nombre de Rpd et le nombre de mots reçus	PNxSN	Booléen		
BDcoFlagMasErrorPath	Flag d'erreur de codage de la voie d'amplification	SBxPNxSN	Booléen		
BDcoFlagMasOverFlow	Flag d'overflow du numériseur	SBxPNxSN	Booléen		
BDcoNbReceivedWords	Nombre de mots reçus par le DPS				
BDcoNsInterf	Nombre de mots décompactés utiles				
BDcoPath	Numéro de voie associé à chaque mot de l'interférogramme				
BDcoRawInterf	Interférogramme utile				
BDcoRawMV	Ligne de base				
BDcoRawOffset0	Offset voie 0				
BDcoRawOffset1	Offset voie 1				
BDcoRawOffset2	Offset voie 2				
BDPSConfigId	Identificateur de configuration logicielle du DPS				
BDPSFlagInit	Flag d'initialisation du DPS				
BFftSpect	Spectre complexe après transformée de Fourier de l'interférogramme				
BFrcOffset	Coefficient de calibration complexe filtré Offset				
BFrcSlope	Coefficient de calibration complexe filtré Slope				
BFrsSrdBB	Spectre réduit de visée du corps noir chaud filtré				
BFrsSrdCS	Spectre réduit de visée de l'espace froid filtré				
BIISEqualCount	IIS Equalisation Counter	SN	Entier		
BIISImag	Image brute produite par l'imageur intégré				
BIMSBTT	Température du corps noir chaud				
BIMSCornerCubeDirection	Directions du déplacement du coin de cube	SN	Entier	N.A.	0 ou 1
BIMSCornerCubeDirectionVrf	Direction du déplacement du coin de cube données de vérification				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 438

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
BIMSCSQ	Indicateur de la qualité de la vitesse du Coin de Cube	SN	Bool éen	N.A.	
BIMSDate	Date de l'interférogramme (sous-cycle)				
BIMSDateLin	Date de la ligne de balayage (cycle)				
BIMSFlagNonValidBBT	Flag de validité de la température du corps noir				
BIMSFlagScanErrorSN	Flag d'erreur de numéro de sous-cycle				
BIMSFlagScanNonStabAlpha	Flag de stabilité alpha du scan pendant une acquisition				
BIMSFlagScanNonStabBeta	Flag de stabilité beta du scan pendant une acquisition				
BIMSLinNo	Numéro de ligne				
BIMSNbWords	Nombre de fronts Rpd comptés par l'IMS				
BIMSPixNo	Numéro de pixel				
BIMSPixNoVrf	Numéro du pixel données de vérification				
BIMSScanPos	Position scan pour l'interférogramme				
BIMSSpecBandVrf	Bande spectrale données de vérification				
BIMSSQ1	Indicateur de la qualité de la loi de balayage du scan (angle α)	SN	Bool éen	N.A.	
BIMSSQ2	Indicateur de la qualité de la loi de balayage du scan (angle β)	SN	Bool éen	N.A.	
BIMSSubcycleNo	Numéro du sous-cycle				
BIMSSubcycleNoVrf	Numéro du sous-cycle données de vérification				
BIMSTRrs	Température des sondes des surfaces vues par le corps noir chaud				
BlrsFlagSrdNonIntegrityBB	Flag d'intégrité du spectre réduit du corps noir chaud				
BlrsFlagSrdNonIntegrityCS	Flag d'intégrité du spectre réduit de l'espace froid				
BlsiFlagErrorFft	Flag d'intégrité du nombre d'échantillon de l'interférogramme	SBxPNxSN	Booléen		
BlsiNsfirst	Numéro du premier échantillon à passer à la TF				
BlsiNslast	Numéro du dernier échantillon à passer à la TF				
BMASRawInterf	Interférogramme en provenance du MAS				
BMrgOverLapbeg	Spectre de début de bande b2 et b3 dans la zone de recouvrement				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 439

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
BMrGOverLapend	Spectre de fin de bande b1 et b2 dans la zone de recouvrement				
BMrGSpect	Spectre recombéné				
BNlcAnaMV	Ligne de base à l'entrée de la chaîne de détection/acquisition				
BNlcFlagIntegrity	Flag d'erreur de la correction de non linéarité	1	Booléen		
BNlcInterf	Interférogramme à l'entrée de la chaîne de détection/acquisition				
BPlkPlanckBBT	Spectre de la fonction de Planck à la température BBT				
BRciFlagNonIntegrityOffset	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Offset				
BRciFlagNonIntegritySlope	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Slope				
BSpkFlagSpik	Flag de détection de spike	SBxPNxSN	Booléen		
BZpdFlagNZpdNonQualBB	Flag de qualité de détection du Nzpd corps noir chaud				
BZpdFlagNZpdNonQualCS	Flag de qualité de détection du Nzpd espace froid				
BZpdFlagNZpdNonQualEW	Flag de qualité de détection du Nzpd visée terre	PNxSN	Booléen		
BZpdNZpd	Numéro de l'échantillon correspondant au Nzpd				
BZpdNZpdQualIndexBB	Index de qualité de détection du Nzpd corps noir chaud				
BZpdNZpdQualIndexCS	Index de qualité de détection du Nzpd espace froid				
BZpdNZpdQualIndexEW	Index de qualité de détection du Nzpd visée terre				
BZpdSrdBB	Spectre réduit instantané du corps noir chaud				
BZpdSrdCS	Spectre réduit instantané de l'espace froid				
CCD	Direction du mouvement du coin de cube courante	30			
DefGeolISSubGridNZ	Numéro en Z des pixels de la sous-grille de l'IIS	5	Entier	-	2,14,26,38,50,62
ECId	Identificateur des calibrations externes et caractéristiques				
GCcsFlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node (CCS)	1	Booléen		
GCcsOffsetSondAvhrr	Offset de coregistration sondeur IASI-imageur AVHRR	2xPNxSN	Réel		
GCcsOffsetSondIIS	Offset Sondeur-IIS courant		Réel		
GCcsQualIndex	Index de qualité de l'analyse des radiances dans le FOV	PNxSN	Réel		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 440 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
GCcsRadAnalMean	Valeur moyenne des radiances des classes dans les FOVs sondeur	6 x 6 x PN x SN	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
GCcsRadAnalNbClass	Nombre de classes dans les FOVs sondeur	PN x SN	Entier	N.A.	
GCcsRadAnalSdt	Ecart type des radiances dans des classes dans les FOVs sondeur	6 x 6 x PN x SN	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
GCcsRadAnalWgt	Fraction d'occupation des classes dans les FOVs sondeur	6 x PN x SN0	Réel		
GCcsRadAnalY	Coordonnées angulaires des centres de gravité des classes dans les FOVs sondeur	6 x PN x SN	Réel	rd	
GCcsRadAnalZ	Coordonnées angulaires des centres de gravité des classes dans les FOVs sondeur	6 x PN x SN	Réel	rd	
GCmoOffsetSondIISFlagDim	Modèle de l'offset sondeur-IIS : indicateur d'erreur	1	Booléen	–	
GCmoTrsFlagDim	Modèle de temp. des surf. radiatives : indicateur d'erreur	1	Booléen	–	
GCmoTscanFlagDim	Modèle de température du scan : indicateur d'erreur	1	Booléen	–	
GDocFlagErrorNbBit	Flag de non concordance nombre de bits au codage-décodage	PNxSN	Booléen		
GDocFlagUnderOverflow	Flag de présence d'under ou d'overflow	PNxSN	Booléen		
GDocNbOverflow	Nombre d'overflow au décodage	PNxSN	Entier		
GDocNbUnderFlow	Nombre d'underflow au décodage	PNxSN	Entier		
GDocPosOverflow	Position des overflow au décodage (buffer de trois positions)	3xPNxSN	Entier		
GDocPosUnderFlow	Position des underflow au décodage (buffer de trois position)	3xPNxSN	Entier		
GDocSpect	Spectre décodé				
GEPSAvhrrChannelState	Vecteur d'état des canaux AVHRR de niveaux 1b disponibles	5	Booléen	N.A.	
GEPSDatIasi	Datation des mesures de IASI				
GEPSEndEclipseTime	Date de fin de l'éclipse précédent la ligne courante		Date		
GEPSGranuleSize	Nombre de lignes du granule courant	1	Entier		
GEPSGranulNumber	Numéro du granule délivré par le système EPS				
GEPSIdConf	Identificateurs de la configuration des données de l'algorithmie (PTSI, IDefIDConf...)	4	Entier		
GEPSLinBeg	Numéro de la première ligne du granule				
GEPSLinEnd	Numéro de la dernière ligne du granule				
GEPSLocIasiAvhrr	Localisation des mesures dans le référentiel AVHRR				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 441

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
GFaxAxeRes	Index de qualité du filtrage	CDD	Réel		
GFaxAxeY	Coordonnées y filtrée de l'axe interférométrique	CDD	Réel	rd	
GFaxAxeZ	Coordonnées z filtrée de l'axe interférométrique	CDD	Réel	rd	
GFaxFlagAxeNonQual	Flag de qualité de la position filtrée de l'axe interférométrique	CDD	Booléen		
GFtbBBTRes	Index de qualité du filtrage de la température du Black Body		Réel		
GFtbFilteredBBT	Température filtrée du Black Body		Réel		
GFtbFlagBBTNonQual	Flag de qualité de la température du Black Body		Booléen		
GGeoIISAnglesMETOP	Angles de mesure (Az,Z) de la direction METOP au centre des pixels de la sous-grille de l'IIS	2 x 5 x 5 x SN	Réel	rd	
GGeoIISAnglesSUN	Angles de mesure (Az,Z) de la direction du soleil au centre des pixels de la sous-grille de l'IIS	2 x 5 x 5 x SN	Réel		
GGeoIISLoc	Position géographique du centre des pixels de la sous-grille de l'IIS (longitude, latitude, altitude)	3 x 5 x 5 x SN	Réel		
GGeoSondAnglesMETOP	Angles de mesure (Az,Z) de la direction METOP au centre des pixels sondeur	2 x PN x SN	Réel	rd	
GGeoSondAnglesSUN	Angles de mesure (Az,Z) de la direction du soleil au centre des pixels sondeur	2 x PN x SN	Réel	rd	
GGeoSondLoc	Position géographique du centre des pixels sondeur (longitude, latitude, altitude)	3 x PN x SN	Réel	rd	
GGeoSubSatellitePosition	Position of subsatellite point (only an approximation)	2	Réel	rd	
GHecBbb	Radiances du corps noir corrigé de l'émissivité				
GHecFLagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node (Hec)	1	Booléen		
GHecSpect	Spectre corrigé de l'émissivité du corps noir chaud				
GlacCorrelQual	Index de qualité de la corrélation	SN	Réel		
GlacFlagCoregNonQual	Flag de qualité de coregistration imageurs IASI/AVHRR	SN	Booléen		
GlacFlagCoregNonValid	Flag de défaut de coregistration imageurs IASI/AVHRR	SN	Booléen		
GlacOffsetIISAvhrr	Offset de coregistration imageur IASI imageur AVHRR	2xSN	Réel		
GlacPosMaxQual	Index de qualité de la position du maximum de la corrélation	SN	Réel		
GlacVarImaglIIS	Variance de l'image IIS	SN	Réel		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 442

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
GlaxAxeQual	Index de qualité de la position de l'axe interférométrique	CDD	Réel		
GlaxAxeRes	Index de vraisemblance de l'écart mesure-modèle	CDD	Réel		
GlaxAxeY	Coordonnées y de l'axe interférométrique instantané	CDD	Réel	rd	
GlaxAxeZ	Coordonnées z de l'axe interférométrique instantané	CDD	Réel	rd	
GlaxFlagAxeNonQual	Flag de qualité de la détermination de l'axe interférométrique	CDD	Booléen		
GlccFlagInit	Indicateur de réinitialisation de la calibration radiométrique de l'IIS	1	Booléen		
GlccRadCalOffsetImag	Coefficient de calibration radiométrique Offset des images	64x64	Réel		
GlccRadCalSlopeImag	Coefficient de calibration radiométrique Slope des images	64x64	Réel		
GlrcImage	Image IASI calibrée correspondante				
GlslfAf	Fonctions d'apodisation des spectres de niveau 1b				
GlslfColOrigin	Origine en colonne de grille de l'interpolation dans la banque de données spectrales				
GlslfFcs	Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau 1a				
GlslfFlagPdsNonValid	Flag de validité des poids d'interpolation	1	Booléen		
GlslfIsrf	Fonctions de réponse instrumentales				
GlslfLinOrigin	Origine en ligne de grille de l'interpolation dans la banque de données spectrales				
GlslfPds1	Poids du point 1 de l'interpolation				
GlslfPds2	Poids du point 2 de l'interpolation				
GlslfPds3	Poids du point 3 de l'interpolation				
GlslfPds4	Poids du point 4 de l'interpolation				
GOPSFlaIISCalibMiss	Tableau pour indiquer à ICC_38 les images de calibration dispon.	4	Booléen		
GOPSFltBBTMiss	Flag cas dégradé : Température du Black Body manquante		Booléen		
GPIkPlanckBBT	Spectre de la fonction de Planck à la température BBT				
GPofFlagSpectNonQual	Flag de qualité des spectres de niveau 1				
GPofSpectQualIndex	Indice de qualité des spectres de niveau 1				
GQisFlagQual	Flag de qualité système général des produits	PN x SN	Booléen		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 443

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
GQisQualIndex	Indice de qualité général des produits sondeur	PN x SN	Réel		
GQisQualIndexIIS	Indice de qualité de l'image IIS dans les produits 1C	PN x SN	Réel		
GQisQualIndexLoc	Indice de qualité géométrique des produits sondeur	PN x SN	Réel		
GQisQualIndexRad	Indice de qualité radiométrique des produits sondeur	PN x SN	Réel		
GQisQualIndexSpect	Indice de qualité spectrale des produits sondeur	PN x SN	Réel		
GQisSysTECIISQual	Indice de qualité système-TEC de l'IIS	1			
GQisSysTECSondQual	Indice de qualité système-TEC du sondeur	1			
GRjbFlagReJeuNonCorrect	Flag de non équivalence entre bord et re-jeu bord				
GS1aDWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné				
GS1aOSFactor	Facteur de sur échantillonnage du spectre de niveau 1a				
GS1aOSNsfirst	Premier échantillon du spectre 1a sur échantillonné				
GS1aOSNslast	Dernier échantillon du spectre 1a sur échantillonné				
GS1aOSSpect	Spectre de niveau 1a sur échantillonné				
GS1bSpect	Spectre de niveau 1b				
GS1cSpect	Spectre de niveau 1c				
GScrB1	Fonction de Planck calibrée à la température du corps noir				
GScrSpect	Spectre corrigé avec calibration spectrale du coefficient de calibration radiométrique				
GSmcSpect	Spectre post calibré de niveau 1a				
GSmeFlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node (Sme)	1	Booléen		
GSmeTScan	Température estimée du miroir de balayage	1	Réel		
GSofFlagSpectralCalNonQual	Flag de défaut de qualité de la calibration spectrale	CCD	Booléen		
GSofSpectralCalIndex	Index de qualité de la calibration spectrale	CCD	Réel		
GSosSsdDWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné				
GSosSsdOSFactor	Facteur de sur échantillonnage de la fenêtre spectrale				
GSosSsdOSNsfirstSpect	Premier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 444

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
GSosSsdOSNsIastSpect	Dernier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée				
GSosSsdOSSpect	Fenêtre spectrale sur échantillonnée				
GSsdFlagSpectralShiftNonQual	Flag de qualité de détermination du shift spectral	PNxSN	Booléen		
GSsdWnShift	Décalage spectral calculé pour la fenêtre spectrale	PNxSN	Réel		
GSsdWnShiftQual	Index de qualité du décalage spectral calculé	PNxSN	Réel		
GSssFlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node	1	Booléen		
GSssFlagNonSelPix	Flag de non sélection du pixel	PNxCCD	Booléen		
GSssWnShiftMean	Décalage spectral moyen pour un pixel sur une ligne	PNxCCD	Réel		
GSssWnShiftMeanQual	Index de qualité du décalage spectral moyen pour un pixel sur une ligne	PNxCCD	Réel		
HMuwFlagOffsetMVNonValid	Flag de non validité de la compensation de la ligne de base				
IAttFlagNonConver	Flag de non convergence		Booléen		
IAttIndexRQual	Indice de qualité de la convergence de l'algorithme	1			
IAttNItera	Nombre d'itérations nécessaires pour la convergence	1			
IAttOffsetDyn	Offset des numéro de segments	1			
IAttOffsetTabAnalog	Table de correction BF offset	128 x SB x PN		V	
IAttPhiExt	Fonction d'erreur de phase externe	2500		rd	
IAttPolynomCoeff	Coefficients du polynôme	5		V,N.A.,V-1,V-2, V-3	
IAttRmsPhiExt	Indice de qualité de mesure de la fonction de phase externe	1		rd	
IAttSlopeTabAnalog	Table de correction BF pente	128 x SB x PN		N.A.	
ICafAf	Fonctions d'apodisation de la banque de données spectrales	300x142xPN, CCD x11x11	c		
ICcmApexX	Coordonnées x du vecteur Apex du coin de cube mobile	300	Réel	m	
ICcmApexY	Coordonnées y du vecteur Apex du coin de cube mobile	300	Réel	m	
ICcmApexZ	Coordonnées z du vecteur Apex du coin de cube mobile	300	Réel	m	
ICcoOffsetCCMX	Coordonnées x de l'offset du coin de cube	1	Réel	m	



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 445

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
ICcoOffsetCCMY	Coordonnées y de l'offset du coin de cube	1	Réel	m	
ICcoOffsetCCMZ	Coordonnées z de l'offset du coin de cube	1	Réel	m	
ICsmSpectrumColdBB	Spectre calculé corps noir chaud minimum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICsmSpectrumColdCS	Spectre calculé espace froid minimum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICsmSpectrumColdSM	Spectre calculé miroir de balayage minimum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICsmSpectrumHotBB	Spectre calculé corps noir chaud maximum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICsmSpectrumHotCS	Spectre calculé espace froid maximum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICsmSpectrumHotSM	Spectre calculé miroir de balayage maximum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
ICtcFlagNbBitMax	Flag de dépassement du nombre de bits maximum par spectre	1	Booléen		
ICtcFlagNbBitSplMax	Flag de dépassement du nombre de bits maximum par échantillon	1	Booléen		
ICtcNbBitExpected	Nombre de bits attendus	CTN	Entier	N.A.	< 69104
ICtcNbSeg	Nombre de plages spectrales	CTN	Entier		
ICtcNsegfirstNsfirst	Numéro du premier échantillon de la première plage	1	Entier		
ICtcTabNbBit	Nombre de bits à transmettre par plage	CTN x 550	Entier		N.A
ICtcTabOffset	Offset par plage	CTN x 550	Réel		N.A
ICtcTabOffsetC	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. constant)	CTN	Réel		N.A
ICtcTabOffsetM	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. linéaire)	CTN	Entier		N.A
ICtcTabScale	Facteur d'échelle par plage	CTN x 500	Réel		N.A
ICtcTabScaleC	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. constant)	CTN	Réel		
ICtcTabScaleM	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. linéaire)	CTN	Réel		
IDefAfOpdMax	Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'apodisation	1	Réel	m	0,01968
IDefArcImagMeanRMSCutoff	Seuil de qualité de la calibration radiométrique complexe	SB	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
IDefArcNbNsSeg	Nombre d'échantillons par segment	SB	Entier	N.A.	400, 400, 400
IDefArcNbSeg	Nombre de segments d'analyse de la calibration radiométrique	SB	Entier	N.A.	8, 10, 10
IDefAttConverCutoff	Seuil de convergence	1	Réel		5,10-09



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 446 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefAttFitDomainCutoff	Niveau de signal limite relatif à la valeur du maximum de l'interférogramme pour le domaine d'ajustement	1	Réel		0,005
IDefAttFitDomainMax	Dimension maximum en échantillon du domaine de fit	1	Entier		1000
IDefAttFitDomainMin	Dimension minimum en échantillons du domaine de fit	1	Entier		400
IDefAttN	Nombre d'échantillon de l'interférogramme				
IDefAttNbIteraMax	Nombre maximum d'itérations	1	Entier	N.A.	10
IDefAttPolyOrdre	Ordre du polynome de fit pour les autres itérations	1	Entier		4
IDefAttPolyOrdreInit	Ordre du polynme de fit à la première itération	1	Entier		2/3
IDefAttSizeSegment	Nombre de codes par segment	1	Entier		16
IDefAttSpectralDomain	Limite du domaine spectral utile	2 x 10	Réel		
IDefAvhrrSubGridDI	Incrément en ligne pour le sous-échantillonnage Avhrr	1	Réel	pix Avhrr	10 (AC)
IDefAvhrrSubGridDc	Incrément en colonne pour le sous-échantillonnage Avhrr	1	Réel	pix Avhrr	10 (AC)
IDefBBEmissivity	Emissivité du corps noir chaud	8500(AC)	Réel	N.A.	
IDefBBNbRrs	Nombre de surfaces radiatives vues par le corps noir chaud	1	Entier	N.A.	10
IDefBBRRs	Fraction d'émission des surfaces radiatives vues par le corps noir	10	Réel	N.A.	
IDefBofNbRejectOffsetMax	Nombre maximum de réjection du coefficient de calibration Offset	1	Entier	N.A.	3
IDefBofNbRejectSlopeMax	Nombre maximum de réjection du coefficient de calibration Slope	1	Entier	N.A.	3
IDefCafGTF	Transformée de Fourier de la fonction d'instrument résultante constante	300		N.A.	
IDefCafNbAf	Nombre de fonctions d'apodisation	1	Entier	N.A.	141
IDefCafWnAf	Nombre d'ondes des fonctions d'apodisation	1	Entier	m-1	pas=1500
IDefCcmApexX	Coordonnées x nominales du vecteur Apex	300	Réel	m	
IDefCcmApexY	Coordonnées y nominales du vecteur Apex	300	Réel	m	
IDefCcmApexZ	Coordonnées z nominales du vecteur Apex	300	Réel	m	
IDefCcsChannelId	Identificateurs des canaux AVHRR utilisés dans la classification	6	Entier		
IDefCcsChannelNoise	Bruit des canaux AVHRR	20	Réel		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 447

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefCcsChannelWn	Nombre d'ondes des canaux AVHRR	6	Réel		
IDefCcsDimClassSpace	Nombre de canaux AVHRR utilisés pour la classification	1	Entier	N.A.	
IDefCcsDistAgloInit	Valeur initiale de la distance d'agglomération des clusters	1	Réel	N.A.	
IDefCcsDistMax	Distance maximum interclasse	1	Réel	N.A.	
IDefCcsGlueCutoff	Seuil de coalescence des clusters	1	Réel	N.A.	
IDefCcsIterConvCutoff	Seuil de convergence	1	Réel	N.A.	
IDefCcsMinIterNCCutoff	Nb d'itérations min pour le calcul du seuil des non classés	1	Entier	N.A.	10
IDefCcsNbClusMax	Nombre de clusters maximum	1	Entier	N.A.	
IDefCcsNbIterMax	Nombre d'itérations maximum	1	Entier	N.A.	
IDefCcsNbNonClassifMax	Nombre maximum de points non classifiés	1	Entier	N.A.	
IDefCcsRadToTb	Index de transformation des radiances en température de brillance	1	Entier	N.A.	
IDefCcsSortingChannel	Canal AVHRR de rangement des classes de radiance	1	Entier	N.A.	
IDefCcsSplitCutoff	Seuil d'éclatement des clusters	1	Réel	N.A.	
IDefCmoOffsetSondIISA0	Modèle de l'offset sondeur-IIS : biais initial a0	2	Réel	rd	
IDefCmoOffsetSondIISA1	IDefCmoOffsetSondIISA1	2	Réel	jours-1	
IDefCmoOffsetSondIISB1	Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points du modèle n	2	Réel	jours-1	
IDefCmoOffsetSondIISFunc	Modèle de l'offset sondeur-IIS : fonction f(m)	2 x 200	Réel	–	
IDefCmoOffsetSondIISN	Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points du modèle n	1	Entier	–	
IDefCmoOffsetSondIISNF	Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points m	2	Entier	–	
IDefCmoOffsetSondIIST0	Modèle de l'offset sondeur-IIS : date de référence t0	1	Date	–	
IDefCmoTrsA0	Modèle de temp. des surf. radiatives : biais initial a0	10	Réel	K	
IDefCmoTrsA1	Modèle de temp. des surf. radiatives : dérive du biais a1	10	Réel	jours-1	
IDefCmoTrsB1	Modèle de temp. des surf. radiatives : dérive du coefficient b1	10	Réel	jours-1	
IDefCmoTrsFunc	Modèle de temp. des surf. radiatives : fonction f(m)	10 x 200	Réel	K	
IDefCmoTrsN	Modèle de temp. des surf. radiatives : nombre de points du modèle n	1	Entier	–	



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 448

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefCmoTrsNF	Modèle de temp. des surf. radiatives : nombre de points m	10	Entier	–	
IDefCmoTrsT0	Modèle de temp. des surf. radiatives : date de référence t0	1	Date	–	
IDefCmoTscanA0	Modèle de température du scan : biais initial a0	1	Réel	K	
IDefCmoTscanA1	Modèle de température du scan : dérive du biais a1	1	Réel	jours-1	
IDefCmoTscanB1	Modèle de température du scan : dérive du coefficient b1	1	Réel	jours-1	
IDefCmoTscanFunc	Modèle de température du scan : fonction f(m)	200	Réel	K	
IDefCmoTscanN	Modèle de température du scan : nombre de points du modèle n	1	Entier	–	
IDefCmoTscanNF	Modèle de température du scan : nombre de points m	1	Entier	–	
IDefCmoTscanT0	Modèle de température du scan : date de référence t0	1	Date	–	
IDefCodNbBitMax	Nombre de bits maximum générés par le spectre	1	Entier	N.A.	69104
IDefCodNbTabMax	Nombre maximum de tables de codage	1	Entier	N.A.	4
IDefCodTabNo	Numéro de table de codage associé aux différentes cibles	1	Entier	N.A.	
IDefCovarEigenValCalRad	Indice de bruit associé à la calibration radiométrique	1	Réel		
IDefCovarEigenValSpect	Indice de bruit associé à la calibration spectrale	1	Booléen		
IDefCovarMatEigenVal1b	Valeurs propres de la décomposition en vecteurs propres de la matrice de variance-covariance du bruit niveau 1b	100 x CCD	Réel		
IDefCovarMatEigenVal1c	Valeurs propres de la décomposition en vecteurs propres de la matrice de variance-covariance du bruit niveau 1c	100 x CCD	Réel		
IDefCsmEmissivityBB	Emissivité du corps noir chaud	8500		N.A.	
IDefCsmEmissivityCS	Emissivité de l'espace froid	8500		N.A.	
IDefCsmEmissivitySM	Emissivité du dos du miroir de balayage	8500		N.A.	
IDefCsmTmaxBB	Température maximum du corps noir chaud	1	Réel	K	
IDefCsmTmaxCS	Température maximum de l'espace froid	1	Réel	K	
IDefCsmTmaxSM	Température maximum du dos du miroir de balayage	1	Réel	K	
IDefCsmTminBB	Température minimum du corps noir chaud	1	Réel	K	
IDefCsmTminCS	Température minimum de l'espace froid	1	Réel	K	



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 449

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefCsmTminSM	Température minimum du dos du miroir de balayage	1	Réel	K	
IDefCtcMarginCold	Marge froide de la dynamique de codage	8500		N.A.	
IDefCtcMarginHot	Marge chaude de la dynamique de codage	8500		N.A.	
IDefCtcNbBitMax	Nombre de bits maximum du nombre de bits par spectre	CTN			
IDefCtcNbBitSplMax	Nombre de bits maximum du nombre de bits par échantillon	CTN			
IDefCtcNbNsSeg	Nombre d'échantillons par segment de codage	1	Entier	N.A.	16
IDefCtcNFTab	Table de pondération du bruit radiométrique	550 x CTN	Réel		
IDefCtcNoiseFactor	Facteur de pondération du bruit radiométrique	CTN	Réel	N.A.	0,5
IDefCtcTabResolOffset	Nombre de bits de codage pour TabOffset	CTN	Entier		
IDefCtcTabResolScale	Nombre de bits de codage pour TabScale	CTN	Entier		
IDefDptGainCoeffCutoff	Perte de gain admissible par rapport à la moyenne des pixels	1	Réel	N.A.	0,5
IDefDptIISDeadPix	Pixels morts de l'imageur	64x64	Booléen		
IDefDptIISInHomPixMax	Nombre maximum de déclarations inhomogènes pour un pixel	1	Entier		
IDefDptIISVarianceCutoff	Seuil de pseudo-variance de l'image (valeur max. admissible)	1	Réel		
IDefDptNbCycleFilter	Nombre de cycles de filtrage du bruit IIS dans DPT	1	Entier	lignes	50
IDefDttCodHF	Puissance de 2 permettant de coder les résidus HF en entier				
IDefDttDegDigitBf	Degré du polynôme de description BF du numériseur	1	Entier	N.A.	3
IDefDttFracMarg	Facteur de garde				
IDefDttGain	Gain des trois voies d'amplification du numériseur				
IDefDttHfMin	valeur minimale de correction HF				
IDefDttHfTab	Résidus HF de la loi de transfert inverse				
IDefDttMvInf	Position minimum de la ligne de base en VOLTs				
IDefDttMvSup	Position maximum de la ligne de base en Volts				
IDefDttNbitAdc	Nombre de bits du numériseur ADC	1			12
IDefDttNbSegDigit	Nombre de segments de la table de correction du numériseur	1		N.A.	128



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 450

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefDttPolyDigitBf	Coefficients des polynomes exprimant les lois de transfert inverse des voie p= 0,1,2				
IDefDttVmax	Tension maximum d'entrée du numériseur	1	Réel	V	2,5
IDefDttVmin	Tension minimum d'entrée du numériseur	1	Réel	V	-2,5
IDefDurBandMiss	Durée maximum du cas dégradé : bande spectrale absente	1	Réel		
IDefDurBBTMiss	Durée maximum du cas dégradé : température Balck Body absente	1	Réel		
IDefDurFtltsrfemOff	Durée maximum du cas dégradé : chaîne ISRFEM non activée	1	Réel		
IDefDurImgBBMiss	Durée maximum du cas dégradé : une image de calibration Black Body manquante	1	Réel		
IDefDurImgCSMiss	Durée maximum du cas dégradé : une image de calibration Cold Space manquante	1	Réel		
IDefDurImgEWMiss	Durée maximum du cas dégradé : une image opérationnelle manquante	1	Réel		
IDefDurRadAvhrrMiss	Durée maximum du cas dégradé : radiances AVHRR absentes	1	Réel		
IDefEsmProfilColdDry	Profil atmosphérique froid sec	40x7			
IDefEsmProfilHotDry	Profil atmosphérique chaud sec	40x7			
IDefEsmProfilHotWet	Profil atmosphérique chaud humide	40x7			
IDefEsmTetaVisMax	Angle de visée maximum	1		rad	
IDefEsmTetaVisMin	Angle de visée minimum	1		rad	
IDefFaxFLS	Nombre de lignes nécessaires au filtrage temporel	1	Entier		
IDefFaxRegressDegre	Degré du polynôme de régression	1	Entier		
IDefFaxRegressRmsCutoff	Seuil de la valeur Rms de la régression	1	Réel		
IDefFaxT0	Durée d'oubli du filtrage de l'axe interférométrique	1	Réel	sec	
IDefFftNsFFT	Dimension de la transformée de Fourier bord	1	Entier		51200
IDefFftRadixDecomposition	RadixDecomposition de la transformée de Fourier (décomposition en facteurs premiers de la dimension de la FFT)				
IDefFrcNbCycleFilterOffset	Nombre de cycles de filtrage des offsets	1	Entier	lignes	10
IDefFrcNbCycleFilterSlope	Nombre de cycles de filtrage des gains	1	Entier	lignes	10
IDefFrsNbCycleFilterSrdBB	Nombre de cycles de filtrage du spectre réduit corps noir chaud	1	Entier		1
IDefFrsNbCycleFilterSrdCS	Nombre de cycles de filtrage du spectre réduit espace froid	1	Entier		1



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 451 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefFtbFLS	Nombre de lignes nécessaires au filtrage temporel de la température du Black Body	1	Entier		100
IDefFtbRegressDegre	Degré du polynôme de régression de la température du Black Body	1	Entier		1
IDefFtbRegressRmsCutoff	Seuil de la valeur Rms de la régression de la température du Black Body	1	Réel		0,02
IDefFtbT0	Durée d'oubli du filtrage de la température du Black Body	1	Réel		
IDefGeoIISubGridNY	Numéro en Y des pixels de la sous-grille de l'IIS	5	Entier	-	2,14,26,38,50,62
IDefGeoIISubGridNZ	Numéro en Z des pixels de la sous-grille de l'IIS	5	Entier	-	2,14,26,38,50,62
IDefGeoIISubGridSize	Taille de la sous-grille de l'IIS	1	Entier	-	5
IDefHecTRrsModel	Modèle de température des surfaces radiatives	200x10	Réel	N.A.	N.A.
IDefIacCorrelCutoff	Seuil de qualité du maximum de corrélation	1	Réel		
IDefIacDCol	Voisinage de recherche de la co-registation en colonnes	1	Entier		
IDefIacDLin	Voisinage de recherche de la co-registation en lignes	1	Entier		
IDefIacPosMaxCutoff	Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation	1	Réel		
IDefIASIMETOPMatRot	Matrice de rotation du repère IASI nominal instrument vers le repère METOP	3 x 3	Réel		
IDefIASIScanAngle	Angles de visées du miroir de balayage	36	Réel	N.A.	
IDefIccNbCycle	Nombre de cycles de filtrage des coefficients de calibration radiométrique de l'IIS	1	Entier	lignes	10
IDefIISAVHRROffsetGuess	Offset prévu entre l'IIS et L'AVHRR	2 x 30	Réel		
IDefIISCodNbBit	Nombre de bits du codeur de l'imageur				
IDefIISColDeb	Colonne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf	4	Entier		
IDefIISColFin	Colonne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf	4	Entier		
IDefIISDY	Largeur angulaire nominale des pixels de l'IIS	1	Réel		
IDefIISDZ	Hauteur angulaire nominale des pixels de l'IIS	1	Réel		
IDefIISLinDeb	Ligne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf	4	Entier		
IDefIISLinFin	Ligne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf	4	Entier		
IDefIISNbCol	Nombre de colonnes de l'image IASI	1	Entier		
IDefIISNbLin	Nombre de lignes de l'image IASI	1	Entier		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 452

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefIISNeDT	Bruit des pixel de l'imageur	64 x 64	Réel	K	
IDefIISNoiseNom	Bruit radiométrique de l'IIS moyen nominal	1	Réel		
IDefIISRot	Rotation entre les repères R_IIS et nominal instrument IASI R_I	1	Réel	rad	0
IDefIISsrf	Réponse du filtre spectral de l'imageur	100	Réel		
IDefIISsrfDWn	Pas de description de la réponse du filtre spectral de l'imageur	1	Réel	m-1	
IDefIISsrfNs	Nombre de points de la réponse du filtre spectral de l'imageur	1	Entier	N.A.	100
IDefIISsrfNsfirst	Premier point du filtre spectral de l'imageur	1	Entier		
IDefIISsrfNslast	Dernier point du filtre spectral de l'imageur	1	Entier		
IDefIISTransNbBit	Nombre de bits de codage des images transmises				
IDefIISUsf	Facteur de sous-échantillonnage de la grille IIS	1	Entier		16
IDefIISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS	64	Réel		
IDefIISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS	64	Réel		
IDefIscCorrelQualCutoff	Seuil de qualité de corrélation	1	Réel		
IDefIscDc	Nombre de colonnes du voisinage de recherche de co-registrat	1	Entier		
IDefIscDI	Nombre de lignes du voisinage de recherche de co-registrat	1	Entier		
IDefIscOffsetSondIIS	Offset caractérisé du sondeur dans le repère imageur	2xPN	Réel		
IDefIscPosMaxCutoff	Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation	PN	Réel		
IDefIscPointerAf	Pointeur de fonction d'apodisation à interpoler				
IDefIscPointerFcs	Pointeur de fonction de calibration spectrales à interpoler				
IDefLsbNsfirst	Premier échantillon des spectres de bruit large bande	SB	Entier		
IDefLsbNslast	Dernier échantillon des spectres de bruit large bande	SB	Entier		
IDefMASNbWordsShift	Nombre de mots inutilisables prévus de l'interférogramme		Entier		
IDefMASRawMVPosition	Positions des mots spécifiques Ligne de base	2			
IDefMASRawOffset0Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 0	1			
IDefMASRawOffset1Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 1	1			



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 453

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefMASRawOffset2Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 2	1			
IDefMASWordsDecomposition	Composition des mots en provenance du MAS	1			
IDefMatNoiseCutoff	Seuil de pseudo bruit de la fonction de transfert analogique				
IDefMccShapeIndexCutoff	Seuil de qualité des erreurs d'index de forme				
IDefMcxBiasCalRadCutoff	Seuil de biais de calibration radiométrique	SB	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
IDefMcxColdSpectrum	Radiance nominale du spectre de calibration froid (CS)	SB x 10	Réel	W/m2/sr/m-1	
IDefMcxDphi	Ecart de phase nominal entre les spectre de calibration CS et BB	SB x 10	Réel	rad	
IDefMcxNoiseCalRadCutoff	Seuil de bruit de calibration radiométrique	SB	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
IDefMETOPOrbitPeriod	Période orbitale nominale de METOP (période nodale)	1	Réel	sec	6000.0
IDefMuvMV	Position nominale de la ligne de base (actuelle 0)	1		V	0
IDefMuvNsUsedInterfSamples	Nombre d'échantillons utilisés au début de l'interférogramme	1	Entier	N.A.	300
IDefMuvOffsetFactor	Facteur sur l'offset ligne de base admissible	1	Réel	%	
IDefMzqNsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
IDefMzqNsfirstSpikCF	Début de région attribuée à la frange centrale				
IDefMzqNslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
IDefMzqNslastSpikCF	Fin de région attribuée à la frange centrale				
IDefNlbNsfirst	Premier échantillon de la fonction de transfert de l'interféromètre pour chaque bande (1,2,3)	3	Entier		
IDefNlbNsfirstCentr	Premier échantillon de la sous-bande centrale de chaque bande (1,2,3)	3	Entier		
IDefNlbNslast	Dernier échantillon de la fonction de transfert de l'interféromètre pour chaque bande (1,2,3)	3	Entier		
IDefNlbNslastCentr	Dernier échantillon de la sous-bande centrale de chaque bande (1,2,3)	3	Entier		
IDefNlbTransInterfero	Fonction de transfert théorique de l'interféromètre	3 x 4000	Réel		
IDefNlcCodMax	Premier code saturé du numériseur				
IDefNlcCodMin	Premier code non saturé du numériseur				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 454 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefNlcScaleH	Translation des résidus HF	1	Entier		4
IDefNlcScaleT	Facteur de conversion des codes dans la dynamique des numéros de segment				
IDefNlcSegMax	Premier numéro de segment correspondant à la saturation	1	Entier		128
IDefNlcSegMin	Premier numéro du segment utile	1	Entier		0
IDefNoiseTempRef	Température de référence pour le calcul du NedT	1		K	280
IDefNsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)	SB	Entier		
IDefNsfirst1b	Premier échantillon du niveau 1b				
IDefNsfirst1c	Premier échantillon du spectre niveau 1c				
IDefNslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)	SB	Entier		
IDefNslast1b	Dernier échantillon du spectre niveau 1b				
IDefNslast1c	Dernier échantillon du spectre niveau 1c				
IDefOffsetCFb1b3	Offset de la frange centrale entre b1 et b3	1		N.A.	0
IDefOffsetCFb2b3	Offset de la frange centrale entre b2 et b3	1		N.A.	0
IDefOffsetSondIISModel	Paramètres du modèle d'évolution orbital de l'offset Sondeur-IIS	200	Réel	n.a.	
IDefOsoNZpdBBCFPosMean	Position moyenne du zpd du corps noir chaud				
IDefOsoNZpdCSCFPosMean	Position moyenne du zpd de l'espace froid				
IDefOsoNZpdMean	Position moyenne du Nzpd				
IDefOsoNZpdOffsetBB	Offset du zpd du corps noir chaud				
IDefOsoNZpdOffsetCS	Offset du zpd de l'espace froid				
IDefPdsPix	Poids affectés aux pixels dans la calibration spectrale	PN	Réel	N.A.	1
IDefPefDWnSrd	IDefZsbDWnSrd/IDefRsclnitMul				
IDefPefNbSrd	Nombre de spectres réduits disponibles dans la collection	1	Entier		
IDefPefNSrdFT	IDefZpdNSrdFT*IDefRsclnitMul	1	Entier		IDefZpdNSrdFT*IDefRsclnitMul 512 * 8
IDefPefPhiExt	Fonction d'erreur de phase externe estimée				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 455

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefPefPhiInt	Fonction d'erreur de phase interne estimée				
IDefPefSlideFilterWn	Longueur du filtre spectral glissant (TBC)	1		N.A.	10
IDefPlkBoltzmannCste	Constante de Boltzmann	1	Réel	J.K-1	$1,380658 \cdot 10^{23}$
IDefPlkLightCste	Vitesse de la lumière dans le vide	1	Réel	m.s-1	$2,99792458 \cdot 10^8$
IDefPlkN	Multiplicateur pour le calcul du pas de récurrence pour le calcul de la fonction de Planck	1	Réel	N.A.	
IDefPlkPK1	Première constante de la radiation	1	Réel	W/m2/sr	$1,191042722 \cdot 10^{-16}$
IDefPlkPK2	Deuxième constante de la radiation	1	Réel	m K	$1,4387752 \cdot 10^{-2}$
IDefPlkPlanckCste	Constante de Planck	1	Réel	J.s	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$
IDefPsfSondBaryCentreX	Coordonnées x du barycentre des lpsf dans le repère sondeur	PN	Réel		1
IDefPsfSondBaryCentreY	Coordonnées y du barycentre des lpsf dans le repère sondeur	PN	Réel		
IDefPsfSondBaryCentreZ	Coordonnées z du barycentre des lpsf dans le repère sondeur	PN	Réel		
IDefPsfSondNbCol	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur				
IDefPsfSondNbLin	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur				
IDefPsfSondOverSampFactor	Facteur de sur échantillonnage des IPSF	1	Entier		
IDefPsfSondWgt	Poids des points des lpsf				
IDefPsfSondY	Coordonnées y dans le plan froid des lpsf				
IDefPsfSondZ	Coordonnées z dans le plan froid des lpsf				
IDefQisAvgRadNoise	Bruit nominal moyen dans la bande (NeDT)	SB x PN x SN	Réel		
IDefRciCutoffOffset	Seuils de variation temporelle du coefficient de calibration Offset	1			
IDefRciCutoffSlope	Seuils de variation temporelle du coefficient de calibration Slope	1			
IDefRnmSize1_1b	Matrice de covariance 1b : taille de la première partie	1	Entier		
IDefRnmSize1_1c	Matrice de covariance 1c : taille de la première partie	1	Entier		
IDefRnmSize2_1b	Matrice de covariance 1b : taille de la seconde partie	1	Entier		
IDefRnmSize2_1c	Matrice de covariance 1c : taille de la seconde partie	1	Entier		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 456

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefRpdPsfNbCol	Nombre de colonnes de l'Ipsf du Rpd				
IDefRpdPsfNbLin	Nombre de lignes de l'Ipsf du Rpd				
IDefRpdPsfWgt	Poids des points de l'Ipsf du laser Rpd	?			
IDefRpdPsfY	Coordonnées y des points de l'Ipsf du laser Rpd	?			
IDefRpdPsfZ	Coordonnées z des points de l'Ipsf du laser Rpd	?			
IDefRpdWn	Nombre d'ondes du laser Rpd	1			
IDefRscInitMul	Facteur d'extension de la TF du Zpd pour l'initialisation	1			8
IDefS1bNsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le sur échantillonnage de 1a	1	Entier		32768
IDefS1bOSFftFactor	Facteur de sur échantillonnage par TF	1	Entier		5
IDefS1bOSSplineFactor	Facteur de sur échantillonnage par interpolation spline	1	Entier		1
IDefS1bSigI	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme	1	Entier	échantillons	
IDefS1bSigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités du spectre	1	Entier	échantillons	
IDefS1cNbSWwidth	Demi-largeur des fenêtres d'apodisation	1	Réel		512
IDefS1cNsErase	Nombre d'échantillons mis à 0 dans la fonction d'apodisation	1	Entier		100 (AC)
IDefS1cSigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme apodisé	1	Entier	échantillons	
IDefSafAlignLazWn	Nombre d'ondes du laser d'alignement				
IDefSafConflsrf	Index du fichier de configuration instrument pour le calcul de la banque de données spectrales				
IDefSafCPAnl	Angle d'incidence du faisceaux sur la lame compensatrice				
IDefSafCPWidth	Epaisseur de la lame compensatrice				
IDefSafDWn	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales			m-1	1500
IDefSafNbWn	Nombre de nombres d'ondes des fonctions d'auto-apodisation	1	Entier	N.A.	142
IDefSafNsCCM	Nombre de points de description du mouvement du coin de cube		Entier	N.A.	300
IDefSafNsfirst	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument	1	Entier	N.A.	43



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 457

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefSafNslast	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument	1	Entier	N.A.	184
IDefSafNsOpd	Nombre de points de discrétisation de l'Opd	1	Entier	N.A.	300
IDefSafOpdMax	Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation	1	Réel	m	0,02
IDefSafPsf0NbCol	Nombre de colonnes de description de la Psf de référence	1	Entier		1
IDefSafPsf0NbLin	Nombre de lignes de description de la Psf de référence	1	Entier		1
IDefSafPsf0Wgt	Poids des points de la Psf de référence	1 x 1	Réel		1
IDefSafPsf0Y	Coordonnées selon Y de la Psf de référence	1	Réel	rad	0
IDefSafPsf0Z	Coordonnées selon Z de la Psf de référence	1	Réel	rad	0
IDefSafSPAngl	Angle d'incidence du faisceaux sur la lame séparatrice		Réel	rd	
IDefSafSPWidth	Epaisseur de la lame séparatrice		Réel	m	
IDefSafWnSaf	Nombres d'ondes des fonctions d'auto-apodisation	142	Entier	m-1	pas =1500
IDefSafZnSeA	Coefficients A du calcul de l'indice du ZnSe	3	Réel		4,46395 0.46132 2.88289
IDefSafZnSeB	Coefficients B du calcul de l'indice du ZnSe		Réel		0.20108 0.39211 47.04759
IDefSbINbMergeMaxb1b2	Nombre de points max. du recouvrement b1 b2				
IDefSbINbMergeMaxb2b3	Nombre de points Max du recouvrement b2 b3				
IDefSbINbSplMaxBand	Nombre maximum d'échantillons par bande spectrale		Entier		
IDefSbINbSplMaxSpectR	Nombre maximum d'échantillons du spectre recombinaé		Entier		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 458

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefSblNoiseCutoff	Seuils du rapport signal sur bruit				
IDefSblNoiseRatio	Rapport de bruit en limite de recouvrement	1		N.A.	3
IDefScoSpikCutoffCFProxi	Seuil de proximité au cutoff hors de la frange centrale	1		N.A.	
IDefScoSpikCutoffCFProxi	Seuil de proximité au cutoff dans la frange centrale	1		N.A.	
IDefSdbGridNbCol	Nombre de colonnes de la grille des positions de l'axe interférométrique	1	Entier		11
IDefSdbGridNbLin	Nombre de lignes de la grille des positions de l'axe interférométrique	1	Entier		11
IDefSdbGridY	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Y	CCDx11	Réel		
IDefSdbGridZ	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Z	CCDx11	Entier		
IDefSdbSrfNbSamples	Nombres de points de définition de la fonction de réponse spectrale				
IDefSmeTScanModel	Modèle de température du miroir de balayage	200	Réel	N.A.	N.A.
IDefSmmTScanBiasCutOff	Limite admissible de biais du modèle de température du scan	1	Réel		
IDefSmtEmScanBack	Emissivité du dos du miroir de balayage				
IDefSmtNsfirst	Numéro du premier échantillon de mesure le la température du miroir de balayage		Entier		
IDefSmtNslast	Numéro du dernier échantillon de mesure le la température du miroir de balayage		Entier		
IDefSmtTScanCutoff	Seuil de validité de la détermination de la température du scan	1		K	2
IDefSpectDWn1b	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b	1	Réel	m-1	25
IDefSpectNsfirst1b	Premier échantillon du spectre de niveau 1b	1	Entier	N.A.	
IDefSpectNslast1b	Dernier échantillon du spectre de niveau 1b	1	Entier	N.A.	
IDefSpectrDWn	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré	1	Réel	m-1	25
IDefSpectWnfirst	Fréquence limite des spectres	3		m-1	
IDefSpectWnlast	Fréquence limite des spectres	3		m-1	
IDefSpikCFWidth	Zone de recherche de la frange centrale pour les spikes	1		N.A.	1024
IDefSpikCutoffCF	Seuil de détection frange centrale	3			
IDefSpikCutoffCFO	Seuil de détection hors frange centrale	3			
IDefSpikWgtCF	Poids du filtre frange centrale (13 poids)	13			existent



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 459

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefSpikWgtCFO	Poids du filtre hors frange centrale (5 poids)	5			existant
IDefSrdDistCutoffBB	Seuil de réjection pour distance spectres réduits corps noir	1			
IDefSrdDistCutoffCS	Seuil de réjection pour distance spectres réduits espace froid	1			
IDefSrfIpFFT	Paramètre de dimension de la transformée de Fourier	1			16
IDefSrfIpOpd	Paramètre de dimension de l'échantillonnage de l'Opd	1			6
IDefSrfSDWn	Demi largeur du domaine de définition des fonctions d'instrument	1		cm-1	16
IDefSsdModulCutoff	Seuil de validité du module de l'harmonique utilisée	3 x 10	Réel		
IDefSsdNhar	Numéro de l'harmonique du peigne de raies utilisée	10	Entier		
IDefSsdNltera	Nombre d'itérations pour la détermination de la phase	1	Entier		
IDefSsdNsfirstSW	Premier point de la fenêtre spectrale	10	Entier		
IDefSsdNslastSW	Dernier point de la fenêtre spectrale	10	Entier		
IDefSsdOSFftFactor	Facteur de sur échantillonnage par TF	10	Entier		
IDefSsdOSSplineFactor	Facteur de sur échantillonnage par interpolation spline	10	Entier		
IDefSsdSigI	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme	10	Entier	échantillons	
IDefSsdSigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités du spectre	10	Entier	échantillons	
IDefSssStdImagCutoff	Seuil d'homogénéité intra-pixel	1	Réel		
IDefSssWnShiftMax	Maximum admissible du décalage spectral	1	Réel		
IDefSssWnShiftMin	Minimum admissible du décalage spectral	1	Réel		
IDefSysTECIISQual	Indice de qualité système-TEC de l'IIS	1			
IDefSysTECSondQual	Indice de qualité système-TEC du sondeur	1			
IDefTrCalRad	Trace de la partie calibration radiométrique de la matrice de covariance	1	Réel		
IDefTrnom	Trace de la matrice de covariance nominale	1	Réel		
IDefTrSpect	Trace de la partie calibration spectrale de la matrice de covariance	1	Réel		
IDefWnpNbSR	Nombre de transitions spectroscopiques sélectionnées	10	Entier		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 460 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDefWnpNbSW	Nombre de fenêtres spectrales pour la calibration spectrale	1	Entier	N.A.	9
IDefWnpNharmonic	Nombre d'harmoniques représentables	10	Entier	N.A.	3
IDefWnpRdSS	Radiances des échantillons du spectre modélisé	10 x 1000	Réel		
IDefWnpSigG	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement de la fenêtre spectrale	10	Entier	échantillons	
IDefWnpSign	Signe d'absorption/émission du spectre de raies	10	Entier	N.A.	
IDefWnpWnSR	Position en nombre d'ondes des transitions	10 x 100	Réel	m-1	
IDefZpdBzpd	Numéro de la bande spectrale affectée au calcul du NZPD	1	Entier	N.A.	3
IDefZpdCFWidth	Largeur de la zone de recherche de la frange centrale pour le zpd	1		échantillons	1024
IDefZpdDNCF	Domaine de recherche de la frange centrale	1		échantillons	1000
IDefZpdDNGC	Domaine de calcul du centre de gravité	1		échantillons	512
IDefZpdNbRejectBBMax	Nombre maximum de réjection des spectres réduits BB	1		N.A.	3
IDefZpdNbRejectCSMax	Nombre maximum de réjection des spectres réduits CS	1		N.A.	3
IDefZpdNSrdFT	Dimension de la transformée de Fourier réduite pour le Zpd	1		échantillons	512
IDefZpdNStepSrdFT	Nombre de décalages de l'échantillon central de la FFT réduite	i	Entier		11
IDefZpdOffsetCF	Offset entier estimé du Zpd par rapport au max. frange centrale	3			0
IDefZpdOffsetCS	Offset réel estimé du Zpd par rapport au Nzpd pour le CS				
IDefZpdQualIndexCutoffBB	Seuil de qualité de détection du Zpd visées corps noir chaud	3	Réel	N.A.	0,01
IDefZpdQualIndexCutoffCS	Seuil de qualité de détection du Zpd visées espace froid	3	Réel	N.A.	0,01
IDefZpdQualIndexCutoffEW	Seuil de qualité de détection du Zpd visées terre	3	Réel	N.A.	0,01
IDefZsbNsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile				
IDefZsbNslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile				
IDefZsbSNRSrdCutoff	Seuil de rapport signal sur bruit pour la détermination de limites de spectres réduits	1		N.A.	10
IDttCodHfDyn	Dynamique de codage des résidus				
IDttFlagHfError	Flag de sortie en erreur pour saturation de la table HF				
IDttHfMin	Valeur minimale de correction				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 461

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IDttHfScaleH	Translation des résidus				
IDttHFTabDigit	Table de correction HF du numériseur	12x4096		V	
IDttHfTabDigitMax	Statistiques de la table HF				
IDttHfTabDigitMin	Statistiques de la table HF				
IDttHfTabDigitRms	Statistiques de la table HF				
IDttIndexHF	Index d'unicité de la détermination HF du numériseur	1			
IDttNbNsSegDigit	Largeur d'un segment des tables				
IDttOffsetDynDigit	Offset des numéros de segment				
IDttOffsetTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2	3x12x256		V	
IDttPolynomCoeff	Coefficients du polynôme BF du numériseur	1		N.A.	
IDttScaleC	Facteurs d'échelle : conversion des tensions en comptes numériques				
IDttScaleT	Facteurs d'échelle : conversion des comptes numériques en numéro de segment				
IDttSlopeTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2	3x12x256		V/count	
IDttVMax	Tension maximum codée à l'entrée du numériseur				
IDttVMax1	Tension de saturation à l'entrée du CAU non codée	1	Réel	V	+2,5 + marge
IDttVMin	Tension minimum codée à l'entrée du numériseur				
IDttVMin1	Tension minimum à l'entrée du CAU codée	1	Réel	V	-2,5 - marge
IEsmSpectrumCold	Spectre atmosphérique calculé minimum	8500	Réel	W/(m2.sr.m-1)	
IEsmSpectrumHot	Spectre atmosphérique calculé maximum	8500		W/(m2.sr.m-1)	
IMzqNsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
IMzqNsfirstSpikCF	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes	6		N.A.	
IMzqNslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
IMzqNslastSpikCF	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes	6		N.A.	
INlbNedTSpect	Spectre de bruit large bande en NeDT a T0=280 K (3 bandes)	SB x 25601	Réel	K	
INlbQualIndex	Indices de qualité de l'extrapolation du bruit hors bande	3	Réel		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 462

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IOsbNsfirstMb1b2	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b1 et b2	4		N.A.	
IOsbNsfirstMb2b3	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b2 et b3	4		N.A.	
IOsbNslastMb1b2	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b1 et b2	4		N.A.	
IOsbNslastMb2b3	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b2 et b3	4		N.A.	
IOsbWgtMb1b2	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b1 et b2	4x1024		N.A.	
IOsbWgtMb2b3	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b2 et b3	4x1024		N.A.	
IPefPhiExt	Fonction d'erreur de phase externe	2x3x4x2x8192		rd	
IPefPhiInt	Fonction d'erreur de phase interne	2x3x4x2x8192		rd	
IPspPsfBaryCentreY	Coordonnée y du barycentre de l'psf actualisée				
IPspPsfBaryCentreZ	Coordonnée z du barycentre de l'psf actualisée				
IPspPsfY	Coordonnée y des points de l'psf actualisée			rd	
IPspPsfZ	Coordonnée z des points de l'psf actualisée			rd	
IRnmRadNoiseCovarMat1b	Matrice de variance-covariance de bruit niveau 1b	8500x100	Réel		
IRnmRadNoiseCovarMat1c	Matrice de variance-covariance de bruit niveau 1c	8500x100	Réel		
IRnsNedTSpect	Spectre de bruit radiométrique en NedT à 280 Kelvin				
IRnsNoiseRadSpect	Spectre de bruit radiométrique en radiances	8500	Réel	W/(m2.Sr.m-1)	
IRscLinAdjustRms	Rms de l'ajustement linéaire de la phase du spectre réduit	3x4x2		rd	
IRscNZpd	Numéro du Zpd de l'espace froid				
IRscPhaseSlope	Pente de la phase du spectre réduit de l'espace froid	3x4x2		rd / cm -1	
IRscSrd	Spectres réduits d'initialisation espace froid	3x4x2x512		W/(m2.sr.m-1)	
IRscSrdEtal	Spectres réduits élargis d'initialisation espace froid pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase	3x4x2x8192		W/(m2.sr.m-1)	
IRscZpdOffset	Offset calculé du Zpd de l'espace froid				
IRshLinAdjustRms	Rms de l'ajustement linéaire de la phase du spectre réduit	3x4x2		rd	
IRshNZpd	Numéro du Zpd du corps noir chaud				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 463

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
IRshPhaseSlope	Pente de la phase du spectre réduit du corps noir chaud	3x4x2		rd/m-1	
IRshSrd	Spectres réduits d'initialisation du corps noir chaud	3x4x2x512		W/(m2.sr.m-1)	
IRshSrdEtal	Spectres réduits élargis d'initialisation du corps noir chaud pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase	3x4x2x8192		W/(m2.sr.m-1)	
IRshZpdOffset	Offset calculé du Zpd du corps noir chaud				
ISafFieldMeanAngle	Angle moyen du champ sur le pixel	1	Réel	rd	
ISafPixSaf	Fonctions d'auto-apodisation	4x2x112x142x300			
ISafRpdSaf	Fonctions d'auto-apodisation du laser d'échantillonnage Rpd	2x300			
ISasPixSaf	Fonctions d'auto-apodisation vues par le laser Rpd	2x112x142x300			
ISasSafArg0	Argument de la fonction d'auto apodisation en x=0 avant normalisation (fonction d'erreur de phase ordinaire - modèle)	142xPNxCCDx11x11	Réel		
ISasSafContrast	Fonction de contraste de l'interféromètre	1	Réel	N.A.	
ISblFlagErrorLimits	Flag d'erreur de détermination des limites de bande spectrale				
ISblFlagNoiseError	Flag de dépassement du seuil de bruit dans la bande spectrale				
ISblMzqNsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
ISblMzqNsfirstSpikCF	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes				
ISblMzqNslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd				
ISblMzqNslastSpikCF	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes				
ISblNoiseInitMax	Niveau maximum de bruit dans les bandes initiales	3	Réel	K	
ISblNoiseMax	Niveau maximum de bruit dans les nouvelles bandes	3	Réel	K	
ISblNsfirst	Numéro du premier échantillon limite de la bande spectrale utile				
ISblNslast	Numéro du dernier échantillon limite de la bande spectrale utile				
ISblRatioInitMaxb1b2	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b1 b2 initial	1	Réel		
ISblRatioInitMaxb2b3	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b2 b3 initial	1	Réel		
ISblRatioInitMinb1b2	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b1 b2 initial	1	Réel		
ISblRatioInitMinb2b3	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b2 b3 initial	1	Réel		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 464 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
ISblRatioMaxb1b2	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b1 b2	1	Réel		
ISblRatioMaxb2b3	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b2 b3	1	Réel		
ISblRatioMinb1b2	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b1 b2	1	Réel		
ISblRatioMinb2b3	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b2 b3	1	Réel		
ISblZsbNsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile				
ISblZsbNslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile				
ISclFcs	Fonctions de calibration spectrales de la banque de données spectrales	142xPNxCCDx11x11	Réel		
ISdbGridAf	Fonctions d'apodisation des pixels aux points de grille	4 x2 x 121 x 142 x 300	Complexe		
ISdbGridFcs	Fonctions de calibration spectrale des pixels aux points de la grilles	4 x2 x 121 x 142	Réel		
ISdbGridIsrf	Fonctions d'instruments de niveau 1b aux points de grille	4 x2 x 121 x 142 x 4096	Réel		
ISdbGridPhiExtMod	Fonction d'erreur de phase externe modélisée aux points de grille	11 x 11 x 142	Réel		
ISdbGridPixSaf	Fonctions d'auto-apodisation des pixels aux points de grille	4 x2 x 121 x 142 x 300	Complexe		
ISdbGridRpdSAf	Fonctions d'auto-apodisation du laser Rpd aux points de grille	2 x 121 x 142 x 300	Complexe		
ISdbGridWnShift	Décalages spectraux calculés aux points de grille	4x11x11		m-1	
ISdbSpectralDataBank	Banque des données spectrales de IASI				
ISicFlagNonSel	Flag de sélection des images inhomogènes				
ISmaNoLastUpdate	Numéro de la dernière mise à jour de la température du scan	1			
ISmaRbb	Réflectivité du scan visées corps noir chaud	8500	Réel		
ISmaRcs	Réflectivité du scan visées espace froid	8500	Réel		
ISmaRew	Réflectivité du scan visées terre	SP x 8500	Réel		
ISmmFlagDateNOK	Date de fin de l'éclipse précédente trop lointaine	1	Booléen		
ISmmFlagModelNOK	Nécessité de remettre le modèle de température à jour	1	Booléen		



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 465

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
ISmmTScanBias	Biais estimé du modèle de température Tscan	1	Réel	K	
ISmtFlagTScanNonQual	Flag de qualité de la mesure de température du scan	PNxSN	Booléen	N.A	
ISmtTScan	Température mesurée du miroir de balayage	PNxSN	Réel	K	
ISmtTScanIndexQual	Index de qualité de la mesure de température du scan	PNxSN	Réel	N.A	
ISrfDWnlsrf	Décalage spectral des fonctions d'instrument	142x4x2x11x11		m-1	
ISrflsrf	Fonctions d'instrument de la banque de données spectrales	142x4x2x11x11x2048			
ISrfNlsrf	Nombre de points d'échantillonnage des fonctions d'instrument				
IUsbNsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS	3			
IUsbNslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS	3			
IWnpDWnSWref	Espacement entre 2 transitions au centre de la fenêtre spectrale	10	Réel	m-1	
IWnpModulNat	Module des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale	10 x 3	Réel		
IWnpNsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le calcul des shifts spectraux	10	Entier		?
IWnpNsSSR	Nombre d'échantillons entre 2 transitions	10	Entier		?
IWnpNsSW	Nombre d'échantillons de la fenêtre spectrale	10	Entier	N.A	
IWnpPhaseNat	Phase naturelle des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale	10 x 3	Réel	rd	
IWnpWnSW	Positions spectrales des échantillons de la fenêtre périodisée	10 x 4096	Réel	m-1	
IWnpWnSWref	Nombre d'onde représentatif de la fenêtre spectrale	10	Réel	m-1	
IZsbDWnSrd	Largeur d'un échantillon des spectres réduits	4		m-1	
IZsbNsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile	4			
IZsbNslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile	4			
MDptIISBadHealthPix	Table des pixels IIS douteux	64 x 64	Booléen		
MDptIISDeadPix	Table des pixels morts	64x64	Booléen		
MDptIISInHomPix	Table des compteurs d'inhomogénéité par pixel	64x64	Entier		
MDptPixQual	Index de qualité de l'imageur (fraction de pixels vivants)	1	Réel		
MDptVarImag	Pseudo-variance de l'image espace froid	64x64	Réel	comptes num.	N.A.



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 466

of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
MDptVarImagMax	Valeur maximum de la pseudo-variance dans l'image IIS	1	Réel		
MDptVarImagMean	Valeur moyenne de la pseudo-variance dans l'image IIS	1	Réel		
MExsSmax	Spectre atmosphérique extrême maximum mesuré (température de brillance)	550	Entier		
MExsSmin	Spectre atmosphérique extrême minimum mesuré (température de brillance)	550	Entier		
MIscCorrelQual	Index de qualité de la corrélation sondeur-imageur	PN	Réel		
MIscFlagCoregNonQual	Flag de mauvaise qualité de la co-registrat ion sondeur-imageur	PN	Booléen		
MIscFlagCoregNonValid	Flag d'échec de la co-registrat ion sondeur-imageur	PN	Booléen		
MIscOffsetSondIIS	Offset de co-registrat ion sondeur-imageur	2xPN	Réel		
MIscOffsetSondIISCol	Offset en colonnes de co-registrat ion sondeur-imageur				
MIscOffsetSondIISLin	Offset en lignes de co-registrat ion sondeur-imageur				
MIscPosMaxQual	Index de qualité de la position du maximum de corrélation	PN	Réel		
MMatFlagQual	Flag de stabilité de la fonction de transfert analogique				
MMccFlagShapeIndex	Flag de dépassement du seuil de qualité de l'index de forme				
MMccShapeIndex	Index de forme avec le nouvel et l'ancien offset du coin de cube				
MMcxBiasCalRad	Biais de calibration radiométrique complexe	IMxPNxSN	Réel		
MMcxCoeffCalRad	Coefficient d'erreur de calibration radiométrique	SBxPNxSN	Réel		
MMcxFlagBiasCalRad	Flag de dépassement de seuil du biais de calibration radiométrique	PNxSN	Booléen		
MMcxFlagNoiseCalRad	Flag de dépassement de seuil du bruit de calibration radiométrique	PNxSN	Booléen		
MMcxNoiseCalRad	Bruit de calibration radiométrique complexe	IMxPNxSN	Réel		
MScoFlagNsfirstCF	Flag de mauvaise position du début de frange centrale				
MScoFlagNslastCF	Flag de mauvaise position de la fin de frange centrale				
MScoFlagSpikCutoffCF	Flag de proximité au cutoff dans la frange centrale				
MScoFlagSpikCutoffCFO	Flag de proximité au cutoff hors de la frange centrale				
MTbdNec	Nombre d'éléments de la collection d'images inhomogènes				
VDcoRawInterf	Interférogramme de vérification				



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6 Date:

Rev : 7 Date 06/01/2011

Page : 467 of : 502

Identificateur	Libellé	Dimension	Type	Unité	Valeur courante
VIsilInterf	Interférogramme non linéaire corrigé de la non linéarité du numériseur				
VNlcInterf	Interférogramme corrigé de la non-linéarité vérification				
VShbSMeanOffInRatio	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande pour le spectre moyen	1	Réel		
VShbSOffInRatio	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande par spectre de la collection	VShbCollect	Réel		
VShbSOffInRatioMean	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande moyenne sur la collection	1	Réel		
VShbSpectMean	Module du spectre brut moyen	IDefFftNsFft/2	Réel		
VShbSpectNoise	Spectre de bruit brut	IDefFftNsFft/2	Réel		
VSpkFilteredCFInterf	Réponse du filtre de spike dans la frange centrale				
VSpkFilteredCFOInterf	Réponse du filtre de spike hors de la frange centrale				
VTecRnsCollect	Dimension de la collection de spectres pour le calcul du spectre de bruit	1	Entier		
VTecRnsDate	Date des spectres de la collection	VTecRnsCollect	Date		
VTecRnsSpect	Spectres de la collection pour le calcul du bruit	VTecRnsCollect x 8500	Réel		
VTecShbCollect	Dimension de la collection d'interférogrammes de vérification corps noir chaud	1	Entier		
VTecShbDate	Date des interférogrammes de la collection	VTecShbCollect	Date		
VTecShbInterf	Interférogrammes de la collection		Réel		
VTecShbNsInterf	Nombre d'échantillons des Interférogrammes de la collection	VTecShbCollect	Entier		
VTecShbNzpd	Numéros des échantillons Nzpd des interférogrammes de la collection	VTecShbCollect	Entier		
VTecSmmCollect	Dimension de la collection des températures pour Smm		Entier		
VTecSmmDate	Date des températures de la collection	VTecSmmCollect	Date		

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 468 of : 502</p>
---	--	---

ANNEXE 9 – ENTREES/SORTIES DES ALGORITHMES

Cette annexe extraite de la base de données des algorithmes fournit les Entrées/Sorties pour chaque algorithme du Bord et de l'OPS.

Les Entrées/Sorties sont présentées non seulement avec leur nom locaux comme dans les fiches descriptives des algorithmes mais aussi avec les noms globaux du fichier de configuration de l'algorithmie ce qui facilite la vérification de la cohérence entre les entrées et les sorties des différents algorithmes et de leur enchaînement.

Dans 3 cas (SOS, DOC et PLK) un même algorithme est employé en 2 circonstances différentes et donc avec des données d'entrée et des résultats différents. On trouvera alors certaines variables d'E/S locales de l'algorithme affectées à plusieurs variables globales.

La version courante de la base utilisée est :

BdAlgoIasi V1.8 du 19-4-2002



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 469

of : 502

Algorithmes

01.a

DCO

Décompactage des valeurs de l' interférogramme

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefMASWordsDecomposition	WordDecomposition	Composition des mots en provenance du MAS
IDefMASRawMVPosition	RawMVPosition	Positions des mots spécifiques Ligne de base
IDefMASRawOffset0Position	RawOffset0Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 0
IDefMASRawOffset1Position	RawOffset1Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 1
IDefMASRawOffset2Position	RawOffset2Position	Positions des mots spécifiques Offset voie 2
IDefMASNbWordsShift	NbBadWords	Nombre de mots inutilisables prévus de l'interférogramme
BIMSNbWords	NbWords	Nombre de fronts Rpd comptés par l'IMS
BMASRawInterf	RawData	Interférogramme en provenance du MAS

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BDcoRawMV	RawMV	Ligne de base
BDcoRawOffset0	RawOffset0	Offset voie 0
BDcoRawOffset1	RawOffset1	Offset voie 1
BDcoRawOffset2	RawOffset2	Offset voie 2
BDcoNbReceivedWords	NsReceived	Nombre de mots reçus par le DPS
BDcoNsInterf	NsInterf	Nombre de mots décompactés utiles
BDcoRawInterf	RawInterf	Interférogramme utile
BDcoPath	Path	Numéro de voie associé à chaque mot de l'interférogramme
BDcoFlagErrorInterf	FlagErrorInterf	Flag de qualité réception de l'interférogramme
BDcoFlagMasOverFlow	FlagMasOverFlow	Flag d'overflow du numériseur
BDcoFlagMasEcret	FlagMasEcret	Flag d'écrtage du signal Mas
BDcoFlagMasErrorPath	FlagMasErrorPath	Flag d'erreur de codage de la voie d'amplification
BDcoFlagMasErrorNbWords	FlagMasErrorNbWords	Flag d'erreur entre le nombre de Rpd et le nombre de mots reçus



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 470

of : 502

02

NLC

**Correction de la non linéarité de la chaîne de
détection et d'acquisition***Entrée*IDefNlcCodMin
IDefNlcCodMax
IDefNlcSegMin
IDefNlcSegMax
IAttOffsetDyn
IDttScaleT*NomLocal*CodMin
CodMax
SegMin
SegMax
OffsetDyn
ScaleT*Libellé*Premier code non saturé du numériseur
Premier code saturé du numériseur
Premier numéro du segment utile
Premier numéro de segment correspondant à la saturation
Offset des numéros de segments
Facteurs d'échelle : conversion des comptes numériques
en numéro de segment
Translation des résidus
Table de correction HF du numériseur
Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2
Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2
Table de correction BF pente
Table de correction BF offset
Offset voie 0
Offset voie 2
Offset voie 1
Ligne de base
Numéro de voie associé à chaque mot de
l'interférogramme
Nombre de mots décompactés utiles
Interférogramme utileIDtthfScaleH
IDtthfTabDigit
IDttSlopeTabDigit
IDttOffsetTabDigit
IAttSlopeTabAnalog
IAttOffsetTabAnalog
BDcoRawOffset0
BDcoRawOffset2
BDcoRawOffset1
BDcoRawMV
BDcoPathScaleH
HFTabDigit
SlopeTabDigit
OffsetTabDigit
SlopeTabAnalog
OffsetTabAnalog
RawOffset
RawOffset
RawOffset
RawMV
PathBDcoNsInterf
BDcoRawInterfNsInterf
RawInterf*Sortie**NomLocal**Libellé*BNlcAnaMV
BNlcInterf
BNlcFlagIntegrityAnaMV
Interf
FlagIntegrityLigne de base à l'entrée de la chaîne de
détection/acquisition
Interférogramme à l'entrée de la chaîne de
détection/acquisition
Flag d'erreur de la correction de non linéarité

03

SPK

Détection de spikes*Entrée*IMzqNsfirstSpikCF
IMzqNslastSpikCF
IDefSpikWgtCF
IDefSpikWgtCFO
IDefSpikCutoffCF
IDefSpikCutoffCFO
BDcoNsInterf
BNlcInterf*NomLocal*NsfirstSpikCF
NslastSpikCF
WgtSpikCF
WgtSpikCFO
CutoffSpikCF
CutoffSpikCFO
NsInterf
Interf*Libellé*Début de zone de la frange centrale pour la détection de
spikes
Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes
Poids du filtre frange centrale (13 poids)
Poids du filtre hors frange centrale (5 poids)
Seuil de détection frange centrale
Seuil de détection hors frange centrale
Nombre de mots décompactés utiles
Interférogramme à l'entrée de la chaîne de
détection/acquisition*Sortie**NomLocal**Libellé*

BSpkFlagSpik

FlagSpik

Flag de détection de spike

04

ZPD

Détermination du Nzpd*Entrée*



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 471

of : 502

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BNicInterf	Interf	Interférogramme à l'entrée de la chaîne de détection/acquisition
IMzqNsfirstNZpdCF	NsfirstNzpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IMzqNslastNZpdCF	NslastNzpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IDefZpdOffsetCF	OffsetCF	Offset entier estimé du Zpd par rapport au max. frange centrale
IDefZpdNSrdFT	NSrdFT	Dimension de la transformée de Fourier réduite pour le Zpd
IDefZpdNStepSrdFT	NstepSrdFT	Nombre de décalages de l'échantillon central de la FFT réduite
IZsbNsfirstSrd	NsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile
IZsbNslastSrd	NslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile
BFRsSrdCS	SrdFilteredCS	Spectre réduit de visée de l'espace froid filtré
BFRsSrdBB	SrdFilteredBB	Spectre réduit de visée du corps noir chaud filtré
IDefZpdQualIndexCutoffEW	NzpdQualIndexCutoff	Seuil de qualité de détection du Zpd visées terre
IDefZpdQualIndexCutoffBB	NzpdQualIndexCutoff	Seuil de qualité de détection du Zpd visées corps noir chaud
IDefZpdQualIndexCutoffCS	NzpdQualIndexCutoff	Seuil de qualité de détection du Zpd visées espace froid

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BZpdNZpdQualIndexEW	NzpdQualIndex	Index de qualité de détection du Nzpd visée terre
BZpdNZpd	NZpd	Numéro de l'échantillon correspondant au Nzpd
BZpdNZpdQualIndexCS	NzpdQualIndex	Index de qualité de détection du Nzpd espace froid
BZpdFlagNZpdNonQualBB	FlagNzpdNonQual	Flag de qualité de détection du Nzpd corps noir chaud
BZpdNZpdQualIndexBB	NzpdQualIndex	Index de qualité de détection du Nzpd corps noir chaud
BZpdFlagNZpdNonQualEW	FlagNzpdNonQual	Flag de qualité de détection du Nzpd visée terre
BZpdFlagNZpdNonQualCS	FlagNzpdNonQual	Flag de qualité de détection du Nzpd espace froid
BZpdSrdCS	SrdInstant	Spectre réduit instantané de l'espace froid
BZpdSrdBB	SrdInstant	Spectre réduit instantané du corps noir chaud



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 472

of : 502

05

IRS

Calcul de l'intégrité des spectres réduits instantanés des visées de calibration

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IZsbNsfirstSrd	NsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile
IZsbNslastSrd	NslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile
BZpdSrdBB	SrdInstant	Spectre réduit instantané du corps noir chaud
BZpdSrdCS	SrdInstant	Spectre réduit instantané de l'espace froid
BFrSrdCS	SrdFiltered	Spectre réduit de visée de l'espace froid filtré
BFrSrdBB	SrdFiltered	Spectre réduit de visée du corps noir chaud filtré
IDefSrdDistCutoffBB	CutoffSrdDist	Seuil de réjection pour distance spectres réduits corps noir
IDefSrdDistCutoffCS	CutoffSrdDist	Seuil de réjection pour distance spectres réduits espace froid

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BlrsFlagSrdNonIntegrityBB	FlagSrdNonIntegrity	Flag d'intégrité du spectre réduit du corps noir chaud
BlrsFlagSrdNonIntegrityCS	FlagSrdNonIntegrity	Flag d'intégrité du spectre réduit de l'espace froid

06

FRS

Filtrage des spectres réduits des visée de calibration

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefFrsNbCycleFilterSrdBB	NbCycleSrd	Nombre de cycles de filtrage du spectre réduit corps noir chaud
IDefFrsNbCycleFilterSrdCS	NbCycleSrd	Nombre de cycles de filtrage du spectre réduit espace froid
IZsbNsfirstSrd	NsfirstSrd	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile
IZsbNslastSrd	NslastSrd	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile
BZpdSrdBB	SrdInstant	Spectre réduit instantané du corps noir chaud
BZpdSrdCS	SrdInstant	Spectre réduit instantané de l'espace froid
BFrSrdBB	SrdFiltered	Spectre réduit de visée du corps noir chaud filtré
BFrSrdCS	SrdFiltered	Spectre réduit de visée de l'espace froid filtré

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BFrSrdBB	SrdFiltered	Spectre réduit de visée du corps noir chaud filtré
BFrSrdCS	SrdFiltered	Spectre réduit de visée de l'espace froid filtré



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 473

of : 502

07 ISI Préparation de l'interférogramme centré sur le NZPD

Entrée

BZpdNZpd
BDcoNsInterf
IDefFftNsFFT

Sortie

BlsiNsfirst
BlsiNslast
BlisiFlagErrorFft

NomLocal

NZpd
NsInterf
NsFFT

Libellé

Numéro de l'échantillon correspondant au Nzpd
Nombre de mots décompactés utiles
Dimension de la transformée de Fourier bord

NomLocal

Nsfirst
Nslast
FlagErrorFft

Libellé

Numéro du premier échantillon à passer à la TF
Numéro du dernier échantillon à passer à la TF
Flag d'intégrité du nombre d'échantillon de l'interférogramme

08 FFT Transformée de Fourier

Entrée

IDefFftRadixDecomposition

BlsiNsfirst
BlsiNslast
BNicInterfIUsbNsfirst
IUsbNslast

Sortie

BFftSpect

NomLocal

RadixDecomposition

Msfirst
Mslast
InterfNsfirst
Nslast

Libellé

RadixDecomposition de la transformée de Fourier (décomposition en facteurs premiers de la dimension de la FFT)

Numéro du premier échantillon à passer à la TF
Numéro du dernier échantillon à passer à la TF
Interférogramme à l'entrée de la chaîne de détection/acquisitionNuméro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS

NomLocal

Spect

Libellé

Spectre complexe après transformée de Fourier de l'interférogramme

09 PLK Calcul de la fonction de Planck

Entrée

IDefPlkPK1
IDefPlkPK2BIMSBBT
IDefSpectrDWn
IDefPlkNIDefNsfirst
IUsbNsfirst
IDefNslast
IUsbNslast

Sortie

GPlkPlanckBBT
BPlkPlanckBBT

NomLocal

K1
K2BBT
DWnSpect
PlkNNsfirst
Nsfirst
Nslast
Nslast

Libellé

 $2 * IDefPlkPlanckCste * IDefPlkLightCste ** 2$
 $IDefPlkPlanckCste * IDefPlkLightCste / IDefPlkBoltzmannCste$ Température du corps noir chaud
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
Multiplicateur pour le calcul du pas de récurrence pour le calcul de la fonction de PlanckPremier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS

NomLocal

PlanckBBT
PlanckBBT

Libellé

Spectre de la fonction de Planck à la température BBT
Spectre de la fonction de Planck à la température BBT

10.a&b CRC Calcul des coefficients de calibration Offset et Slope

Entrée



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 474

of : 502

NomLocal

Libellé

IUsbNsfirst
IUsbNslast
BFftSpect

Nsfirst
Nslast
Spect

Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
Spectre complexe après transformée de Fourier de l'interférogramme

BCrcOffset
BPlkPlanckBBT

OffsetInstant
PlanckBBT

Coefficient de calibration Offset instantané
Spectre de la fonction de Planck à la température BBT

Sortie

NomLocal

Libellé

BCrcOffset
BCrcSlope

OffsetInstant
SlopeInstant

Coefficient de calibration Offset instantané
Coefficient de calibration Slope instantané

100

EXS

Mise à jour des spectres d'énergie minimale et maximale

Entrée

NomLocal

Libellé

IDefCtcNbNsSeg
MExsSmin

NbNsSeg
SpectrumCold

Nombre d'échantillons par segment de codage
Spectre atmosphérique extrême minimum mesuré (température de brillance)

MExsSmax

SpectrumHot

Spectre atmosphérique extrême maximum mesuré (température de brillance)

GSmcSpect
IDefNsfirst
IDefNslast
IDefSpectrDWn

Spectrum
Nsfirst
Nslast
DwnSpect

Spectre post calibré de niveau 1a
Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré

Sortie

NomLocal

Libellé

MExsSmin

SpectrumCold

Spectre atmosphérique extrême minimum mesuré (température de brillance)

MExsSmax

SpectrumHot

Spectre atmosphérique extrême maximum mesuré (température de brillance)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 475

of : 502

101

SHB

Surveillance du signal hors bande utile*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefFftNsFFT	NsFft	Dimension de la transformée de Fourier bord
VTecShbCollect	Collect	Dimension de la collection d'interférogrammes de vérification corps noir chaud
VTecShbDate	Date	Date des interférogrammes de la collection
VTecShbNsInterf	NsInterf	Nombre d'échantillons des Interférogrammes de la collection
VTecShbInterf	Interf	Interférogrammes de la collection
VTecShbNzpd	Nzpd	Numéros des échantillons Nzpd des interférogrammes de la collection

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
VShbSpectMean	SpectMean	Module du spectre brut moyen
VShbSpectNoise	SpectNoise	Spectre de bruit brut
VShbSpectMeanRe	SpectMeanRe	Spectre brut moyen (partie réelle)
VShbSpectNoiseRe	SpectNoiseRe	Bruit sur la partie réelle du spectre brut
VShbSpectMeanIm	SpectMeanIm	Spectre brut moyen (partie imaginaire)
VShbSpectNoiseIm	SpectNoiseIm	Bruit sur la partie imaginaire du spectre brut
VShbSMeanOffInRatio	SMeanOffInRatio	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande pour le spectre moyen
VShbSOffInRatio	SOffInRatio	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande par spectre de la collection
VShbSOffInRatioMean	SOffInRatioMean	Rapport du signal hors bande sur signal dans la bande moyenne sur la collection

105

IHB

Calcul de l'interférogramme moyen et du bruit brut*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefFftNsFFT	NsFFT	Dimension de la transformée de Fourier bord
VTechIhbCollect	Collect	Dimension de la collection d'interférogrammes
VTechIhbDate	Date	Date des interférogrammes de la collection
VTechIhbNsInterf	NsInterf	Nombre d'échantillons des Interférogrammes de la collection
VTechIhbInterf	Interf	Interférogrammes de la collection
IAttOffsetDyn	OffsetDyn	Offset des numéros de segments
IDttHFTabDigit	HFTabDigit	Table de correction HF du numériseur
IDttSlopeTabDigit	SlopeTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2
IDttOffsetTabDigit	OffsetTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2
IAttSlopeTabAnalog	SlopeTabAnalog	Table de correction BF pente
IAttOffsetTabAnalog	OffstTabAnalog	Table de correction BF offset

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
VlhbInterfMean	InterfMean	Interférogramme moyen
VlhbInterfNoise	InterfNoise	Bruit par échantillon d'interférogramme
VlhbInterfNoiseRms	InterfNoiseRms	Bruit interférogramme moyen
VlhbInterf_1000_Mean	Interf_1000_Mean	Début de l'interférogramme (1000 échantillons, y.c. les 100 premiers)
VlhbInterf_1000_Mean	Interf_1000_Mean	Bruit sur le début de l'interférogramme (1000 échantillons)

109

ISC

Co-registration sondeur-imageur



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 476

of : 502

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDeflscNsfirst1b	Nsfirst1b	Premier point du spectre 1b en entrée de ISC
IDeflscNslast1b	Nslast1b	Dernier point du spectre 1b en entrée de ISC
IDeflSSrfNsfirst	Nsfirst	Premier point du filtre spectral de l'imageur dans la base IIS
IDeflSSrfNslast	Nslast	Dernier point du filtre spectral de l'imageur dans la base IIS
IDeflSSrf	ImagFiltr	Réponse du filtre spectral de l'imageur
IDeflISLinDeb	LinDeb	Ligne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDeflISColDeb	ColDeb	Colonne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDeflISLinFin	LinFin	Ligne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDeflISColFin	ColFin	Colonne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDeflISY	IISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDeflISZ	IISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDeflISDY	IISDY	Largeur angulaire nominale des pixels de l'IIS
IDeflISDZ	IISDZ	Hauteur angulaire nominale des pixels de l'IIS
MTbdNec	Nec	Nombre d'éléments de la collection d'images inhomogènes
GlrcImage	Image	Image IASI calibrée correspondante
GS1bSpect	Spect	Spectre de niveau 1b
IDefPsfSondNbLin	NbLin	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondNbCol	NbCol	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondY	Ypsf	Coordonnées y dans le plan froid des lpsf
IDefPsfSondZ	Zpsf	Coordonnées z dans le plan froid des lpsf
IDefPsfSondWgt	Wgtpsf	Poids des points des lpsf
IDefPsfSondOverSampFactor	Osf	Facteur de sur échantillonnage des IPSF
IDeflscOffsetSondIIS	OffsetGuess	Offset caractérisé du sondeur dans le repère imageur
IDeflscDI	DI	Nombre de lignes du voisinage de recherche de co-registation
IDeflscDc	Dc	Nombre de colonnes du voisinage de recherche de co-registation
IDeflscCorrelQualCutoff	CorrelQualCutoff	Seuil de qualité de corrélation
IDeflscPosMaxCutoff	PosMaxCutoff	Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDeflSSrfDWn	DWnIISrf	Pas de description de la réponse du filtre spectral de l'imageur
IDeflSSrfNs	IISrfNs	Nombre de points de la réponse du filtre spectral de l'imageur

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
MiscOffsetSondIIS	OffsetSondIIS	Offset de co-registation sondeur-imageur
MiscCorrelQual	CorrelQual	Index de qualité de la corrélation sondeur-imageur
MiscPosMaxQual	PosMaxQual	Index de qualité de la position du maximum de corrélation
MiscFlagCoregNonQual	FlagCoregNonQual	Flag de mauvaise qualité de la co-registation sondeur-imageur
MiscFlagCoregNonValid	FlagCoregNonValid	Flag d'échec de la co-registation sondeur-imageur

11

RCI

Elaboration du flag d'intégrité des coefficients de calibration radiométrique

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IUsbNsfirst	Nsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 477

of : 502

IUsbNslast	Nslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
BCrcSlope	CalCoefInstant	Coefficient de calibration Slope instantané
BCrcOffset	CalCoefInstant	Coefficient de calibration Offset instantané
BFrcOffset	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Offset
BFrcSlope	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Slope
IDefRciCutoffSlope	CutoffCalCoef	Seuils de variation temporelle du coefficient de calibration Slope
IDefRciCutoffOffset	CutoffCalCoef	Seuils de variation temporelle du coefficient de calibration Offset

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BRciFlagNonIntegritySlope	FlagNonIntegrityCalCoef	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Slope
BRciFlagNonIntegrityOffset	FlagNonIntegrityCalCoef	Flag d'intégrité du coefficient de calibration Offset



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 478

of : 502

110

DPT

Calcul de la table des pixels-images morts*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefIISNbLin	NbLin	Nombre de lignes de l'image IASI
IDefIISNbCol	NbCol	Nombre de colonnes de l'image IASI
GlccRadCalSlopemag	RadCalSlopemag	Coefficient de calibration radiométrique Slope des images
GlccRadCalOffsetmag	RadCalOffsetmag	Coefficient de calibration radiométrique Offset des images
GlccFlagInit	FlagInit	Indicateur de réinitialisation de la calibration radiométrique de l'IIS
MDptVarImag	VarImag	Pseudo-variance de l'image espace froid
BCoilImag	ImageCS_36	Images brutes IASI
IDefDptNbCycleFilter	NbCycleFilter	Nombre de cycles de filtrage du bruit IIS dans DPT
MDptIISDeadPix	IISDeadPix	Table des pixels morts
IDefDptGainCoeffCutoff	IISGainCoeffCutoff	Perte de gain admissible par rapport à la moyenne des pixels
IDefDptIISVarianceCutoff	IISVarianceCutoff	Seuil de pseudo-variance de l'image (valeur max. admissible)
IDefDptIISInHomPixMax	IISInHomPixMax	Nombre maximum de déclarations inhomogènes pour un pixel
MDptIISInHomPix	IISInHomPix	Table des compteurs d'inhomogénéité par pixel

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
MDptIISBadHealthPix	IISBadHealthPix	Table des pixels IIS douteux
MDptIISInHomPix	IISInHomPix	Table des compteurs d'inhomogénéité par pixel
MDptVarImag	VarImag	Pseudo-variance de l'image espace froid
MDptVarImagMax	VarImagMax	Valeur maximum de la pseudo-variance dans l'image IIS
MDptVarImagMean	VarImagMean	Valeur moyenne de la pseudo-variance dans l'image IIS
MDptPixQual	PixQual	Index de qualité de l'imageur (fraction de pixels vivants)

111

MCX

Surveillance de la calibration radiométrique complexe*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefArcNbSeg	NbSeg	Nombre de segments d'analyse de la calibration radiométrique
IDefArcNbNsSeg	NbNsSeg	Nombre d'échantillons par segment
BArcImagMean	ImagMean	Valeur moyenne par plage de 100 cm ⁻¹ de la partie imaginaire
BArcImagRMS	ImagRMS	Valeur Rms par plage de 100 cm ⁻¹ de la partie imaginaire
BArcImagMeanRMS	ImagMeanRMS	Valeur Rms sur la bande de la partie imaginaire
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
GDocSpect	Spect	Spectre décodé
IDefMcxNoiseCalRadCutoff	NoiseCalRadCutoff	Seuil de bruit de calibration radiométrique
IDefMcxBiasCalRadCutoff	BiasCalRadCutoff	Seuil de biais de calibration radiométrique
IDefMcxColdSpectrum	ColdSpectrum	Radiance nominale du spectre de calibration froid (CS)
IDefMcxDphi	Dphi	Ecart de phase nominal entre les spectre de calibration CS et BB

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
MMcxNoiseCalRad	NoiseCalRad	Bruit de calibration radiométrique complexe
MMcxBiasCalRad	BiasCalRad	Biais de calibration radiométrique complexe



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 479

of : 502

MMcxFlagNoiseCalRad	FlagNoiseCalRad	Flag de dépassement de seuil du bruit de calibration radiométrique
MMcxFlagBiasCalRad	FlagBiasCalRad	Flag de dépassement de seuil du biais de calibration radiométrique
MMcxCoeffCalRad	CoefCalRad	Coefficient d'erreur de calibration radiométrique

12 FRC Filtrage des coefficients de calibration radiométrique

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IUsbNsfirst	Nsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
IUsbNslast	Nslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
BCrcSlope	CalCoefInstant	Coefficient de calibration Slope instantané
BFrcOffset	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Offset
BFrcSlope	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Slope
BCrcOffset	CalCoefInstant	Coefficient de calibration Offset instantané
IDefFrcNbCycleFilterOffset	NbCycleFilterCalCoef	Nombre de cycles de filtrage des offsets
IDefFrcNbCycleFilterSlope	NbCycleFilterCalCoef	Nombre de cycles de filtrage des gains

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BFrcSlope	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Slope
BFrcOffset	CalCoefFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Offset

122 SCO Surveillance de la validité des seuils de détection de spikes

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSpikCutoffCF	CutoffCF	Seuil de détection frange centrale
IDefSpikCutoffCFO	CutoffCFO	Seuil de détection hors frange centrale
IDefScoSpikCutoffCFProxi	CutoffCFProxi	Seuil de proximité au cutoff dans la frange centrale
IDefScoSpikCutoffCFOProxi	CutoffCFOProxi	Seuil de proximité au cutoff hors de la frange centrale
IDefMzqNsfirstSpikCF	NsfirstSpikCF	Début de région attribuée à la frange centrale
IDefMzqNslastSpikCF	NslastSpikCF	Fin de région attribuée à la frange centrale
VSpkFilteredCFInterf	FilteredCFInterf	Réponse du filtre de spike dans la frange centrale
VSpkFilteredCFOInterf	FilteredCFOInterf	Réponse du filtre de spike hors de la frange centrale

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
MScoFlagSpikCutoffCF	FlagCutoffCF	Flag de proximité au cutoff dans la frange centrale
MScoFlagSpikCutoffCFO	FlagCutoffCFO	Flag de proximité au cutoff hors de la frange centrale
MScoFlagNsfirstCF	FlagNsfirstCF	Flag de mauvaise position du début de frange centrale
MScoFlagNslastCF	FlagNslastCF	Flag de mauvaise position de la fin de frange centrale

13 ARC Calibration radiométrique

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IUsbNsfirst	Nsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
IUsbNslast	Nslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
BFrcSlope	SlopeFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Slope
BFrcOffset	OffsetFiltered	Coefficient de calibration complexe filtré Offset
BFftSpect	Spect	Spectre complexe après transformée de Fourier de l'interférogramme



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 480

of : 502

IDefArcNbSeg

NbSeg

Nombre de segments d'analyse de la calibration
radiométrique

IDefArcImagMeanRMSCutoff

ImagMeanRMSCutoff

Seuil de qualité de la calibration radiométrique complexe

Sortie

NomLocal

Libellé

BArcSpect

Spect

Spectre calibré réel

BArcImagMean

ImagMean

Valeur moyenne par plage de 100 cm⁻¹ de la partie
imaginaire

BArcImagRMS

ImagRMS

Valeur Rms par plage de 100 cm⁻¹ de la partie imaginaire

BArcImagMeanRMS

ImagMeanRMS

Valeur Rms sur la bande de la partie imaginaire

BArcFlagCalSpectNonQual

FlagCalSpectNonQual

Flag de qualité de la calibration radiométrique complexe



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 481

of : 502

14

MRG

Combinaison des bandes spectrales*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IUsbNsfirst	Nsfirstb1	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
IUsbNslast	Nslastb3	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
IOsbNsfirstMb1b2	NsfirstMb1b2	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b1 et b2
IOsbNslastMb1b2	NslastMb1b2	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b1 et b2
IOsbNsfirstMb2b3	NsfirstMb2b3	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b2 et b3
IOsbNslastMb2b3	NslastMb2b3	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b2 et b3
IOsbWgtMb1b2	WgtMb1b2	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b1 et b2
IOsbWgtMb2b3	WgtMb2b3	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b2 et b3
BArcSpect	Spectb1	Spectre calibré réel
BArcSpect	Spectb2	Spectre calibré réel
BArcSpect	Spectb3	Spectre calibré réel

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
BMrgSpect	SpectOut	Spectre recombéné
BMrgOverLapend	OverlapEndb1	Spectre de fin de bande b1 et b2 dans la zone de recouvrement
BMrgOverLapbeg	OverlapBegb2	Spectre de début de bande b2 et b3 dans la zone de recouvrement
BMrgOverLapend	OverlapEndb2	Spectre de fin de bande b1 et b2 dans la zone de recouvrement
BMrgOverLapbeg	OverlapBegb3	Spectre de début de bande b2 et b3 dans la zone de recouvrement

15

COD

Codage des spectres*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ICtcNbSeg	NbSeg	Nombre de plages spectrales
IDefCtcNbNsSeg	NbNsSeg	Nombre d'échantillons par segment de codage
IUsbNsfirst	NsegfirstNsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
ICtcTabScale	TabScale	Facteur d'échelle par plage
ICtcTabScaleM	TabScaleM	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. linéaire)
ICtcTabScaleC	TabScaleC	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. constant)
ICtcTabOffsetM	TabOffsetM	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. linéaire)
ICtcTabOffsetC	TabOffsetC	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. constant)
ICtcTabOffset	TabOffset	Offset par plage
ICtcTabNbBit	TabNbBit	Nombre de bits à transmettre par plage
IUsbNsfirst	Nsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
IUsbNslast	Nslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
BMrgSpect	SpectIn	Spectre recombéné
IDefCodNbBitMax	CodNbBitMax	Nombre de bits maximum générés par le spectre

Sortie



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 482

of : 502

NomLocal

Libellé

BCodSpect

SpectOut

Spectre codé (flot continu de bits)

BCodFlagFlood

FlagFlood

Flag de débordement du champ de bits alloué au spectre

20

DOC

Décodage des spectres

Entrée

NomLocal

Libellé

ICtcNbSeg

NbSeg

Nombre de plages spectrales

IDefCtcNbNsSeg

NbNsSeg

Nombre d'échantillons par segment de codage

IDefNsegNsfirst

NsegfirstNsfirst

Numéro du premier échantillon de la première plage de codage

ICtcTabScale

TabScale

Facteur d'échelle par plage

ICtcTabScaleM

TabScaleM

Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. linéaire)

ICtcTabScaleC

TabScaleC

Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. constant)

ICtcTabOffsetM

TabOffsetM

Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. linéaire)

ICtcTabOffsetC

TabOffsetC

Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. constant)

ICtcTabOffset

TabOffset

Offset par plage

ICtcTabNbBit

TabNbBit

Nombre de bits à transmettre par plage

IDefSsdNsfirstSW

Nsfirst

Premier point de la fenêtre spectrale

IDefNsfirst

Nsfirst

Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefSsdNsfirstSW

Nsfirst

Premier point de la fenêtre spectrale

IDefNsfirst

Nsfirst

Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsfirst

Nsfirst

Premier point de la fenêtre spectrale

BCodSpect

CodSpect

Spectre codé (flot continu de bits)

Sortie

NomLocal

Libellé

GDocSpect

Spect

Spectre décodé

GDocNbUnderFlow

NbUnderFlow

Nombre d'underflow au décodage

GDocPosUnderFlow

PosUnderFlow

Position des underflow au décodage (buffer de trois position)

GDocNbOverFlow

NbOverFlow

Nombre d'overflow au décodage

GDocPosOverFlow

PosOverFlow

Position des overflow au décodage (buffer de trois positions)

GDocFlagUnderOverFlow

FlagUnderOverFlow

Flag de présence d'under ou d'overflow



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 483

of : 502

21

SSS

Sélection des déterminations des décalages spectraux*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
CCD	CCD	Direction du mouvement du coin de cube courante
BIMSCornerCubeDirection	Scd	Directions du déplacement du coin de cube
GSsdWnShift	WnShift	Décalage spectral calculé pour la fenêtre spectrale
GSsdWnShiftQual	WnShiftQual	Index de qualité du décalage spectral calculé
GSsdFlagSpectralShiftNonQual	FlagNonQual	Flag de qualité de détermination du shift spectral
IDefSssWnShiftMin	WnShiftMin	Minimum admissible du décalage spectral
IDefSssWnShiftMax	WnShiftMax	Maximum admissible du décalage spectral
IDefPsfSondNbLin	NbLin	Nombre de points de description des Ipsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondNbCol	NbCol	Nombre de points de description des Ipsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondY	YPsf	Coordonnées y dans le plan froid des Ipsf
IDefPsfSondZ	ZPsf	Coordonnées z dans le plan froid des Ipsf
IDefPsfSondWgt	WgtPsf	Poids des points des Ipsf
IDefPsfSondOverSampFactor	OsF	Facteur de sur échantillonnage des IPSF
IDefIISLinDeb	LinDeb	Ligne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDefIISColDeb	ColDeb	Colonne de début du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDefIISLinFin	LinFin	Ligne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDefIISColFin	ColFin	Colonne de fin du domaine restreint IIS contenant l'ipf
IDefIISY	IISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISZ	IISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISDY	IISDY	Largeur angulaire nominale des pixels de l'IIS
IDefIISDZ	IISDZ	Hauteur angulaire nominale des pixels de l'IIS
IDefIISRot	IISRot	Rotation entre les repères R_IIS et nominal instrument IASI R_I
IDefOffsetSondIISModel	OffsetSondIISModel	Paramètres du modèle d'évolution orbital de l'offset Sondeur-IIS
GEPSDatIasi	t	Datation des mesures de IASI
GEPSEndEclipseTime	t_FE	Date de fin de l'éclipse précédent la ligne courante
IDefMETOPOrbitPeriod	Period	Période orbitale nominale de METOP (période nodale)
IDefSssStdImagCutoff	ImagStdCutoff	Seuil d'homogénéité intra-pixel
Glrclmage	Imag	Image IASI calibrée correspondante

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GSssWnShiftMean	WnShiftMean	Décalage spectral moyen pour un pixel sur une ligne
GSssFlagNonSelPix	FlagNonSel	Flag de non sélection du pixel
GSssWnShiftMeanQual	WnShiftMeanQual	Index de qualité du décalage spectral moyen pour un pixel sur une ligne
GSssFlagDateNOK	FlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 484

of : 502

22

SOS

Suréchantillonnage d'un spectre

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IWnpNsFFT	NsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le calcul des shifts spectraux
IDefS1bNsFFT	NsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le sur échantillonnage de 1a
IDefS1bOSFftFactor	OSFftFactor	Facteur de sur échantillonnage par TF
IDefSsdOSFftFactor	OSFftFactor	Facteur de sur échantillonnage par TF
IDefS1bOSSplineFactor	OSSplineFactor	Facteur de sur échantillonnage par interpolation spline
IDefSsdOSSplineFactor	OSSplineFactor	Facteur de sur échantillonnage par interpolation spline
IDefSsdSigS	SigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités du spectre
IDefS1bSigS	SigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités du spectre
IDefS1bSigI	SigI	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme
IDefSsdSigI	SigI	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefSsdNsfirstSW	Nsfirst	Premier point de la fenêtre spectrale
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefSsdNslastSW	Nslast	Dernier point de la fenêtre spectrale
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
GDocSpect	Spect	Spectre décodé
GSmcSpect	Spect	Spectre post calibré de niveau 1a

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GSosSsdOSFactor	OSFactor	Facteur de sur échantillonnage de la fenêtre spectrale
GS1aOSFactor	OSFactor	Facteur de sur échantillonnage du spectre de niveau 1a
GSosSsdOSNsfirstSpect	OSNsfirst	Premier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GS1aOSNsfirst	OSNsfirst	Premier échantillon du spectre 1a sur échantillonné
GS1aOSNslast	OSNslast	Dernier échantillon du spectre 1a sur échantillonné
GSosSsdOSNslastSpect	OSNslast	Dernier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GSosSsdDWnOSSpect	DWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné
GS1aDWnOSSpect	DWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné
GS1aOSSpect	OSSpect	Spectre de niveau 1a sur échantillonné
GSosSsdOSSpect	OSSpect	Fenêtre spectrale sur échantillonnée



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 485

of : 502

23

SSD

Détermination des décalages spectraux

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IWnpDWnSWref	DWnSWref	Espacement entre 2 transitions au centre de la fenêtre spectrale
IWnpWnSWref	WnSWref	Nombre d'onde représentatif de la fenêtre spectrale
IWnpNsSSR	NsSSR	Nombre d'échantillons entre 2 transitions
IWnpNsSW	NsSW	Nombre d'échantillons de la fenêtre spectrale
IWnpWnSW	WnSW	Positions spectrales des échantillons de la fenêtre périodisée
IWnpNsFFT	NsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le calcul des shifts spectraux
IWnpModulNat	ModulNat	Module des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale
IWnpPhaseNat	PhaseNat	Phase naturelle des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale
IDefSsdNhar	Nhar	Numéro de l'harmonique du peigne de raies utilisée
IDefWnpSign	Sign	Signe d'absorption/émission du spectre de raies
IDefSsdNltera	Nltera	Nombre d'itérations pour la détermination de la phase
IDefWnpSigG	SigG	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement de la fenêtre spectrale
IDefSsdModulCutoff	ModulCutoff	Seuil de validité du module de l'harmonique utilisée
GSosSsdOSNsfirstSpect	Nsfirst	Premier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GSosSsdOSNslastSpect	Nslast	Dernier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GSosSsdDWnOSSpect	DWnSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné
GSosSsdOSSpect	Spect	Fenêtre spectrale sur échantillonnée
IDefSsdConverCutoff	ConverCutoff	Seuil de convergence du calcul de la phase

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GSsdWnShift	WnShift	Décalage spectral calculé pour la fenêtre spectrale
GSsdFlagSpectralShiftNonQual	FlagNonQual	Flag de qualité de détermination du shift spectral
GSsdWnShiftQual	WnShiftQual	Index de qualité du décalage spectral calculé
GSsdConverFlag	ConverFlag	Flag de convergence de l'algo de calcul des shifts spectraux



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 486

of : 502

24

IAX

Détermination de l'axe interférométrique instantané*Entrée*IDefPdsPix
GSsWnShiftMean
GSsFlagNonSelPix
IDefSdbGridNbLin

IDefSdbGridNbCol

IDefSdbGridY
ISdbGridWnShift
IDefSdbGridZ*Sortie*GlaxAxeY
GlaxAxeZ
GlaxFlagAxeNonQualGlaxAxeQual
GlaxAxeRes*NomLocal*PdsPix
WnShiftMean
FlagNonSel
NbLin

NbCol

GridY
GridWnShift
GridZ*NomLocal*AxeYInstant
AxeZInstant
FlagAxeNonQualAxeQual
AxeRes*Libellé*Poids affectés aux pixels dans la calibration spectrale
Décalage spectral moyen pour un pixel sur une ligne
Flag de non sélection du pixel
Nombre de lignes de la grille des positions de l'axe interférométrique
Nombre de colonnes de la grille des positions de l'axe interférométrique
Coordonnées angulaires des points de la grille selon Y
Décalages spectraux calculés aux points de grille
Coordonnées angulaires des points de la grille selon Z

25

FAX

Détermination de la position de l'axe interférométrique filtré*Entrée*GEPSGranuleSize
IDefFaxFLS
GlaxAxeY
GlaxAxeZ
GlaxAxeQual
GlaxFlagAxeNonQualIDefFaxT0
IDefFaxRegressDegre
IDefFaxRegressRmsCutoff*Sortie*GFaxAxeY
GFaxAxeZ
GFaxFlagAxeNonQual

GFaxAxeRes

*NomLocal*ILS
FLS
AxeYInstant
AxeZInstant
AxeQual
FlagAxeNonQualt0
Ndeg
CutoffRms*NomLocal*AxeYFiltered
AxeZFiltered
FlagAxeNonQual

AxeRes

*Libellé*Nombre de lignes du granule courant
Nombre de lignes nécessaires au filtrage temporel
Coordonnées y de l'axe interférométrique instantané
Coordonnées z de l'axe interférométrique instantané
Index de qualité de la position de l'axe interférométrique
Flag de qualité de la détermination de l'axe interférométrique
Durée d'oubli du filtrage de l'axe interférométrique
Degré du polynôme de régression
Seuil de la valeur Rms de la régression*Libellé*Coordonnées y filtrée de l'axe interférométrique
Coordonnées z filtrée de l'axe interférométrique
Flag de qualité de la position filtrée de l'axe interférométrique
Index de qualité du filtrage de l'axe interférométrique



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 487

of : 502

30

FTB

Filtrage de la température du corps noir interne (BB)

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GEPSGranuleSize	ILS	Nombre de lignes du granule courant
IDefFtbFLS	FLS	Nombre de lignes nécessaires au filtrage temporel de la température du Black Body
BIMSBBT	BIMSBBT	Température du corps noir chaud
GOPSFtBBTMiss	BBTMissing	Flag cas dégradé : Température du Black Body manquante
IDefFtbT0	t0	Durée d'oubli du filtrage de la température du Black Body
IDefFtbRegressDegre	Ndeg	Degré du polynôme de régression de la température du Black Body
IDefFtbRegressRmsCutoff	CutoffRms	Seuil de la valeur Rms de la régression de la température du Black Body

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GFtbFilteredBBT	FilteredBBT	Température filtrée du Black Body
GFtbFlagBBTNonQual	FlagBBTNonQual	Flag de qualité de la température du Black Body
GFtbBBTRes	BBTRes	Index de qualité du filtrage de la température du Black Body

305

MUW

Surveillance du début d'interférogramme

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
VDcoRawInterf	Interf	Interférogramme de vérification
IDefMuwNsUsedInterfSamples	NsUsed	Nombre d'échantillons utilisés au début de l'interférogramme
IDefMuwMV	MV	Position nominale de la ligne de base (actuelle 0)
IDefMuwOffsetFactor	OffsetFactor	Facteur sur l'offset ligne de base admissible

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
HMuwFlagOffsetMVNonValid	FlagOffsetMVNonValid	Flag de non validité de la compensation de la ligne de base



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 488

of : 502

31

SCR

**Calibration spectrale du coefficient de calibration
radiométrique***Entrée*IDefNsfirst
IDefNslast
IDefSpectrDWn
IDefSafNsfirst
IDefSafNslast
IDefSafDWn
GlsfFcsGDocSpect
GPlkPlanckBBT*Sortie*

GScrSpect

GScrB1

*NomLocal*Nsfirst
Nslast
DWnSpect
NsfirstFcsTab
NslastFcsTab
DWnFcsTab
FcsTabSpect
PlanckBBT*NomLocal*

Spect

B1

*Libellé*Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau
1a
Spectre décodé
Spectre de la fonction de Planck à la température BBT*Libellé*Spectre corrigé avec calibration spectrale du coefficient
de calibration radiométrique
Fonction de Planck calibrée à la température du corps noir

32

HEC

Correction d'émissivité du corps noir chaud*Entrée*GFtbFilteredBBT
GScrB1
IDefBBEmissivity
IDefBBNbRrsIDefHecTRrsModel
GEPsDatlasi
GEPSEndEclipseTime
IDefMETOPOrbitPeriod
IDefBBRRsIDefNsfirst
IDefNslast
IDefSpectrDWn
GScrSpectIDefSafNsfirst
IDefSafNslast
IDefSafDWn
GlsfFcs*Sortie*GHecBbb
GHecSpect
GHecFLagDateNOK*NomLocal*BBT
B1
BBEmissivity
NbRrsTRrsModel
t
t_FE
Period
RRrsNsfirst
Nslast
DWnSpect
SpectNsfirstFcsTab
NslastFcsTab
DWnFcsTab
FcsTab*Libellé*Température filtrée du Black Body
Fonction de Planck calibrée à la température du corps noir
Emissivité du corps noir chaud
Nombre de surfaces radiatives vues par le corps noir
chaud
Modèle de température des surfaces radiatives
Datation des mesures de IASI
Date de fin de l'éclipse précédant la ligne courante
Période orbitale nominale de METOP (période nodale)
Fraction d'émission des surfaces radiatives vues par le
corps noir
Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
Spectre corrigé avec calibration spectrale du coefficient
de calibration radiométrique
Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau
1a*Libellé*Radiances du corps noir corrigé de l'émissivité
Spectre corrigé de l'émissivité du corps noir chaud
Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node (Hec)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 489

of : 502

33 SME Estimation de la température du miroir de balayage

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSmeTScanModel	TScanModel	Modèle de température du miroir de balayage
GEPSDatIasi	t	Datation des mesures de IASI
GEPSEndEclipseTime	t_FE	Date de fin de l'éclipse précédent la ligne courante
IDefMETOPOrbitPeriod	Period	Période orbitale nominale de METOP (période nodale)

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GSmeFlagDateNOK	FlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc. Node (Sme)
GSmeTScan	TScan	Température estimée du miroir de balayage

34 SMC Correction angulaire de réflectivité et de polarisation du miroir de balayage

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ISmaRew	Rew	Réflectivité du scan visées terre
ISmaRbb	Rbb	Réflectivité du scan visées corps noir chaud
ISmaRcs	Rcs	Réflectivité du scan visées espace froid
GSmeTScan	TScan	Température estimée du miroir de balayage
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDefSafNsfirst	NsfirstFcsTab	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
IDefSafNslast	NslastFcsTab	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
IDefSafDWn	DWnFcsTab	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
GlSfFcs	FcsTab	Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau 1a
GHeSpect	Spect	Spectre corrigé de l'émissivité du corps noir chaud
GHeBbb	Bbb	Radiances du corps noir corrigé de l'émissivité

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GSmcSpect	Spect	Spectre post calibré de niveau 1a



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 490

of : 502

35

S1B

Ré-échantillonnage du spectre

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSpectNsfirst1b	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de niveau 1b
IDefSpectNslast1b	Nslast	Dernier échantillon du spectre de niveau 1b
IDefSpectDWn1b	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
GS1aOSNsfirst	OSNsfirst	Premier échantillon du spectre 1a sur échantillonné
GS1aOSNslast	OSNslast	Dernier échantillon du spectre 1a sur échantillonné
GS1aDWnOSSpect	DWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné
GS1aOSSpect	OSSpect	Spectre de niveau 1a sur échantillonné
IDefSafNsfirst	NsfirstFcsTab	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
IDefSafNslast	NslastFcsTab	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
IDefSafDWn	DWnFcsTab	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
GlsfFcs	FcsTab	Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau 1a

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GS1bSpect	Spect	Spectre de niveau 1b

37

S1C

Apodisation du spectre

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefS1cSigS	SigS	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement des extrémités de l'interférogramme apodisé
IDefS1cNbSWwidth	NbSWwidth	Demi-largeur des fenêtres d'apodisation
IDefSafNsfirst	NsfirstAfTab	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
IDefSafNslast	NslastAfTab	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
IDefSafDWn	DWnAfTab	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
GlsfAf	Af	Fonctions d'apodisation des spectres de niveau 1b
IDefSpectNsfirst1b	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de niveau 1b
IDefSpectNslast1b	Nslast	Dernier échantillon du spectre de niveau 1b
IDefSpectDWn1b	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
GS1bSpect	Spect1b	Spectre de niveau 1b

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GS1cSpect	Spect1c	Spectre de niveau 1c



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 491

of : 502

38

ICC

Calcul des coefficients de calibration radiométrique des images

Entrée

GFtbFilteredBBT
IDefIISSrfNsfirst
IDefIISSrfNslast
IDefIISSrfDWn

IDefIISSrf
IDefIISNbLin
IDefIISNbCol
BCoilmag
BCoilmag
BCoilmag
BCoilmag
BIISEqualCount
BIISEqualCount
IDefDptIISDeadPix
GlccRadCalOffsetImag

GlccRadCalSlopeImag
IDefIISNbCycle

GOPSFIaIISCalibMiss

NomLocal

BBT
Nsfirst
Nslast
DWnFilter

ImagFilter
NbLin
NbCol
ImageCS_35
ImageCS_36
ImageBB_32
ImageBB_33
EqualCount
EqualCountOld
IISDeadPix
RadCalOffsetImag

RadCalSlopeImag
NbCycleFilterCalCoeff

FlagIISCalibMiss

Libellé

Température du corps noir chaud
Premier point du filtre spectral de l'imageur
Dernier point du filtre spectral de l'imageur
Pas de description de la réponse du filtre spectral de l'imageur
Réponse du filtre spectral de l'imageur
Nombre de lignes de l'image IASI
Nombre de colonnes de l'image IASI
Images brutes IASI
Images brutes IASI
Images brutes IASI
Images brutes IASI
IIS Equalisation Counter
IIS Equalisation Counter
Pixels morts de l'imageur
Coefficient de calibration radiométrique Offset des images
Coefficient de calibration radiométrique Slope des images
Nombre de cycles de filtrage des coefficients de calibration radiométrique de l'IIS
Tableau pour indiquer à ICC_38 les images de calibration dispon.

Sortie

GlccRadCalOffsetImag

GlccRadCalSlopeImag
GlccFlagInit

NomLocal

RadCalOffsetImag

RadCalSlopeImag
FlagInit

Libellé

Coefficient de calibration radiométrique Offset des images

Coefficient de calibration radiométrique Slope des images
Indicateur de réinitialisation de la calibration radiométrique de l'IIS

39

IRC

Calibration radiométrique des images

Entrée

GlccRadCalOffsetImag

GlccRadCalSlopeImag
IDefIISNbLin
IDefIISNbCol
IDefDptIISDeadPix
BCoilmag

Sortie

GlrcImage

NomLocal

RadCalOffsetImag

RadCalSlopeImag
NbLin
NbCol
IISDeadPix
Image

Libellé

Coefficient de calibration radiométrique Offset des images
Coefficient de calibration radiométrique Slope des images
Nombre de lignes de l'image IASI
Nombre de colonnes de l'image IASI
Pixels morts de l'imageur
Images brutes IASI

NomLocal

Image

Libellé

Image IASI calibrée correspondante



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 492

of : 502

40

IAC

Co-registration imageur-AVHRR

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GEPSDatIasi	IasiTime	Datation des mesures de IASI
IDefIASIScanAngle	ScanAngle	Angles de visées du miroir de balayage
IDefIASIMETOPMatRot	MatRot	Matrice de rotation du repère IASI nominal instrument vers le repère METOP
IDefIISNbLin	MI	Nombre de lignes de l'image IASI
IDefIISNbCol	Mc	Nombre de colonnes de l'image IASI
IDefIISY	IISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISZ	IISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISRot	IISRot	Rotation entre les repères R_IIS et nominal instrument IASI R_I
GlrcImage	Z	Image IASI calibrée correspondante
AvhrrImage	Y	Images AVHRR calibrées
IDefAvhrrSubGridDI	SGdl	Incrément en ligne pour le sous-échantillonnage Avhrr
IDefAvhrrSubGridDc	SGdc	Incrément en colonne pour le sous-échantillonnage Avhrr
IDefIISAVHRROffsetGuess	OffsetGuess	Offset prévu entre l'IIS et L'AVHRR
IDefIacDLin	DI	Voisinage de recherche de la co-registration en lignes
IDefIacDCol	Dc	Voisinage de recherche de la co-registration en colonnes
IDefIacCorrelCutoff	CorrelCutoff	Seuil de qualité du maximum de corrélation
IDefIacPosMaxCutoff	PosMaxCutoff	Seuil de qualité de la position du maximum de corrélation
IDefDptIISDeadPix	IISDeadPix	Pixels morts de l'imageur

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GlacOffsetIISAvhrr	OffsetIISAvhrr	Offset de coregistration imageur IASI imageur AVHRR
GCcsOffsetSondIIS	OffsetSondIIS	Offset Sondeur-IIS courant
GlacCorrelQual	CorrelQual	Index de qualité de la corrélation
GlacPosMaxQual	PosMaxQual	Index de qualité de la position du maximum de la corrélation
GlacFlagCoregNonQual	FlagCoregNonQual	Flag de qualité de coregistration imageurs IASI/AVHRR
GlacFlagCoregNonValid	FlagCoregNonValid	Flag de défaut de coregistration imageurs IASI/AVHRR
GlacVarImagIIS	VarImagIIS	Variance de l'image IIS
GlacAvgImagIIS	AvgImagIIS	Moyenne de l'image IIS



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 493

of : 502

41

CCS

Analyse des radiances dans les FOVs sondeur

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GEPSDatIasi	IasiTime	Datation des mesures de IASI
IDefIASIScanAngle	ScanAngle	Angles de visées du miroir de balayage
IDefIASIMETOPMatRot	MatRot	Matrice de rotation du repère IASI nominal instrument vers le repère METOP
IDefPsfSondNbLin	NbLin	Nombre de points de description des Ipsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondNbCol	NbCol	Nombre de points de description des Ipsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondY	YPsf	Coordonnées y dans le plan froid des Ipsf
IDefPsfSondZ	ZPsf	Coordonnées z dans le plan froid des Ipsf
IDefPsfSondWgt	WgtPsf	Poids des points des Ipsf
IDefPsfSondOverSampFactor	OsF	Facteur de sur échantillonnage des IPSF
IDefOffsetSondIISModel	OffsetSondIISModel	Paramètres du modèle d'évolution orbital de l'offset Sondeur-IIS
GEPSEndEclipseTime	t_FE	Date de fin de l'éclipse précédant la ligne courante
IDefMETOPOrbitPeriod	Period	Période orbitale nominale de METOP (période nodale)
GlacOffsetIISAvhrr	OffsetIISAvhrr	Offset de coregistration imageur IASI imageur AVHRR
IDefCcsMode	Mode	Mode de traitement (nominal : Avhrr, dégradé : IIS)
AvhrrImage	Avhrr	Images AVHRR calibrées
GEPSAvhrrLinDeb	LinDeb	Ligne de début de l'image Avhrr
GEPSAvhrrLinFin	LinFin	Ligne de fin de l'image Avhrr
GEPSAvhrrColDeb	ColDeb	Colonne de début de l'image Avhrr
GEPSAvhrrColFin	ColFin	Colonne de fin de l'image Avhrr
GEPSAvhrrChannelState	ChannelState	Vecteur d'état des canaux AVHRR de niveaux 1b disponibles
IDefAvhrrSubGridDI	dI	Incrément en ligne pour le sous-échantillonnage Avhrr
IDefAvhrrSubGridDc	dc	Incrément en colonne pour le sous-échantillonnage Avhrr
GirclImage	IIS	Image IASI IIS calibrée
IDefIISNbLin	MI	Nombre de lignes de l'image IASI
IDefIISNbCol	Mc	Nombre de colonnes de l'image IASI
IDefIISY	IISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISZ	IISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISDY	DY	Largeur angulaire nominale des pixels de l'IIS
IDefIISDZ	DZ	Hauteur angulaire nominale des pixels de l'IIS
IDefIISRot	IISRot	Rotation entre les repères R_IIS et nominal instrument IASI R_I
IDefCcsImgcILinMax	IMgcClassifiedLinMax	Nombre maximum de lignes de l'image classifiée
IDefCcsImgcIColMax	IMgcClassifiedColMax	Nombre maximum de colonnes de l'image classifiée
IDefDptIISDeadPix	IISDeadPix	Table des pixels morts de l'imageur IASI
IDefCcsNbClusMax	NbClusMax	Nombre de clusters maximum
IDefCcsNbIterMax	NbIterMax	Nombre d'itérations maximum
IDefCcsIterConvCutoff	IterConvCutoff	Seuil de convergence
IDefCcsSplitCutoff	SplitCutoff	Seuil d'éclatement des clusters
IDefCcsGlueCutoff	GlueCutoff	Seuil de coalescence des clusters
IDefCcsDistAgloInit	DistAgloInit	Valeur initiale de la distance d'agglomération des clusters
IDefCcsMinIterNCCutoff	MinIterNCCutoff	Nb d'itérations min pour le calcul du seuil des non classés
IDefCcsNbNonClassifMax	NbNonClassifMax	Nombre maximum de points non classifiés
IDefCcsDistMax	DistMax	Distance maximum interclasse
IDefCcsDimClassSpace	DimClassSpace	Nombre de canaux AVHRR utilisés pour la classification
IDefCcsChannelId	ChannelId	Identificateurs des canaux AVHRR utilisés dans la classification
IDefCcsSortingChannel	SortingChannel	Canal AVHRR de rangement des classes de radiance



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 494

of : 502

IDefCcsRadToTb

RadToTb

Index de transformation des radiances en température de brillance

IDefCcsChannelNoise

ChannelNoise

Bruit des canaux AVHRR

IDefCcsChannelWn

ChannelWn

Nombre d'ondes des canaux AVHRR

IDefCcsChannelWgt

ChannelWgt

Poids des canaux

IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff

IDefEUMAvhrrCldErrorCutoff

Seuil de comptage des erreurs AVHRR

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GCcsOffsetSondAvhrr	OffsetSondAvhrr	Offset de coregistration sondeur IASI-imageur AVHRR
GCcsOffsetSondIIS	OffsetSondIIS	Offset Sondeur-IIS courant
GCcsImageClassified	ImageClassified	Image classifiée
GCcsImageClassifiedNbLin	ImageClassifiedNbLin	Nombre de lignes de l'image classée
GCcsImageClassifiedNbCol	ImageClassifiedNbCol	Nombre de colonnes de l'image classée
GCcsImageClassifiedFirstLin	ImageClassifiedFirstLin	Première ligne de l'image classée (Numérotée dans le raster Avhrr)
GCcsImageClassifiedFirstCol	ImageClassifiedFirstCol	Première colonne de l'image classée (Numéro dans le raster Avhrr)
GEPSConfAvhrrChannel	ConfAvhrrChannel	Indicateur d'état des canaux Avhrr
GCcsRadAnalType	RadAnalType	Indicateur des classes extrêmes (pures)
GCcsRadAnalNbClass	NbClass	Nombre de classes dans les FOVs sondeur
GCcsRadAnalMean	RadAnalMean	Valeur moyenne des radiances des classes dans les FOVs sondeur
GCcsRadAnalStd	RadAnalStd	Ecart type des radiances dans des classes dans les FOVs sondeur
GCcsRadAnalY	RadAnalY	Coordonnées angulaires des centres de gravité des classes dans les FOVs sondeur
GCcsRadAnalZ	RadAnalZ	Coordonnées angulaires des centres de gravité des classes dans les FOVs sondeur
GCcsRadAnalWgt	RadAnalWgt	Fraction d'occupation des classes dans les FOVs sondeur
GCcsFlagPostProcessing	FlagPostProcessing	Indicateur d'activation de la réduction du nombre de classes
GCcsNonClassifRate	NonClassifRate	Taux de points non classés
GCcsVarianceRate	VarianceRate	Variance normalisée (1σ) de l'image classée
GCcsFlagDateNOK	FlagDateNOK	Flag indicateur d'incohérence date courante / date asc.
GEUMAvhrr1BCldFrac	GEUMAvhrr1BCldFrac	Node (CCS)
GEUMAvhrr1BLandFrac	GEUMAvhrr1BLandFrac	Fraction nuageuse dans les pixels IASI
GEUMAvhrr1BQual	GEUMAvhrr1BQual	Fraction côte/terre dans les pixels IASI
		Indice de qualité des fractions

42

PCH

Construction des pseudos canaux IASI-AVHRR

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GCcsRadAnalNbClass	RadAnalNbClass	Nombre de classes dans le pixel
GCcsRadAnalMean	RadAnalMean	Radiances moyennes AVHRR classées
GCcsRadAnalWgt	RadAnalWgt	Poids des classes dans le pixel
IDefSpectNsfirst1b	IDefNsfirst	Numéro du premier échantillon du spectre
IDefSpectNs1ast1b	IDefNs1ast	Numéro du dernier échantillon du spectre
IDefSpectDWn1b	DWnSpect	Largeur spectrale d'un échantillon spectral
GS1cSpect	S1C	Spectre IASI de niveau 1C
IDefAvhrrNsfirst	AvhrrNsfirst(1 et 2)	Numéro du premier échantillon des filtres AVHRR 4 et 5
IDefAvhrrNs1ast	AvhrrNs1ast(1 et 2)	Numéro du dernier échantillon des filtres AVHRR 4 et 5
IDefAvhrrWgt	AvhrrWgt(1 et 2)	Filtres AVHRR 4 et 5

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GPchAvhrrPseudoChn	AvhrrPseudoChn	Pseudo canaux par pixel et par sous cycle (1=AVHRR4 like IASI, 2=AVHRR5 like IASI, 3=IASI like AVHRR4, 4=IASI like AVHRR5)



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 495

of : 502

43

ISF

Calcul par interpolation des fonctions de calibration spectrales

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSdbGridNbLin	NbLin	Nombre de lignes de la grille des positions de l'axe interférométrique
IDefSdbGridNbCol	NbCol	Nombre de colonnes de la grille des positions de l'axe interférométrique
IDefSdbGridY	GridY	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Y
IDefSdbGridZ	GridZ	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Z
IDefSafNsfirst	NsfirstSpectralTab	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
IDefSafNslast	NslastSpectralTab	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
IDefSafDWn	DWnSpectralTab	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
IDefSafNsOpd	NsOpd	Nombre de points de discrétisation de l'Opd
IDefSafOpdMax	OpdMax	Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation
ISclFcs	FcsTab	Fonctions de calibration spectrales de la banque de données spectrales
ICafAf	AfTab	Fonctions d'apodisation de la banque de données spectrales
GFaxAxeY	AxeY	Coordonnées y filtrée de l'axe interférométrique
GFaxAxeZ	AxeZ	Coordonnées z filtrée de l'axe interférométrique
IDefS1cNbSWwidth	NbSWwidth	Demi-largeur des fenêtres d'apodisation
IDefS1cNsErase	NsErase	Nombre d'échantillons mis à 0 dans la fonction d'apodisation

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GlsfLinOrigin	LinOrigin	Origine en ligne de grille de l'interpolation dans la banque de données spectrales
GlsfColOrigin	ColOrigin	Origine en colonne de grille de l'interpolation dans la banque de données spectrales
GlsfPds1	Pds1	Poids du point 1 de l'interpolation
GlsfPds2	Pds2	Poids du point 2 de l'interpolation



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 496

of : 502

GlsfPds3	Pds3	Poids du point 3 de l'interpolation
GlsfPds4	Pds4	Poids du point 4 de l'interpolation
GlsfFlagPdsNonValid	FlagPdsNonValid	Flag de validité des poids d'interpolation
GlsfFcs	Fcs	Fonctions de calibration spectrale des spectres de niveau 1a
GlsfAf	Af	Fonctions d'apodisation des spectres de niveau 1b

44

GEO

Géolocalisation des produits IASI

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GEPSDatIasi	iasITime	Datation des mesures de IASI
IDefIASIScanAngle	ScanAngle	Angles de visées du miroir de balayage
IDefPsfSondBaryCentreY	PsfBarycentreY	Coordonnées y du barycentre des lpsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondBaryCentreZ	PsfBarycentreZ	Coordonnées z du barycentre des lpsf dans le repère sondeur
IDefIASIMETOPMatRot	MatRot	Matrice de rotation du repère IASI nominal instrument vers le repère METOP
IDefIISNbLin	MI	Nombre de lignes de l'image IASI
IDefIISNbCol	Mc	Nombre de colonnes de l'image IASI
IDefIISY	IISY	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefIISZ	IISZ	Coordonnées angulaires nominales des pixels de l'IIS
IDefGeoIISSubGridNY	NY	Numéro en Y des pixels de la sous-grille de l'IIS
IDefGeoIISSubGridNZ	NZ	Numéro en Z des pixels de la sous-grille de l'IIS
IDefGeoIISSubGridSize	Ssize	Taille de la sous-grille de l'IIS
IDefIISRot	IISRot	Rotation entre les repères R_IIS et nominal instrument IASI R_I
GCcsOffsetSondAvhrr	OffsetSondAvhrr	Offset de coregistration sondeur IASI-imageur AVHRR
GlacOffsetIISAvhrr	OffsetIISAvhrr	Offset de coregistration imageur IASI imageur AVHRR

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
GGeoSondLoc	Gpix	Position géographique du centre des pixels sondeur (longitude, latitude, altitude)
GGeoIISAnglesMETOP	MIIS	Angles de mesure (Az,Z) de la direction METOP au centre des pixels de la sous-grille de l'IIS
GGeoSondAnglesSUN	Spix	Angles de mesure (Az,Z) de la direction du soleil au centre des pixels sondeur
GGeoIISLoc	GIIS	Position géographique du centre des pixels de la sous-grille de l'IIS (longitude, latitude, altitude)
GGeoSondAnglesMETOP	Mpix	Angles de mesure (Az,Z) de la direction METOP au centre des pixels sondeur
GGeoIISAnglesSUN	SIIS	Angles de mesure (Az,Z) de la direction du soleil au centre des pixels de la sous-grille de l'IIS
GEPSLocIasiAvhrr_IASI	LocIasiAvhrr_IASI	Localisation du centre des pixels sondeur dans le référentiel AVHRR
GEPSLocIasiAvhrr_IIS	LocIasiAvhrr_IIS	Localisation du centre des pixels de la sous-grille de l'IIS dans le référentiel AVHRR

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 497 of : 502
---	--	--

45 QIS Indices de qualité système

Entrée

NomLocal

Libellé

Tous les flags et tous les indices de qualité

GEPSDatIasi	IasiTime	Datation des mesures de IASI
GEPSCCd	CCD	Tableau des directions de mouvement du coin de cube sur la ligne
MMcxCoeffCalRad	CoeffCalRad	Coefficient d'erreur de la calibration radiométrique
IDefCovarEigenValCalRad	CovarEigenValCalRad	Indice de bruit associé à la calibration radiométrique
IDefCovarEigenValSpect	CovarEigenValSpect	Indice de bruit associé à la calibration spectrale
IDefTrnom	Trnom	Trace de la matrice de covariance nominale
IDefTrCalRad	TrCalRad	Trace de la partie calibration radiométrique de la matrice de covariance
IDefTrSpect	Trspect	Trace de la partie calibration spectrale de la matrice de covariance
GlacPosMaxQual	PosMaxQual	Index de qualité de la position du maximum de la corrélation
GFaxAxeRes	AxeRes	Index de qualité du filtrage de l'axe interférométrique
IDefIISNoiseNom	IISNoiseNom	Bruit radiométrique de l'IIS moyen nominal
MDptVarImagMean	IISVarImagMean	Valeur moyenne de la pseudo-variance dans l'image IIS
IDefSysTECSondQual	SysTECSondQual	Indice de qualité système-TEC du sondeur
IDefSysTECIISQual	SysTECIISQual	Indice de qualité système-TEC de l'IIS
?	FlagExternCalMode	Indicateur de mode calibration externe
IDefDurFltIsrfOff	DurFltIsrfemOff	Durée maximum du cas dégradé « chaîne ISRF-EM non activée »
IDefDurFltBBTMiss	DurBBTMiss	Durée maximum du cas dégradé « pas de température BB »
IDefDurFltImgBBMiss	DurImgBBMiss	Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration BB »
IDefDurFltImgCSMiss	DurImgCSMiss	Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration CS »
IDefDurFltImgEWMiss	DurImgEWMiss	Durée maximum du cas dégradé « pas d'image de calibration EW »
IDefDurFltRadAvhrMiss	DurFltRadAvhrMiss	Durée maximum du cas dégradé « pas de radiances Avhrr »
IDefZpdBzpd	IDefZpdBzpd	Numero de la bande spectrale affectée au calcul du NZPD
IDefFlagMultiBand	IDefFlagMultiBand	Switch on/off pour récupération des spectres si spike bande calcul NZPD
MHipFlagInterPixNZpdNonQual	FlagInterPixNZpdNonQual	Flag de qualité de l'homogénéité du NZPD inter-pixel

Sortie

NomLocal

Libellé

GQisQualIndexRad	QualIndexRad	Indice de qualité radiométrique des produits sondeur (élémentaire)
GQisQualIndexRad	QualIndexRadAvg	Indice de qualité radiométrique des produits sondeur (moyen)
GQisQualIndexSpect	QualIndexSpect	Indice de qualité spectrale des produits sondeur
GQisQualIndexLoc	QualIndexLoc	Indice de qualité géométrique des produits sondeur (élémentaire)
GQisQualIndexLoc	QualIndexLocAvg	Indice de qualité géométrique des produits sondeur (moyen)
GQisQualIndexIIS	QualIndexIIS	Indice de qualité de l'image IIS dans les produits 1C (élémentaire)
GQisQualIndexIIS	QualIndexIISAvg	Indice de qualité de l'image IIS dans les produits 1C (moyen)
GQisQualIndex	QualIndex	Indice de qualité général des produits sondeur (élémentaire)
GQisQualIndex	QualIndexAvg	Indice de qualité général des produits sondeur (moyen)
GQisSysTECSondQual	SysTECSondQual	Indice de qualité système-TEC du sondeur
GQisSysTECIISQual	SysTECIISQual	Indice de qualité système-TEC de l'IIS
GQisFlagQual	FlagQual	Flag de qualité système général des produits
GQisFlagQualDetailed	FlagQualDetailed	Flag de qualité système général « détaillé » des produits

46 HIP Homogénéité inter-pixel du NZPD

Entrée

NomLocal

Libellé

Instrument_mode	Mode instrument
CCD	Directions de mouvement du CC pour la ligne courante



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 498

of : 502

BZpdNZpd

IDefInterPixNZpd

IDefPixRef

Sortie

BZpdNZpd

IDefInterPixNZpd

IDefPixRef

NomLocal

MHipFlagInterPixNZpdNonQual

MHipNZpdInterPixel

FlagInterPixNZpdNonQual

NzpdInterPixel

Valeur des positions du Zpd pour la ligne courante

Vecteur nominal des différences du NZPD inter-pixel

Pixel de référence pour le calcul de la différence du NZPD inter-pixel

Libellé

Flag de qualité de l'homogénéité du NZPD inter-pixel

Valeur des différences du NZPD inter-pixel



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 499

of : 502

50

CTC

Construction des tables de codage des spectres

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefCtcNbNsSeg	NbNsSeg	Nombre d'échantillons par segment de codage
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
ICsmSpectrumColdCS	CTBmin	Spectre calculé espace froid minimum (TB codée)
MExsSmin	CTBmin	Spectre atmosphérique extrême minimum mesuré (TB codée)
IEsmSpectrumTBCold	CTBmin	Spectre atmosphérique calculé minimum (TB codée)
ICsmSpectrumTBColdSM	CTBmin	Spectre calculé miroir de balayage minimum (TB codée)
ICsmSpectrumTBColdBB	CTBmin	Spectre calculé corps noir chaud minimum (TB codée)
ICsmSpectrumTBHotCS	CTBmax	Spectre calculé espace froid maximum (TB codée)
MExsSmax	CTBmax	Spectre atmosphérique extrême maximum mesuré (TB codée)
ICsmSpectrumTBHotBB	CTBmax	Spectre calculé corps noir chaud maximum (TB codée)
IEsmSpectrumTBHot	CTBmax	Spectre atmosphérique calculé maximum (TB codée)
ICsmSpectrumTBHotSM	CTBmax	Spectre calculé miroir de balayage maximum (TB codée)
IDefSpectNsfirst1b	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de niveau 1b
IDefSpectNslast1b	Nslast	Dernier échantillon du spectre de niveau 1b
IRnsNoiseRadSpect	SNoise	Spectre de bruit radiométrique en radiances
IDefCtcNoiseFactor	NoiseFactor	Facteur de pondération du bruit radiométrique
IDefCtcNFTab	NFTab	Table de pondération du bruit radiométrique
IDefCtcNbBitSplMax	NbBitSplMax	Nombre de bits maximum du nombre de bits par échantillon
IDefCtcMarginCold	MarginCold	Marge froide de la dynamique de codage
IDefCtcMarginHot	MarginHot	Marge chaude de la dynamique de codage
IDefCodNbBitMax	NbBitMax	Nombre de bits maximum du nombre de bits par spectre
IDefCtcTabResolScale	TabResolScale	Nombre de bits de codage pour TabScale
IDefCtcTabResolOffset	TabResolOffset	Nombre de bits de codage pour TabOffset
IDefSpectrDwn	DWn	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDefSpectrDWn1b	DWn1b	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ICtcNbSeg	NbSeg	Nombre de plages spectrales
ICtcTabScale	TabScale	Facteur d'échelle par plage
ICtcTabScaleC	TabScaleC	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. constant)
ICtcTabScaleM	TabScaleM	Paramètre de mise à l'échelle de TabScale (coeff. linéaire)
ICtcTabOffset	TabOffset	Offset par plage
ICtcTabOffsetC	TabOffsetC	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. constant)
ICtcTabOffsetM	TabOffsetM	Paramètre de mise à l'échelle de TabOffset (coeff. linéaire)
ICtcTabNbBit	TabNbBit	Nombre de bits à transmettre par plage
ICtcNbBitExpected	NbBitExpected	Nombre de bits attendus
ICtcFlagNbBitSplMax	FlagNbBitSplMax	Flag de dépassement du nombre de bits maximum par échantillon
ICtcFlagNbBitMax	FlagNbBitMax	Flag de dépassement du nombre de bits maximum par spectre



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 500

of : 502

51

USB

Transcription des limites de bandes spectrales utiles pour le traitement bord

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefNsfirst	SNsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	SNslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefZsbNsfirstSrd	SNsSrdfirst	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile
IDefZsbNslastSrd	SNsSrdlast	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile
IDefMzqNsfirstSpikCF	SNsfirstSpikCF	Début de région attribuée à la frange centrale
IDefMzqNslastSpikCF	SNslastSpikCF	Fin de région attribuée à la frange centrale
IDefMzqNsfirstNZpdCF	SNsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IDefMzqNslastNZpdCF	SNslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd
ISbINsfirstMb1b2	NsfirstMb1b2	Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B1 et B2
ISbINsfirstMb2b3	NsfirstMb2b3	Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B2 et B3
ISbINslastMb1b2	NslastMb1b2	Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B1 et B2
ISbINslastMb2b3	NslastMb2b3	Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B2 et B3

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IUsbNsfirst	BNsfirst	Numéro du premier échantillon des bandes spectrale DPS
IUsbNslast	BNslast	Numéro du dernier échantillon des bandes spectrale DPS
IZsbNsfirstSrd	BNsSrdfirst	Numéro du premier échantillon spectral limite de la bande utile
IZsbNslastSrd	BNsSrdlast	Numéro du dernier échantillon spectral limite de la bande utile
IOsbNsfirstMb1b2	BNsfirstMb1b2	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b1 et b2
IOsbNslastMb1b2	BNslastMb1b2	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b1 et b2
IOsbNsfirstMb2b3	BNsfirstMb2b3	Numéros du premier échantillon en recouvrement entre b2 et b3
IOsbNslastMb2b3	BNslastMb2b3	Numéros du dernier échantillon en recouvrement entre b2 et b3
IMzqNsfirstSpikCF	BNsfirstSpikCF	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes
IMzqNslastSpikCF	BNslastSpikCF	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes
IMzqNsfirstNZpdCF	BNsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IMzqNslastNZpdCF	BNslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 501

of : 502

53

ZSB

Détermination des limites de bandes spectrales utiles des spectres réduits de calibration

Entrée

IDefZsbNsfirst1b
IDefZsbNslast1b
IDefSpectDWn1b
IDefZsbSpect
INlbNedTSpect
IDefZsbSNRSrdCutoff

NomLocal

Nsfirst
Nslast
DWnSpect
Spect
NedT
SNRSrdCutoff

Libellé

Premier échantillon du spectre 1b de chaque bande (1,2,3)
Dernier échantillon du spectre 1b de chaque bande (1,2,3)
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
Spectre atmosphérique synthétique sur la base 1b
Spectre de bruit 1b large bande en NeDT a T0=280 K (3 bandes)
Seuil de rapport signal sur bruit pour la détermination de
limites de spectres réduits
Dimension de la transformée de Fourier réduite pour le
Zpd
Nombre d'ondes du laser Rpd

IDefZpdNSrdFT

NSrdFT

IDefRpdWn

RpdWn

Sortie

IZsbUsbNsfirstSrd

NomLocal

NsSrdfirst

Libellé

Numéro du premier échantillon spectral de la bande utile au calcul du
Zpd

IZsbUsbNslastSrd

NsSrdlast

Numéro du dernier échantillon spectral de la bande utile au calcul du Zpd

IZsbDWnSrd

DWnSrd

Largeur d'un échantillon des spectres réduits

IZsbPefNsfirstSrd

NsSrdfirst

Numéro du premier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase

IZsbPefNslastSrd

NsSrdlast

Numéro du dernier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase

IZsbPefDWnSrd

DWnSrd

Largeur d'un échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 502

of : 502

54

RSC

Initialisation des spectres réduits des visées de l'espace froid*Entrée*

IDefZpdDNCF
IDefOsoNZpdCFPosMean
IDefZpdDNGC
IDefOsoNZpdOffset
VNlcInterf
IPefRscPhilnt
IPefPhilnt
IDefPefNSrdFT
IDefZpdNSrdFT
IZsbUsbNsfirstSrd

IZsbUsbNsldstSrd
IZsbDWnSrd
IZsbPefNsfirstSrd
IZsbPefNsldstSrd
IZsbPefDWnSrd
IDefRpdWn

Sortie

IRscZpdOffset
IRscNZpd
IRscZpd
IRscCog
IRscNZpdApprox
IRscSrd
IRscSrdEtal

IRscPhaseSlope
IRscLinAdjustRms

NomLocal

DNCF
NsCF
DNGC
OffsetZpdCS
Interf
Philnt
Philnt
NSrdFT
NSrdFT
NsSrdfirst

NsSrdlast
DWnSrd
NsSrdfirst
NsSrdlast
DWnSrd
RpdWn

NomLocal

OffsetZpdCS
NZpdCS
Zpd
Cog
NzpdApprox
SrdCS
SrdCS

PhaseSlopeCS
LinAdjustRmsCS

Libellé

Domaine de recherche de la frange centrale
Position moyenne du zpd de l'espace froid
Domaine de calcul du centre de gravité
Partie fractionnaire de l'offset du Zpd des corps noirs
Interférogramme corrigé de la non-linéarité (données de vérification)
Fonction d'erreur de phase interne pour le calcul des spectres réduits
Fonction d'erreur de phase interne pour PEF
Dimension de la transformée de Fourier réduite pour PEF
Dimension de la transformée de Fourier réduite pour le Zpd
Numéro du premier échantillon spectral de la bande utile au calcul du Zpd
Numéro du dernier échantillon spectral de la bande utile au calcul du Zpd
Largeur d'un échantillon des spectres réduits
Numéro du premier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
Numéro du dernier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
Largeur d'un échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
Nombre d'ondes du laser Rpd

Libellé

Offset calculé du Zpd des corps noirs (partie fractionnaire)
Numéro du Zpd de l'espace froid
Position du Zpd réel de l'interférogramme l'espace froid
Centre de gravité de l'interférogramme espace froid
Position approximative de la frange centrale de l'interf. l'espace froid
Spectres réduits d'initialisation espace froid
Spectres réduits élargis d'initialisation espace froid pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase
Pente de la phase du spectre réduit de l'espace froid
Rms de l'ajustement linéaire de la phase du spectre réduit

55

RSH

Initialisation des spectres réduits des visées du corps noir chaud*Entrée*

IDefZpdDNCF
IDefOsoNZpdCFPosMean
IDefZpdDNGC
VNlcInterf
IPefRshPhiExt
IPefPhiExt
IDefZpdNStepSrdFT
IDefZpdNSrdFT
IDefPefNSrdFT
IZsbUsbNsfirstSrd

IZsbUsbNsldstSrd

NomLocal

DNCF
NsCF
DNGC
Interf
PhiExt
PhiExt
NStepSrdFT
NSrdFT
NSrdFT
NsSrdfirst

NsSrdlast

Libellé

Domaine de recherche de la frange centrale
Position moyenne du zpd du corps noir chaud
Domaine de calcul du centre de gravité
Interférogramme corrigé de la non-linéarité vérification
Fonction d'erreur de phase externe pour le calcul des spectres réduits
Fonction d'erreur de phase externe pour PEF
Nombre de décalages de l'échantillon central de la FFT réduite
Dimension de la transformée de Fourier réduite pour le Zpd
Dimension de la transformée de Fourier réduite pour PEF
Numéro du premier échantillon spectral de la bande utile au calcul du Zpd
Numéro du dernier échantillon spectral de la bande utile au calcul du Zpd



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 503

of : 502

IZsbDWnSrd

DWnSrd

Largeur d'un échantillon des spectres réduits

IZsbPefNsfirstSrd

NsSrdfirst

Numéro du premier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase

IZsbPefNsldstSrd

NsSrdldst

Numéro du dernier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase

IZsbPefDWnSrd

DWnSrd

Largeur d'un échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase

IDefRpdWn

RpdWn

Nombre d'ondes du laser Rpd

IRscSrdEtal

SrdCS

Spectres réduits élargis d'initialisation espace froid pour

l'estimation des fonctions d'erreur de phase

Spectres réduits d'initialisation espace froid

IRscSrd

SrdCS

Sortie

NomLocal

Libellé

IRshZpdOffset

OffsetZpdBB

Offset calculé du Zpd du corps noir chaud

IRshNZpd

NZpdBB

Numéro du Zpd du corps noir chaud

IRshZpd

Zpd

Position du Zpd réel de l'interférogramme blackbody

IRshCog

Cog

Centre de gravité de l'interférogramme blackbody

IRshNZpdApprox

NzpdApprox

Position approximative de la frange centrale de l'interf. blackbody

IRshSrd

SrdBB

Spectres réduits d'initialisation du corps noir chaud

IRshSrdEtal

SrdBB

Spectres réduits élargis d'initialisation du corps noir chaud

pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase

IRshPhaseSlope

PhaseSlopeBB

Pente de la phase du spectre réduit du corps noir chaud

IRshLinAdjustRms

LinAdjustRmsBB

Rms de l'ajustement linéaire de la phase du spectre réduit

56

SBL

Calcul des limites de bandes

Entrée

NomLocal

Libellé

IDefSpectWnfirst

WnfirstSpect

Fréquence limite des spectres

IDefSpectWnlast

WnlastSpect

Fréquence limite des spectres

IDefSpectrDWn

DWnSpect

Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré

IDefSpectDWn1b

DWnSpect

Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b

IDefNsfirst

Nsfirstlnitb1

Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsfirst

Nsfirstlnitb2

Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsfirst

Nsfirstlnitb3

Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsldst

Nsldstlnitb1

Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsldst

Nsldstlnitb2

Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNsldst

Nsldstlnitb3

Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)

IDefNlbNsfirst

NsfirstNedTb1

Premier échantillon des spectres de bruit large bande

IDefNlbNsfirst

NsfirstNedTb2

Premier échantillon des spectres de bruit large bande

IDefNlbNsfirst

NsfirstNedTb3

Premier échantillon des spectres de bruit large bande

IDefNlbNsldst

NsldstNedTb1

Dernier échantillon des spectres de bruit large bande

IDefNlbNsldst

NsldstNedTb2

Dernier échantillon des spectres de bruit large bande

IDefNlbNsldst

NsldstNedTb3

Dernier échantillon des spectres de bruit large bande

INlbNedTSpect

NedTb1

Spectre de bruit large bande en NeDT a T0=280 K (3 bandes)

INlbNedTSpect

NedTb2

Spectre de bruit large bande en NeDT a T0=280 K (3 bandes)

INlbNedTSpect

NedTb3

Spectre de bruit large bande en NeDT a T0=280 K (3 bandes)

IDefSblNoiseCutoff

NoiseCutoffb1

Seuils du rapport signal sur bruit

IDefSblNoiseCutoff

NoiseCutoffb2

Seuils du rapport signal sur bruit

IDefSblNoiseCutoff

NoiseCutoffb3

Seuils du rapport signal sur bruit

IDefSblNoiseRatio

NoiseRatio

Rapport de bruit en limite de recouvrement

IDefSblNbSplMaxBand

NbSplMaxBand

Nombre maximum d'échantillons par bande spectrale

IDefSblNbSplMaxSpectR

NbSplMaxSpectR

Nombre maximum d'échantillons du spectre recombiné

IDefSblNbMergeMaxb1b2

NbMergeMaxb1b2

Nombre de points max. du recouvrement b1 b2

IDefSblNbMergeMaxb2b3

NbMergeMaxb2b3

Nombre de points Max du recouvrement b2 b3



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 504

of : 502

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ISbINsfirst	Nsfirstb1	Numéro du premier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINsfirst	Nsfirstb2	Numéro du premier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINsfirst	Nsfirstb3	Numéro du premier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINslast	Nslastb1	Numéro du dernier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINslast	Nslastb2	Numéro du dernier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINslast	Nslastb3	Numéro du dernier échantillon limite de la bande spectrale utile
ISbINsfirstMb1b2	NsfirstMb1b2	Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B1 et B2
ISbINsfirstMb2b3	NsfirstMb2b3	Numéro du premier échantillon en recouvrement entre B2 et B3
ISbINslastMb1b2	NslastMb1b2	Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B1 et B2
ISbINslastMb2b3	NslastMb2b3	Numéro du dernier échantillon en recouvrement entre B2 et B3
IOsbWgtMb1b2	WgtMb1b2	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b1 et b2
IOsbWgtMb2b3	WgtMb2b3	Poids associés aux échantillons en recouvrement entre b2 et b3
ISbINoiseInitMax	NoiseInitMax	Niveau maximum de bruit dans les bandes initiales
ISbINoiseMax	NoiseMax	Niveau maximum de bruit dans les nouvelles bandes
ISbIRatioInitMinb1b2	NoiseRatioInitMinb1b2	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b1 b2 initial
ISbIRatioInitMaxb1b2	NoiseRatioInitMaxb1b2	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b1 b2 initial
ISbIRatioMinb1b2	NoiseRatioMinb1b2	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b1 b2
ISbIRatioMaxb1b2	NoiseRatioMaxb1b2	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b1 b2
ISbIRatioInitMinb2b3	NoiseRatioInitMinb2b3	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b2 b3 initial
ISbIRatioInitMaxb2b3	NoiseRatioInitMaxb2b3	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b2 b3 initial
ISbIRatioMinb2b3	NoiseRatioMinb2b3	Rapport de bruits minimum dans l'interbande b2 b3
ISbIRatioMaxb2b3	NoiseRatioMaxb2b3	Rapport de bruits maximum dans l'interbande b2 b3
ISbIFlagErrorLimits	FlagErrorLimits	Flag d'erreur de détermination des limites de bande spectrale
ISbIFlagNoiseError	FlagNoiseError	Flag de dépassement du seuil de bruit dans la bande spectrale

57

CCO

Calcul de l'offset long terme du mouvement du coin de cube

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
CD	CD	Direction du mouvement de coin de cube
IDefCcoPNref	PNref	Numéro du pixel de référence
IDefPsfSondBaryCentreY	IPsfBaryCentreY	Coordonnées y du barycentre des Ipsf dans le repère sondeur
IDefPsfSondBaryCentreZ	IPsfBaryCentreZ	Coordonnées z du barycentre des Ipsf dans le repère sondeur
IDefRpdWn	RpdWn	Nombre d'ondes du laser Rpd
IDefCcoOffsetChromX	OffsetChromX	Offset chromatique sur X des pixels
IDefCcoOffsetChromY	OffsetChromY	Offset chromatique sur Y des pixels
IDefCcoOffsetChromY	OffsetChromY	Offset chromatique sur Ydes pixels
IDefMASDelay	MASDelay	Retards différentiel des chaînes d'acquisition
IDefVcc	Vcc	Vitesse moyenne du Coin de Cube mobile (mécanique)
Zpd		Valeur réelle des Zpd sur les 4 pixels (mis en cohérence)

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ICcoOffsetCCMx	OffsetCCMx	Coordonnées x de l'offset du coin de cube
ICcoOffsetCCMy	OffsetCCMy	Coordonnées y de l'offset du coin de cube
ICcoOffsetCCMz	OffsetCCMz	Coordonnées z de l'offset du coin de cube



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 505

of : 502

58

WNP

Calcul des phases naturelles d'une fenêtre spectrale

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefWnpNbSR	NbSR	Nombre de transitions spectroscopiques sélectionnées
IDefWnpWnSR	WnSR	Position en nombre d'ondes des transitions
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDefWnpNharmonic	Nharmonic	Nombre d'harmoniques représentables
IDefWnpSig	Sign	Signe d'absorption/émission du spectre de raies
IDefWnpSigG	SigG	Demi-largeur à mi-hauteur de la gaussienne d'amortissement de la fenêtre spectrale
GSosSsdOSNsfirstSpect	OSNsfirst	Premier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GSosSsdOSNslastSpect	OSNslast	Dernier échantillon de la fenêtre spectrale sur échantillonnée
GSosSsdDWnOSSpect	DWnOSSpect	Largeur d'un échantillon spectral sur échantillonné
IDefWnpRdSS	RdSS	Radiances des échantillons du spectre modélisé

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IWnpDWnSWref	DWnSWref	Espacement entre 2 transitions au centre de la fenêtre spectrale
IWnpWnSWref	WnSWref	Nombre d'onde représentatif de la fenêtre spectrale
IWnpNsSSR	NsSSR	Nombre d'échantillons entre 2 transitions
IWnpNsSW	NsSW	Nombre d'échantillons de la fenêtre spectrale
IWnpWnSW	WnSW	Positions spectrales des échantillons de la fenêtre périodisée
IWnpNsFFT	NsFFT	Nombre d'échantillons de la TF pour le calcul des shifts spectraux
IWnpModulNat	ModulNat	Module des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale
IWnpPhaseNat	PhaseNat	Phase naturelle des harmoniques de la TF de la fenêtre spectrale



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 506

of : 502

59

SMA

Actualisation des coefficients de réflectivité du miroir de balayage*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefIASIScanAngle	IDefIASIScanAngle	Angles du miroir de balayage
IDefNsfirst(1)	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de la bande 1
IDefNslast(3)	Nslast	Dernier échantillon du spectre de la bande 3
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDef (algo new TEC)	AngleOB	Angle banc optique
IDef (algo new TEC)	A(0:5)	Paramètre de réflectivité
IDef (algo new TEC)	B(0:3)	Paramètre de réflectivité
IDef (algo new TEC)	Alpha	Paramètre de réflectivité
IDef (algo new TEC)	SlideFilter	Demi largeur du filtre glissant
IDef (algo new TEC)	Ns1	Limite pour le lissage des extrémités
IDef (algo new TEC)	Ns2	Limite pour le lissage des extrémités
ISmtTScan	Tscan	Température du miroir de balayage
IDef (a partir d'un autre algo)	Sp_Rd_Mean	Spectre moyen CS2

*Sortie**NomLocal**Libellé*

R	Réflectivité théorique (output analyse)
R_Corrige	Réflectivité corrigée (va dans la conf)
RCS1_RCS2_Mean	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)
RCS1_RCS2_Std	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)
RCS1_RCS2_Min	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)
RCS1_RCS2_Max	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)
RCS1_RCS2_PNMin	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)
RCS1_RCS2_PNMax	Statistique du terme de correction filtré (output analyse)

60

PEF

Calcul des fonctions d'erreur de phase*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IZsbPefNsfirstSrd	NsSrdfirst	Numéro du premier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
IZsbPefNslastSrd	NsSrdlast	Numéro du dernier échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
IDefPefNbSrd	NbSrd	Nombre de spectres réduits disponibles dans la collection
IRscSrdEtal	SrdCS	Spectres réduits élargis d'initialisation espace froid pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase
IRshSrdEtal	SrdBB	Spectres réduits élargis d'initialisation du corps noir chaud pour l'estimation des fonctions d'erreur de phase
IPefPhilnt	Philntlni	Fonction d'erreur de phase interne pour PEF
IPefPhiExt	PhiExtlni	Fonction d'erreur de phase externe pour PEF
IDefPefSlideFilterWn	SlideFilterWn	Longueur du filtre spectral glissant (TBC)
IZsbPefDWnSrd	DWnSrd	Largeur d'un échantillon spectral des fonctions d'erreur de phase
IDefZpdNSrdFT	NSrdFT	Dimension de la transformée de Fourier pour le Zpd
IDefPefNSrdFT	NPefFT	Dimension de la transformée de Fourier pour PEF

*Sortie**NomLocal**Libellé*

IPefPhilnt	Philnt	Fonction d'erreur de phase interne pour PEF
IPefPhiExt	PhiExt	Fonction d'erreur de phase externe pour PEF
IPefRscPhilnt	PhilntUsamp	Fonction d'erreur de phase interne pour le calcul des spectres réduits
IPefRshPhiExt	PhiExtUsamp	Fonction d'erreur de phase externe pour le calcul des spectres réduits



~~IASI~~

Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 507

of : 502



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 508

of : 502

61

ATT

**Construction de la table de correction de la fonction
de transfert analogique***Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefAttPolyOrdreInit	PolyOrdreInit	Ordre du polynome de fit à la première itération
IDefAttPolyOrdre	PolyOrdre	Ordre du polynome de fit pour les autres itérations
IDefAttFitDomainCutoff	FitDomainCutoff	Niveau de signal limite relatif à la valeur du maximum de l'interférogramme pour le domaine d'ajustement
IDefAttConverCutoff	ConverCutoff	Seuil de convergence
IDefAttSpectralDomain	SpectralDomain	Limite du domaine spectral utile
IDefAttFitDomainMin	FitDomainMin	Dimension minimum en échantillons du domaine de fit
IDefAttFitDomainMax	FitDomainMax	Dimension maximum en échantillon du domaine de fit
IDefAttN	N	Nombre d'échantillon de l'interférogramme
VIsilInterf	Y0(n)	Interférogramme non linéaire corrigé de la non linéarité du numériseur
BNlcAnaMV	Base	Ligne de base à l'entrée de la chaîne de détection/acquisition
IDefAttNblteraMax	NblteraMax	Nombre maximum d'itérations
IDefNlcScaleH	ScaleH	Translation des résidus HF
IDefNlcSegMin	SegMin	Premier numéro du segment utile
IDefNlcSegMax	SegMax	Premier numéro de segment correspondant à la saturation
IDttVMin1	VMin1	Tension minimum à l'entrée du CAU codée
IDttVMax1	VMax1	Tension de saturation à l'entrée du CAU non codée
IDefRpdWn	WnRpd	Nombre d'ondes du laser Rpd
IDefAttNDomain	NDomain	Nombre de domaines spectraux
IDefFftNsFFT	NsFFT	Dimension de la transformée de Fourier bord

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IAttPolynomCoeff	PolynomCoeff	Coefficients du polynôme
IAttNltera	Nltera	Nombre d'itérations nécessaires pour la convergence
IAttIndexRQual	ConverQual	Indice de qualité de la convergence de l'algorithme
IAttFlagNonConver	FlagNonConver	Flag de non convergence
IAttOffsetDyn	OffsetDyn	Offset des numéro de segments
IAttSlopeTabAnalog	SlopeTabAnalog	Table de correction BF pente
IAttOffsetTabAnalog	OffsetTabAnalog	Table de correction BF offset



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 509

of : 502

62

DTT

Construction des tables de correction de la fonction de transfert du numériseur*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefDttCodHF	CodHf	Puissance de 2 permettant de coder les résidus HF en entier
IDefNlcSegMin	SegMin	Premier numéro du segment utile
IDefNlcSegMax	SegMax	Premier numéro de segment correspondant à la saturation
IDefNlcCodMin	CodMin	Premier code non saturé du numériseur
IDefNlcCodMax	CodMax	Premier code saturé du numériseur
IDefDttHfTab	HfTab	Résidus HF de la loi de transfert inverse
IDefAttSizeSegment	SizeSegment	Nombre de codes par segment
IDefDttDegDigitBf	DegDigitBf	Degré du polynôme de description BF du numériseur
IDefDttPolyDigitBf	PolyDigitBf	Coéfficients des polynômes exprimant les lois de transfert inverse des voies $p=0,1,2$
IDefDttMvInf	MvInf	Position minimum de la ligne de base en VOLTs
IDefDttMvSup	MvSup	Position maximum de la ligne de base en Volts
IDefDttFracMarg	FracMag	Facteur de garde

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDttVMin	VMin	Tension minimum codée à l'entrée du numériseur
IDttVMax	Vmax	Tension maximum codée à l'entrée du numériseur
IDttHfMin	HfMin	Valeur minimale de correction
IDttHfTabDigit	HfTabDigit	Table de correction HF du numériseur
IDttScaleT	ScaleT	Facteurs d'échelle : conversion des comptes numériques en numéro de segment
IDttScaleC	ScaleC	Facteurs d'échelle : conversion des tensions en comptes numériques
IDttHfScaleH	ScaleH	Translation des résidus
IDttCodHfDyn	CodHfDyn	Dynamique de codage des résidus
IDttHfTabDigitRms	HfTabDigitRms	Statistiques de la table HF
IDttHfTabDigitMin	HfTabDigitMin	Statistiques de la table HF
IDttHfTabDigitMax	HfTabDigitMax	Statistiques de la table HF
IDttFlagHfError	FlagHfError	Flag de sortie en erreur pour saturation de la table HF
IDttVMin1	VMin1	Tension minimum à l'entrée du CAU codée
IDttVMax1	VMax1	Tension de saturation à l'entrée du CAU non codée
IDttSlopeTabDigit	SlopeTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2
IDttOffsetTabDigit	OffsetTabDigit	Table inverse de la fonction de transfert BF voie 0,1,2



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 510

of : 502

63

SMM

Recalage du modèle de calcul de la température du miroir de balayage

Entrée

VTecSmmCollect
ISmtTScan
IDefSmeTScanModel
VTecSmmDate
GEPSendEclipseTime
IDefMETOPOrbitPeriod
IDefSmmTScanBiasCutOff

NomLocal

Collect
TScan
TScanModel
t
t_FE
Period
TScanBiasCutOff

Libellé

Dimension de la collection des températures pour Smm
Température mesurée du miroir de balayage
Modèle de température du miroir de balayage
Date des températures de la collection
Date de fin de l'éclipse précédent la ligne courante
Période orbitale nominale de METOP (période nodale)
Limite admissible de biais du modèle de température du scan

Sortie

ISmmTScanBias
ISmmFlagDateNOK
ISmmFlagModelNOK

NomLocal

TScanBias
FlagDateNOK
FlagModelNOK

Libellé

Biais estimé du modèle de température Tscan
Date de fin de l'éclipse précédente trop lointaine
Nécessité de remettre le modèle de température à jour

65

CCM

Initialisation du mouvement du coin de cube

Entrée

IDefSafNsCCM

IDefCcmApexX
IDefCcmApexY
IDefCcmApexZ
ICcoOffsetCCMX
ICcoOffsetCCMY
ICcoOffsetCCMZ

NomLocal

NsCCM

ApexX
ApexY
ApexZ
OffsetCCMx
OffsetCCMy
OffsetCCMz

Libellé

Nombre de points de description du mouvement du coin de cube

Coordonnées x nominales du vecteur Apex
Coordonnées y nominales du vecteur Apex
Coordonnées z nominales du vecteur Apex
Coordonnées x de l'offset du coin de cube
Coordonnées y de l'offset du coin de cube
Coordonnées z de l'offset du coin de cube

Sortie

ICcmApexX
ICcmApexY
ICcmApexZ

NomLocal

ApexAX
ApexAY
ApexAZ

Libellé

Coordonnées x du vecteur Apex du coin de cube mobile
Coordonnées y du vecteur Apex du coin de cube mobile
Coordonnées z du vecteur Apex du coin de cube mobile



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 511

of : 502

66

SMT

Mesure de la température du miroir de balayage

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSmtEmScanBack	EmScanBack	Emissivité du dos du miroir de balayage
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
IDefSmtNsfirst	Nsfirst	Numéro du premier échantillon de mesure le la température du miroir de balayage
IDefSmtNslast	Nslast	Numéro du dernier échantillon de mesure le la température du miroir de balayage
IDefSmtTScanCutoff	TScanCutoff	Seuil de validité de la détermination de la température du scan
GSmcSpect	Spect	Spectre post calibré de niveau 1a

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ISmtTScan	TScan	Température mesurée du miroir de balayage
ISmtTScanIndexQual	TScanIndexQual	Index de qualité de la mesure de température du scan
ISmtFlagTScanNonQual	FlagTScanNonQual	Flag de qualité de la mesure de température du scan

67

RNS

Calcul des spectres de bruit radiométrique

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
VTecRnsCollect	Collect	Dimension de la collection de spectres pour le calcul du spectre de bruit
VTecRnsDate	Date	Date des spectres de la collection
VTecRnsSpect	Spect	Spectres de la collection pour le calcul du bruit
IDefNoiseTempRef	T0	Température de référence pour le calcul du NedT
IDefNsfirst1b	Nsfirst	Premier échantillon du niveau 1b
IDefNslast1b	Nslast	Dernier échantillon du spectre niveau 1b
IDefSpectDWn1b	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
IDefRnsSlideFilter	SlideFilter	Demi-largeur de la fenêtre de lissage du bruit

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IRnsNedTSpect	NedTSpect	Spectre de bruit radiométrique en NedT à 280 Kelvin (lissé)
IRnsNoiseRadSpect	NoiseRadSpect	Spectre de bruit radiométrique en radiances (lissé)
IRnsNedTSpectRaw	NedTSpectRaw	Spectre de bruit radiométrique en NedT à 280 Kelvin (brut)
IRnsNoiseRadSpectRaw	NoiseRadSpectRaw	Spectre de bruit radiométrique en radiances (brut)
IRnsSpectMean	SpectMean	Valeur moyenne du spectre sur la séquence
IRnsDT	DT	Dérive de la température de brillance sur la séquence



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 512

of : 502

68

NLB

Calcul des spectres de bruit large bande

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefNlbNsfirstRns	Nsfirst	Premier échantillon (1b) du spectre de bruit rns considéré par NLB (en B1,B2 et B3)
IDefNlbNslastRns	Nslast	Dernier échantillon (1b) du spectre de bruit rns considéré par NLB (en B1,B2 et B3)
IDefSpectDWn1b	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
IDefNlbNsfirstCentr	NsfirstCentr	Premier échantillon de la sous-bande centrale de chaque bande (B1,B2,B3)
IDefNlbNslastCentr	NslastCentr	Dernier échantillon de la sous-bande centrale de chaque bande (B1,B2,B3)
IDefNoiseTempRef	T0	Température de référence pour le calcul du NedT
IRnsNedTSpect	NedTSpect	Spectre de bruit radiométrique (1b) en NedT à 280 Kelvin
IDefNlbTransInterfero	TransInterfero	Fonction de transfert théorique de l'interféromètre
IDefNlbNsfirst	NsfirstLsb	Premier échantillon (1b) du spectre de bruit large bande (B1, B2, B3)
IDefNlbNslast	NslastLsb	Dernier échantillon (1b) du spectre de bruit large bande (B1, B2, B3)

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
INlbNedTSpect	NedTSpectLsb	Spectre de bruit large bande (1b) en NedT a T0=280 K (3 bandes)
INlbQualIndex	QualIndex	Indices de qualité de l'extrapolation du bruit hors bande

70

MZQ

Calcul des limites de détection de la frange centrale

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefOsoNZpdMean	NZpdMean	Position moyenne du Nzpd
IDefZpdCFWidth	NZpdCFWidth	Largeur de la zone de recherche de la frange centrale pour le zpd
IDefSpikCFWidth	SpikCFWidth	Zone de recherche de la frange centrale pour les spikes
IDefOffsetCFb1b3	OffsetCFb1b3	Offset de la frange centrale entre b1 et b3
IDefOffsetCFb2b3	OffsetCFb2b3	Offset de la frange centrale entre b2 et b3

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IMzqUsbNsfirstNZpdCF	NsfirstNZpdCF	Début de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IMzqUsbNslastNZpdCF	NslastNZpdCF	Fin de zone de recherche du maximum pour le Zpd
IMzqUsbNsfirstSpikCF	NsfirstSpikCFb1	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes
IMzqUsbNsfirstSpikCF	NsfirstSpikCFb2	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes
IMzqUsbNsfirstSpikCF	NsfirstSpikCFb3	Début de zone de la frange centrale pour la détection de spikes
IMzqUsbNslastSpikCF	NslastSpikCFb1	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes
IMzqUsbNslastSpikCF	NslastSpikCFb2	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes
IMzqUsbNslastSpikCF	NslastSpikCFb3	Fin de zone de frange centrale pour la détection de spikes



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 513

of : 502

71

RNM

Calcul de la matrice de covariance du bruit radiométrique

Entrée

GS1bSpect
GS1cSpect
IDefNsfirst1b
IDefNsfirst1c
IDefNsfirst1b
IDefNsfirst1c

NomLocal

Spect
Spect
Nsfirst
Nsfirst
Nsfirst
Nsfirst

Libellé

Spectre de niveau 1b
Spectre de niveau 1c
Premier échantillon du niveau 1b
Premier échantillon du spectre niveau 1c
Dernier échantillon du spectre niveau 1b
Dernier échantillon du spectre niveau 1c

Sortie

IRnmRadNoiseCovarMat1b
IRnmRadNoiseCovarMat1c

NomLocal

NoiseCovarMat
NoiseCovarMat

Libellé

Matrice de variance-covariance de bruit niveau 1b
Matrice de variance-covariance de bruit niveau 1c

72

ESM

Modélisation des spectres atmosphériques extrêmes

Entrée

IDefEsmProfilHotDry
IDefEsmProfilHotWet
IDefEsmProfilColdDry
IDefEsmTetaVisMin
IDefEsmTetaVisMax
IDefNsfirst
IDefNsfirst
IDefSafNsfirst
IDefSafNsfirst
IDefSafNsfirst
IDefSafNsfirst
IDefSafNsfirst
IDefSafNsfirst

NomLocal

ProfilHotDry
ProfilHotWet
ProfilColdDry
TetaVisMin
TetaVisMax
Nsfirst
Nsfirst
DWnSpect
NsfirstTab
NsfirstTab
DWnlsrfTab
Isrf

Libellé

Profil atmosphérique chaud sec
Profil atmosphérique chaud humide
Profil atmosphérique froid sec
Angle de visée minimum
Angle de visée maximum
Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré
Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
Fonctions d'instrument de la banque de données spectrales

Sortie

IEsmSpectrumCold
IEsmSpectrumHot

NomLocal

SpectrumCold
SpectrumHot

Libellé

Spectre atmosphérique calculé minimum
Spectre atmosphérique calculé maximum



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 514

of : 502

73

CSM

Modélisation des spectres extrêmes de calibration*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefCsmTminCS	Tmin	Température minimum de l'espace froid
IDefCsmTminBB	Tmin	Température minimum du corps noir chaud
IDefCsmTminSM	Tmin	Température minimum du dos du miroir de balayage
IDefCsmTmaxCS	Tmax	Température maximum de l'espace froid
IDefCsmTmaxBB	Tmax	Température maximum du corps noir chaud
IDefCsmTmaxSM	Tmax	Température maximum du dos du miroir de balayage
IDefCsmEmissivityCS	Emissivity	Emissivité de l'espace froid
IDefCsmEmissivityBB	Emissivity	Emissivité du corps noir chaud
IDefCsmEmissivitySM	Emissivity	Emissivité du dos du miroir de balayage
IDefNsfirst	Nsfirst	Premier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefNslast	Nslast	Dernier échantillon du spectre de chaque bande (1,2,3)
IDefSpectrDWn	DWnSpect	Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ICsmSpectrumColdBB	SpectrumCold	Spectre calculé corps noir chaud minimum
ICsmSpectrumColdSM	SpectrumCold	Spectre calculé miroir de balayage minimum
ICsmSpectrumColdCS	SpectrumCold	Spectre calculé espace froid minimum
ICsmSpectrumHotSM	SpectrumHot	Spectre calculé miroir de balayage maximum
ICsmSpectrumHotBB	SpectrumHot	Spectre calculé corps noir chaud maximum
ICsmSpectrumHotCS	SpectrumHot	Spectre calculé espace froid maximum

74

SDB

Lecture et écriture de la banque de données spectrales*Entrée*

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSdbGridNbLin	GridNbLin	Nombre de lignes de la grille des positions de l'axe interférométrique
IDefSdbGridNbCol	GridNbCol	Nombre de colonnes de la grille des positions de l'axe interférométrique
IDefSdbGridY	GridY	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Y
IDefSdbGridZ	GridZ	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Z
IDefSafNsOpd	NsOpd	Nombre de points de discrétisation de l'Opd
IDefSrfNslsrf	SrfNbSamples	Nombres de points de définition des ISRF
IDefSafNsfirst	NsfirstTab	Numéro d'échantillon de la première fonction d'instrument
IDefSafNslast	NslastTab	Numéro d'échantillon de la dernière fonction d'instrument
IDefSafDWn	DWnTab	Pas d'échantillonnage des fonctions spectrales
IDefWnpNbSW	NbSW	Nombre de fenêtres spectrales pour la calibration spectrale
IWnpWnSWref	WnSWRef	Fréquence représentative de la fenêtre de calibration spectrale
ISrfDWnlsrf	SrfWnShift	Décalage spectral des fonctions d'instrument
ISasSafArg0	SafArg0	Argument de la fonction d'auto apodisation en x=0 avant normalisation (fonction d'erreur de phase ordinaire - modèle)
ISafRpdSaf	RpdSaf	Fonctions d'auto-apodisation du laser d'échantillonnage Rpd
ISafPixSaf	PixSaf	Fonctions d'auto-apodisation
ISrflsrf	lsrf	Fonctions d'instrument de la banque de données spectrales
ICafAf	Af	Fonctions d'apodisation de la banque de données spectrales



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 515

of : 502

Sortie

ISdbGridRpdSaf

ISdbGridPixSaf

ISdbGridIrf

ISdbGridAf

ISdbGridFcs

ISdbGridWnShift

ISdbGridWnShift

NomLocal

GridRpdSaf

GridPixSaf

GridIrf

GridAf

GridFcs

GridWnShift

GridPhiExtMod

Libellé

Fonctions d'auto-apodisation du laser Rpd aux points de grille

Fonctions d'auto-apodisation des pixels aux points de grille

Fonctions d'instruments de niveau 1b aux points de grille

Fonctions d'apodisation des pixels aux points de grille

Fonctions de calibration spectrale des pixels aux points de la grilles

Décalages spectraux calculés aux points de grille

Décalages spectraux calculés aux points de grille



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 516

of : 502

76

SAF

Calcul des fonctions d'auto-apodisation

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSafWnSaf	WnSaf	Nombres d'ondes des fonctions d'auto-apodisation
IDefRpdWn	WnSaf	Nombre d'ondes du laser Rpd
IDefSafNsOpd	NsOpd	Nombre de points de discrétisation de l'Opd
IDefSafOpdMax	OpdMax	Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation
IDefSafNsCCM	NsCCM	Nombre de points de description du mouvement du coin de cube
ICcmApexX	ApexX	Coordonnées x du vecteur Apex du coin de cube mobile
ICcmApexY	ApexY	Coordonnées y du vecteur Apex du coin de cube mobile
ICcmApexZ	ApexZ	Coordonnées z du vecteur Apex du coin de cube mobile
IDefPsfSondNbLin	NbLin	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur
IDefRpdPsfNbLin	NbLin	Nombre de lignes de l'lpf du Rpd
IDefPsfSondNbCol	NbCol	Nombre de points de description des lpsf dans le repère sondeur
IDefRpdPsfNbCol	NbCol	Nombre de colonnes de l'lpf du Rpd
IDefRpdPsfY	PsfY	Coordonnées y des points de l'lpf du laser Rpd
IPspPsfY	PsfY	Coordonnée y des points de l'lpf actualisée
IDefRpdPsfZ	PsfZ	Coordonnées z des points de l'lpf du laser Rpd
IPspPsfZ	PsfZ	Coordonnée z des points de l'lpf actualisée
IDefPsfSondWgt	PsfWgt	Poids des points des lpsf
IDefRpdPsfWgt	PsfWgt	Poids des points de l'lpf du laser Rpd
IDefSdbGridY	AxeY	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Y
IDefSdbGridZ	AxeZ	Coordonnées angulaires des points de la grille selon Z
IDefSafZnSeA	A	Coefficients A du calcul de l'indice du ZnSe
IDefSafZnSeB	B	Coefficients B du calcul de l'indice du ZnSe
IDefSafAlignLazWn	Wn0	Nombre d'ondes du laser d'alignement
IDefSafPsf0NbLin	NbLin0	Nombre de lignes de description de la Psf de référence
IDefSafPsf0NbCol	NbCol0	Nombre de colonnes de description de la Psf de référence
IDefSafPsf0Wgt	Psf0Wgt	Poids des points de la Psf de référence
IDefSafPsf0Y	Psf0Y	Coordonnées selon Y de la Psf de référence
IDefSafPsf0Z	Psf0Z	Coordonnées selon Z de la Psf de référence
IDefSafSPWidth	Es	Epaisseur de la lame séparatrice
IDefSafCPWidth	Ec	Epaisseur de la lame compensatrice
IDefSafSPAngl	Alphas	Angle d'incidence du faisceaux sur la lame séparatrice
IDefSafCPAngl	Alphac	Angle d'incidence du faisceaux sur la lame compensatrice

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ISafPixSaf	Saf	Fonctions d'auto-apodisation
ISafRpdSaf	Saf	Fonctions d'auto-apodisation du laser d'échantillonnage Rpd
ISafFieldMeanAngle	FieldMeanAngle	Angle moyen du champ sur le pixel



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 517

of : 502

77

SAS

Prise en compte de l'échantillonnage Rpd*Entrée*IDefSafNsOpd
IDefRpdWn
ISafRpdSafIDefSafWnSaf
ISafPixSaf*Sortie*ISasPixSaf
ISasSafArg0

ISasSafContrast

*NomLocal*NsOpd
WnRpd
SafRpdWn
Saf*NomLocal*SafC
SafArg0

SafContrast

*Libellé*Nombre de points de discrétisation de l'Opd
Nombre d'ondes du laser Rpd
Fonctions d'auto-apodisation du laser d'échantillonnage Rpd
Nombres d'ondes des fonctions d'auto-apodisation
Fonctions d'auto-apodisation*Libellé*Fonctions d'auto-apodisation vues par le laser Rpd
Argument de la fonction d'auto apodisation en $x=0$ avant normalisation (fonction d'erreur de phase ordinaire - modèle)
Fonction de contraste de l'interféromètre

78

SRF

Calcul des fonctions d'instrument*Entrée*IDefSrfSDWn
IDefSrfNlsrf
IDefSpectDWn1b
IDefSafNsOpd
IDefSafOpdMaxIDefFftNsFFT
IDefRpdWn
ISafFieldMeanAngle
ISasPixSaf*Sortie*ISrflsrfRe1b
ISrfDWnlsrf*NomLocal*SDWnlsrf
Nlsrf
DWnSpect
SafNsOpd
SafOpdMaxDPSNsFFT
WnRpd
FieldMeanAngle
SafC*NomLocal*Isrf
DWnlsrf*Libellé*Demi largeur du domaine de définition des fonctions d'instrument
Nombre de points d'échantillonnage des fonctions d'instrument
Echantillonnage spectral nominal du spectre mesuré niveau 1b
Nombre de points de discrétisation de l'Opd
Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation
Dimension de la transformée de Fourier bord
Nombre d'ondes du laser Rpd
Angle moyen du champ sur le pixel
Fonctions d'auto-apodisation vues par le laser Rpd*Libellé*Fonctions d'instrument de la banque de données spectrales
Décalage spectral des fonctions d'instrument

79

CAF

Calcul des fonctions d'apodisation*Entrée*

IDefAfOpdMax

IDefSafOpdMax

IDefS1cNbSWwidth
ISrcGTFIDefSafNsOpd
ISasPixSaf
ISafFieldMeanAngle
ISasSafContrast
ISrfDWnlsrf*NomLocal*

AfOpdMax

SafOpdMax

NbSWwidth
GTFNsOpd
SafC
FieldMeanAngle
SafContrast
DWnlsrf*Libellé*Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'apodisation
Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'auto-apodisation
Demi-largeur des fenêtres d'apodisation
Transformée de Fourier de la fonction d'instrument résultante constante
Nombre de points de discrétisation de l'Opd
Fonctions d'auto-apodisation vues par le laser Rpd
Angle moyen du champ sur le pixel
Fonction de contraste de l'interféromètre
Décalage spectral des fonctions d'instrument



Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE

Issue : 6

Date:

Rev : 7

Date 06/01/2011

Page : 518

of : 502

Sortie

ICafAf

NomLocal

Af

Libellé

Fonctions d'apodisation de la banque de données spectrales

80

NPS

Introduction de la variation inter-pixels de la phase naturelle dans les shifts spectraux

Entrée

Sdb

IWnpNbSWmx

IDefSsdNhar

IWnpPhaseNat

IWnpDWnSWref

PN

NomLocal

Sdb_Ops

WnpNbSWmx

IDefSsdNhar

PhaseNat

IWnpDWnSWref

PN_Ref

Libellé

Base de données spectrales de l'OPS

Nombre de fenêtres spectrales

Harmoniques sélectionnées pour les fenêtres spectrales

Phases naturelles (harmoniques, fenêtres, pixels)

Espacement entre deux transitions spectroscopique (fenêtres)

Pixel de référence

Sortie

Sdb

NomLocal

Sdb_Ops

Libellé

Base de données spectrales de l'OPS

81

CMO

Calcul d'un modèle orbital

Entrée

IDefCmoTscanT0

IDefCmoTscanA0

IDefCmoTscanA1

IDefCmoTscanB1

IDefCmoTscanN

IDefCmoTscanFunc

IDefCmoTscanNF

IDefCmoOffsetSondIIST0

IDefCmoOffsetSondIISA0

IDefCmoOffsetSondIISA1

IDefCmoOffsetSondIISB1

IDefCmoOffsetSondIISN

IDefCmoOffsetSondIISFunc

IDefCmoOffsetSondIISNF

IDefCmoTrsT0

IDefCmoTrsA0

IDefCmoTrsA1

IDefCmoTrsB1

IDefCmoTrsN

IDefCmoTrsFunc

IDefCmoTrsNF

NomLocal

t0

a0

a1

b1

n

f(m)

m

t0

a0

a1

b1

n

f(m)

m

t0

a0

a1

b1

n

f(m)

m

Libellé

Modèle de température du scan : date de référence t0

Modèle de température du scan : biais initial a0

Modèle de température du scan : dérive du biais a1

Modèle de température du scan : dérive du coefficient b1

Modèle de température du scan : nombre de points du modèle n

Modèle de température du scan : fonction f(m)

Modèle de température du scan : nombre de points m

Modèle de l'offset sondeur-IIS : date de référence t0

Modèle de l'offset sondeur-IIS : biais initial a0

Modèle de l'offset sondeur-IIS : dérive du biais a1

Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points du modèle n

Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points du modèle n

Modèle de l'offset sondeur-IIS : fonction f(m)

Modèle de l'offset sondeur-IIS : nombre de points m

Modèle de temp. des surf. radiatives : date de référence t0

Modèle de temp. des surf. radiatives : biais initial a0

Modèle de temp. des surf. radiatives : dérive du biais a1

Modèle de temp. des surf. radiatives : dérive du coefficient b1

Modèle de temp. des surf. radiatives : nombre de points du modèle n

Modèle de temp. des surf. radiatives : fonction f(m)

Modèle de temp. des surf. radiatives : nombre de points m

Sortie

IDefSmeTScanModel

GCmoTscanFlagDimNOK

IDefOffsetSondIISModel

NomLocal

Model

FlagDimNOK

Model

Libellé

Modèle de température du miroir de balayage

Modèle de température du scan : indicateur d'erreur

Paramètres du modèle d'évolution orbital de l'offset Sondeur-IIS

Modèle de l'offset sondeur-IIS : indicateur d'erreur

GCmoOffsetSondIISFlagDimNOK FlagDimNOK

		<p>Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE</p> <p>Issue : 6 Date:</p> <p>Rev : 7 Date 06/01/2011</p> <p>Page : 519 of : 502</p>
---	--	---

IDefHecTRsModel
 GCmoTrsFlagDimNOK

Model
 FlagdimNOK

Modèle de température des surfaces radiatives
 Modèle de temp. des surf. radiatives : indicateur d'erreur

		Doc n° IA-DF-0000-2006-CNE Issue : 6 Date: Rev : 7 Date 06/01/2011 Page : 520 of : 502
---	--	--

82

SRC

Calcul de la fonction d'instrument 1C

Entrée

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
IDefSrcSFWHM	FWHM	Largeur à mi-hauteur nominale de l'ISRF 1C
IDefFftNsFFT	NsFFT	Dimension de la transformée de Fourier bord
IDefRpdWn	WnRpd	Nombre d'ondes du laser Rpd
IDefSrcFieldMeanAngle	FieldMeanAngle	Angle moyen du champ sur le pixel
IDefSrfSDWn	SDWnIsrf	Demi largeur du domaine de définition des fonctions d'instrument
IDefSrfNsIsrf	NsIsrf	Nombre de points d'échantillonnage des fonctions d'instrument
IDefSafNsOpd	NsOpd	Nombre de points de discrétisation de l'Opd
IDefAfOpdMax	AfOpdMax	Différence de marche optique maximum représentée par la fonction d'apodisation

Sortie

	<i>NomLocal</i>	<i>Libellé</i>
ISrclIsrf1C	Isrf1C	Fonction d'instrument de niveau 1C
ISrcGTF	GTF	Transformée de Fourier de la fonction de convolution 1C