

Bilan du run VEGA de Mai 2008

Description du run

- Deux équipes se sont succédées :
 - Denis Mourard, Jean-Michel Clausse et Aurélie Marcotto du 18 au 27 Mai
 - Denis Mourard et Karine Perraut du 27 Mai au 5 Juin
- Côté technique
 - Finalisation de la procédure d'alignement, de jour et sur le ciel (voir document)
 - Documentation de la procédure d'utilisation de VEGA (voir document)
 - Résolution des problèmes de cosmétique des détecteurs (voir rapport dédié)
 - Mise en phase de VEGA sur CHARA. Les différences de marche interne sont inférieures à 100 μ m par rapport aux références CHARA mais il faut garder à l'esprit que le changement de position des dichroïques (beam samplers) introduit des erreurs de différence de marche
 - Mise en place du nouvel ordinateur de contrôle et essais de contrôle à distance.
- Côté observations
 - 4 nuits avec de très bonnes conditions de seeing (données du 30 Mai au 2 Juin inclus) ont permis d'observer de la tombée de la nuit au lever du jour et de recueillir des données de qualification et à caractère astrophysique de qualité
 - 1 nuit de moins bon seeing (le 3 Juin) a essentiellement permis de qualifier l'instrument en mauvaises conditions
 - 1 nuit (le 29 Mai) a été perdue pour cause de problèmes techniques sur CHARA (problème de ligne à retard essentiellement)
 - les autres nuits ont été perdues pour cause de mauvais temps (humidité trop forte, ou vent trop fort, ou quantité de poussières trop grande).
 - La stratégie de préparation des observations a été mieux établie (voir document).

Opérabilité

- VEGA est qualifié et a atteint un **état de stabilité opto-mécano-informatique excellent**. Une ou deux nuits sont suffisantes pour former un observateur aux contrôles d'alignement et à l'automate complet de VEGA. Même si le fonctionnement de CHARA est robuste, il faut noter que chaque fois que nous avons « perdu » les franges d'un objet à l'autre ou d'une base à l'autre, c'était un problème de référence de la ligne à retard et non de VEGA. Il faut bien garder cela à l'esprit au cours de la nuit pour éviter de perdre du temps.
- L'opération de VEGA est fluide et a pu être testée à distance depuis Grasse. Une séquence a même été entièrement menée en **remote**.

- Nous avons démontré qu'un changement de bases peut être opéré en moins de 5 minutes, par shutters pour l'instant (4 télescopes de CHARA sont pointés sur un même objet ; VEGA sélectionne à l'aide de ses shutters 2 faisceaux à la fois et enregistre les franges correspondant à cette paire de télescopes ; en sélectionnant les deux autres faisceaux, VEGA enregistre les franges de l'autre paire de télescopes et donc de l'autre base). Ceci ouvre la **possibilité d'observations quasi-simultanées sur deux bases différentes**. Ces deux bases s'appuyant sur deux télescopes différents pour le contrôle de la différence de marche, cela suppose du point de vue de CHARA de faire tourner deux systèmes de contrôle, 1 primaire et 1 secondaire. Cela ne pose pas de problèmes particuliers mais doit être précisé à l'opérateur.
- Deux systèmes de contrôle et de communication avec les lignes à retard sont opérationnels, permettant de rechercher et d'asservir des franges sur deux bases en quasi-simultané.
- **Une séquence d'observations prend 15 minutes** (pour environ 8 à 10 minutes d'intégration, i.e. 10 fichiers de 2000 images) et le passage d'une étoile à l'autre ou d'une base à l'autre (frange à frange) ne prend pas plus de 2 ou 3 minutes car le pointage avec les télescopes CHARA est très rapide et la « recherche » des franges est immédiate dès que l'offset de la configuration utilisée est connu. Il faut rajouter à ces durées indicatives quelques minutes pour la calibration spectrale chaque fois que l'on change de résolution ou de longueur d'onde.
- Le fait d'enregistrer systématiquement les images et les pupilles en fin d'observation fait perdre un peu de temps, surtout quand l'observation suivante concerne la même source, sur la même base. Un mode permettant d'éviter cet enregistrement systématique pourrait être utile à l'avenir (par exemple pour la qualification de la polarisation où il est inutile d'enregistrer les images et les pupilles à chaque fois qu'on insère ou qu'on retire le prisme de Wollaston).

Validations et qualifications instrumentales

- Mesure de l'**offset de la base S1S2** (Tables 1a et 1b)
- Mesure de l'**offset de la base W1W2** (Table 2)
- Mesure de l'offset entre les paires de faisceaux V1V2 et V2V3 :

$$\text{Offset V1V2} = \text{Offset V2V3} + 1.4 \text{ (en mm)}$$

- Mesure de l'offset entre les paires de faisceaux V2V3 et V3V4 :

$$\text{Offset V2V3} = \text{Offset V3V4}$$

Il faut se rappeler que ces offsets intègrent les erreurs internes VEGA et les erreurs introduites par le déplacement des dichroïques CHARA.

- D'une manière générale il a été constaté une **très grande stabilité des franges sur CHARA**. Les modèles de base semblent bons bien qu'il puisse exister des incertitudes sur la position moyenne des franges.
- **Opération en basse, moyenne et haute résolution spectrale :**
 - la haute résolution est bien adaptée à la recherche de franges. La magnitude limite doit se situer aux environs de $m_V = 3.5/4$ selon les conditions de seeing. Il est intéressant également de noter qu'en haute résolution spectrale l'asservissement des franges par le tracker n'est que très peu utile car le rapport des dérivées moyennes des franges CHARA à la longueur de cohérence est très faible. Du coup ce n'est plus le tracker qui définit la magnitude limite dans ce mode mais réellement le flux par canal spectral.
 - la présence de franges en moyenne résolution sur des objets allant jusqu'à magnitude 5 a toujours été évidente, à condition de restreindre à un niveau moyen de 1200 le nombre de photons utilisé par le tracker. Au-delà, des problèmes d'aigrette ou de fond posent problème au tracker (problème logiciel ou de transmission des tableaux de photons à regarder ou encore de puissance de calcul du tracker).
 - en basse résolution, il est indispensable de restreindre la fenêtre spectrale utilisée par le tracker pour éviter les effets de décorrélation spectrale, ce qui peut devenir limitant pour les objets faibles. On a pu constater une baisse sensible du contraste pour une bande plus large que 40 nm environ. Cependant il est prévisible que cette valeur doit dépendre des conditions de seeing.
- **Asservissement des franges en moyenne résolution spectrale** avec un signal-à-bruit d'environ 10 en quelques secondes sur les magnitudes suivantes :

Magnitude	Contraste
5	≈ 1
4.8	0.4
4.6	≤ 0.35

Coefficient FT = 1																	
Offset V1V2 = Offset V2V3 + 1.4																	
Offset V3V4 = Offset V2V3																	
			AH	- 6 h	- 5 h	- 4 h 10	- 3 h 40	- 2 h 55	- 2 h 30	- 2 h 15	- 2 h	- 1 h 30	- 1 h 10	- 1 h	- 0 h 50	- 0 h 30	0 h
Name	HD	DEC	Beams														
	198001	-09 29 44.8	V2V3					27.28									29.27
	144470	-20 32 07.1	V2V3												29.58	30.4	
delSco	143275	-22 37 18.1	V2V3										30.38				
delAql	182640	03 06 53.2	V2V3											28.52			
omiHer	166014	28 45 45.0	V1V2									28.5	28.6	28.64			28.64
gamLyr	176437	32 41 22.4	V1V2			26.7	27.2		27.96								
betLyr	174638	33 21 45.6	V1V2				27.05										
	202904	34 53 48.8	V1V2					27.47									
Pcygni	193237	38 01 58.5	V1V2						27.74								
	188892	38 29 12.1	V1V2									28.1					
	180163	39 08 45.5	V1V2							27.78			27.99				
gamUMa	103287	53 41 41.1	V1V2														
gamUMa	103287	53 41 41.1	V2V3														
delUMa	106591	57 01 57.4	V2V3														
delUMa	106591	57 01 57.4	V1V2														
alfCep	203280	62 35 08.0	V1V2	24.5	24.22						25.76	25.91					

Table 1a : Offsets pour la base SIS2 pour deux configurations de faisceaux et différentes déclinaisons pour des angles horaires avant le transit.

Coefficient FT = 1														
Offset V1V2 = Offset V2V3 + 1.4														
Offset V3V4 = Offset V2V3														
			AH	0 h	0 h 50	1 h 10	1 h 25	1 h 40	2 h	2 h 20	2 h 45	3 h 10	4 h	4 h 20
Name	HD	DEC	Beams											
	198001	-09 29 44.8	V2V3	29.27										
	144470	-20 32 07.1	V2V3											
delSco	143275	-22 37 18.1	V2V3		29.55		29.59							
delAql	182640	03 06 53.2	V2V3		29.28									
omiHer	166014	28 45 45.0				29.36	29.44	29.53		29.60	29.60			
gamLyr	176437	32 41 22.4	V1V2											
betLyr	174638	33 21 45.6	V1V2											
	202904	34 53 48.8	V1V2											
Pcygni	193237	38 01 58.5	V1V2											
	188892	38 29 12.1	V1V2											
	180163	39 08 45.5	V1V2											
gamUMa	103287	53 41 41.1	V1V2		28.15		28.12		28.15	28.13			27.85	27.7
gamUMa	103287	53 41 41.1	V2V3						27.00			26.77		
delUMa	106591	57 01 57.4	V2V3				27.99		26.5					
delUMa	106591	57 01 57.4	V1V2							27.94				
alfCep	203280	62 35 08.0	V1V2											

Table 1b : Offsets pour la base SIS2 pour deux configurations de faisceaux et différentes déclinaisons pour des angles horaires après le transit.

Coefficient FT = -1																	
Name	HD	DEC	AH	- 3 h 15	- 2 h 55	- 2 h 45	- 2 h 20	- 2 h	-1 h 15	- 0 h 55	- 0 h 40	- 0 h 30	0 h	1 h	1 h 30	1 h 40	2 h 10
zetaOph	149757	-10 34 01.5							-0.48				-2.6	2.94	3.61		
gamSct	170296	-14 33 56.9						-2.9	-3.12								
upsSgr	181616	-15 57 17.7					-3.18			- 4.28				3.34			
	144470	-20 32 07.1										-3.48					
delSco	143275	-22 37 18.1							-3.6								
epsHer	153808	30 55 35.1							- 0.45			- 0.58					
gamLyr	176437	32 41 22.4						-0.9	- 0.4								
betLyr	174638	33 21 45.6						0.34		- 0.39							
	202904	34 53 48.8		-1.2													
Pcygni	193237	38 01 58.5				-1											
alphaCVn	112413	38 19 06.1											- 1.4				
	188892	38 29 12.1							-0.91								
	180163	39 08 45.5						0.93									
gamUMa	103287	53 41 41.1													-2.01		
delUMa	106591	57 01 57.4														-2.3	-2.6
delUMa	106591	57 01 57.4												2.1			

Table 2 : Offsets pour la base W1W2 pour différentes déclinaisons et différents angles horaires

- **Observations en mode naturel et polarisé** (avec le prisme de Wollaston à 180°) sur quelques objets mais dans des conditions de seeing plutôt médiocres. Cette qualification est probablement à refaire fin Juillet en suivant, pour différents angles horaires, deux calibrateurs de déclinaisons différentes, sur la base S1S2, en alternant des observations en lumière naturelle et des observations en lumière polarisée. Il faut noter qu'aujourd'hui la gestion des observations par l'automate n'est pas vraiment adaptée à de tels cycles d'observations d'un même objet, sur une même base.

- **Mesures en laboratoire des intensités naturelles et polarisées à différents endroits du train optique.**
 - On utilise la source blanche fibrée de VEGA qui est non polarisée.
 - On place cette source soit en amont des compresseurs de faisceaux de VEGA (BCP), soit en amont des séparatrices de CHARA (SEP), soit en amont des dichroïques de CHARA (DIC).
 - Pour chaque mesure, on co-aligne le faisceau émis par la source blanche (qui se propage dans le même sens que les faisceaux stellaires) avec le faisceau laser du simulateur VEGA qui se propage à rebours.
 - On s'assure ensuite que la fente du spectrographe de VEGA est uniformément éclairée.
 - On enregistre le flux sur ALGOLR sans (NAT) et avec le prisme de Wollaston. Dans ce dernier cas, on obtient deux images de la fente, une dans chaque polarisation (notées SPIN H et SPIN B).
 - Dans un second temps, on effectue les mêmes mesures en insérant devant la source blanche un film polarisant dans deux positions différentes correspondant à deux polarisations orthogonales (notées H et V).
 - On utilise l'outil `traite` pour calculer le nombre de photons dans une fenêtre donnée (de même taille pour toutes les configurations).

	NAT	SPIN H	SPIN B
BCP	723	317	416
SEP	453	116	298
SEP H		5	147
SEP V		59	5
DIC	415	124	264
DIC H		6	123
DIC V		59	5

Table 3 : mesures des intensités naturelles et polarisées à différents niveaux du train optique de CHARA-VEGA. Attention : H et V signifient Horizontal et Vertical pour l'orientation du film polarisant ; H et B signifient Haut et Bas pour la position de la tache image sur la caméra ALGOLR.

On constate :

- Un léger déséquilibre en flux entre les deux polarisations au niveau de VEGA lui-même (facteur 1.3), déséquilibre déjà observé en laboratoire à Grasse lors des différentes qualifications du mode SPIN.
- Un déséquilibre entre les deux polarisations qui est fort au niveau des séparatrices (facteur 2.6) et un peu moins au niveau des dichroïques (2.1).
- Une extinction normale de chaque polarisation (H ou V) sur la caméra ALGOLR (H ou B)

Comme la conclusion était en désaccord avec les mesures de Décembre 2007*, qui pointaient plutôt sur un problème au niveau des dichroïques, nous avons vérifié à l'œil ce facteur 2 entre les polarisations en éclairant directement une séparatrice avec la source blanche et en tournant le film polarisant devant. Il est clairement apparu que l'intensité de la tache de sortie (transmise par la séparatrice) variait bien d'un facteur 2 lors de la rotation du film polarisant, ce qui n'était pas le cas pour la source seule ou pour le faisceau transmis par la dichroïque. Nous avons aussi vérifié que la polarisation la plus intense dans le faisceau réfléchi par la séparatrice correspondait à la polarisation la moins intense dans le faisceau transmis.

Les séparatrices de CHARA introduisent un effet de polarisation instrumentale en termes de flux.

Il reste à vérifier si cet effet en flux se traduit par un biais en termes de visibilité, d'où la nécessité d'observer des calibrateurs en mode naturel et en mode SPIN. Quelques données ont été recueillies durant ce run et sont à analyser finement :

- 1 série de mesures en polarisation : 3 blocs Naturel / 3 blocs Wollaston / 3 blocs Naturel / 3 blocs Wollaston / 3 blocs Naturel sur γ UMa (base S1S2).
- 3 séries de mesures en polarisation : 3 blocs Naturel / 3 blocs Wollaston / 3 blocs Naturel / 3 blocs Wollaston / 3 blocs Naturel sur omiHer (HD166014 qui s'est avéré présenter une raie H α avec une émission centrale !) sur S1S2.

Cela dit, compte tenu des conditions de seeing durant ces acquisitions, il faudra probablement fin Juillet prévoir de suivre, pour différents angles horaires, deux calibrateurs de déclinaisons différentes, sur la base S1S2, en alternant des observations en lumière naturelle et des observations en lumière polarisée

- **Stabilité de la fonction de transfert instrumentale :** nous avons réalisé
 - des observations en début de nuit, quand c'était possible, de deux étoiles identiques (δ Uma et γ UMa) chaque nuit.
 - des observations de 3 calibrateurs différents autour de β Lyr durant 2 h sur la base W1W2.

Les données sont à analyser.

* Il se peut que les mesures de Décembre soient affectées par les problèmes de détecteur qui ont été résolus lors de ce run.

- **Recherche de la magnitude limite** : essai d'observation en basse résolution spectrale sur un objet de magnitude 6.4. Nous avons été limités à cause du seeing. Cela dit, en bonnes conditions de seeing, la limitation viendra probablement du tracker du fait de la nécessité de limiter la fenêtre spectrale pour réduire les effets de décorrélation spectrale. La détection et l'asservissement des franges en basse résolution est plus critique. Nous avons testé positivement une stratégie visant à utiliser une étoile de check en moyenne résolution puis basse résolution afin d'avoir une bonne connaissance de la dérive des franges. Cela semble fonctionner correctement.

Observations à visée astrophysique

- 3 points de visibilité sur beta Lyr sur W1W2 (de -2 h à -1 h) avec 2 points sur γ Lyr comme calibrateur.
- 3 points de visibilité sur upsSgr (Be) sur W1W2 (de -2 h au transit) avec 2 points de calibration sur HD198001.
- 5 points de visibilité sur zetOph (Be) sur W1W2 (de -1 h 15 à +2 h). Les points obtenus sur les calibrateurs sont assez loin dans le temps. Prévoir une analyse en différentiel ($H\alpha$ vs. continu)
- Franges enregistrées sur S1S2 en haute résolution spectrale sur alpha Cep de -6h à -1h, pour différents domaines spectraux (un centré sur $H\alpha$, un centré sur 528 nm).
- Franges enregistrées sur 2 bases croisées (S1S2 et W1W2) sur δ Sco avec comme calibrateurs HD198001 et HD 144470.
- 2 points de visibilité sur δ Aql sur S1S2 en moyenne résolution spectrale (à -1 h 30 et +0 h 20) avec 2 points sur un calibrateur (HD198001).
- 1 point de visibilité sur δ Aql sur S1S2 en haute résolution spectrale (autour de $H\alpha$).
- Franges enregistrées sur 2 bases croisées (S1S2 et W1W2) sur P Cyg avec 3 calibrateurs (HD180163, HD202904 et HD188892). HD202904 s'est avéré présenter une raie $H\alpha$ en émission.

Analyse très préliminaire :

- Toutes les observations ci-dessus contiennent des franges de qualité, avec des gammes de visibilité assez différentes.
- Les spectres (PCyg, α Cep, δ Aql, ...) sont de bonne qualité.

Il faut noter que la calibration spectrale est l'étape primordiale avant tout traitement et que cette calibration peut s'avérer délicate en haute résolution spectrale (en particulier pour l'identification des raies).

- En haute résolution spectrale, on observe un effet de décorrélation spectrale d'un bord à l'autre de la fenêtre (Figure 1). Ceci peut poser problème pour le calcul de la phase car lorsque la distance entre les deux fenêtres de l'intercorrélacion augmente, la visibilité décroît fortement et la détermination de la phase en est très perturbée.

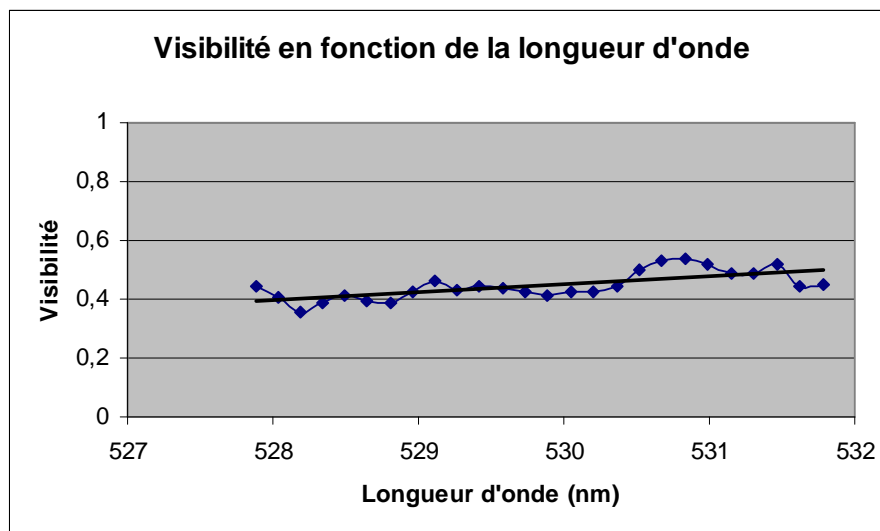


Figure 1 : Visibilité obtenue sur α Cep en fonction de la longueur d'onde centrale de la fenêtre glissante. La visibilité est calculée par intercorrélacion entre une fenêtre fixe centrée à 525 nm et une fenêtre glissante. Un ajustement linéaire est superposé aux points de visibilité calculés.

- Pour les données d' α Cep, un traitement rapide par intercorrélation dans le continu à gauche de H α et avec la caméra bleue semble montrer que les fluctuations de phase sont de l'ordre de 3 à 5° rms (Figure 2). Un traitement plus fin est à faire.

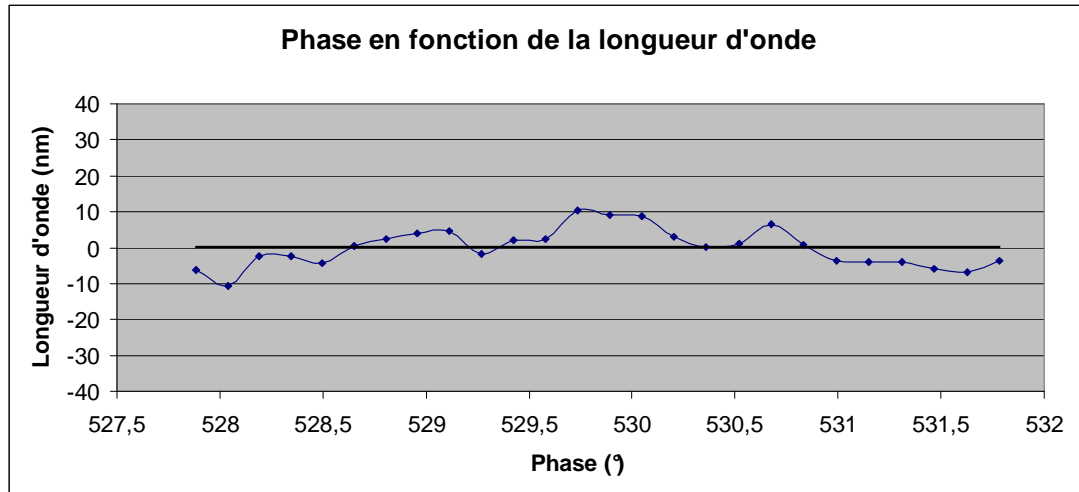


Figure 2 : Phase obtenue sur α Cep en fonction de la longueur d'onde centrale de la fenêtre glissante. Le calcul est effectué par intercorrélation entre une fenêtre fixe centrée à 525 nm et une fenêtre glissante.