



SIAMOIS : Concept optique et AIT

Préparé par :	Date :	Signature :
Pernelle BERNARDI	4/05/07	
Approuvé par :	Date :	Signature :
Chef de projet : Tristan BUEY		

	Titre du document : Concept optique et AIT	Référence: SIAM-Optique-07-01
	Auteurs : P. Bernardi	Version: 1.0 Date : 16/04/2007

- 2 -

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS DU DOCUMENT

Ed.	Rév.	Date	Modifications	Visa
1	0	04/2007	<i>1ère rédaction du document</i>	

DOCUMENTS DE REFERENCE

Repère	Ed.	Titre du document	Auteur	Date
DR1	1	Spécifications pour le sismomètre interférentiel SIAMOIS	JP.Maillard	27/06/2003
DR2	1	Spécifications techniques pour les optiques de SIAMOIS	JM.Reess	03/02/2004
DR3	1	Devis SESO	D.Fappani	29/01/2007

SOMMAIRE

1. Introduction	4
2. Concept optique	4
2.1. Description générale	4
2.2. Collimateur	5
2.3. La cavité interférométrique	5
2.4. Miroirs segmentés M3 et M4	7
2.5. Post-dispersion	8
2.6. Optiques de chambre L1 et L2	8
2.7. Miroirs prismatiques	8
3. Assemblage, intégration et test.....	9
3.1. Collimateur	9
3.2. Cavité interférométrique	9
3.3. Miroirs segmentés M3 et M4	10
3.4. Optiques de chambre L1 et L2	10
3.5. Miroirs prismatiques	10
3.6. Cuve à vide	10

1. Introduction

Ce document a pour l'objet la description du concept optique de l'instrument SIAMOIS : l'interféromètre et les éléments optiques associés (collimateur, optique de chambre). Le télescope équipé de sa bonnette et la fibre optique sont décrits dans d'autres documents.

Ce document s'inspire des spécifications écrites par Jean-Pierre Maillard. Il prend en compte les modifications apportées au schéma optique et discutées avec la société SESO (voir DR1 et DR3).

Nous décrivons également l'intégration des différents éléments optiques sur la table optique.

2. Concept optique

2.1. Description générale

L'instrument SIAMOIS est un interféromètre à deux ondes qui fonctionne à différence de marche fixe (pas de pièce mobile). La cavité interférométrique est composée d'une lame séparatrice et de deux miroirs parallèles, liés ensemble par des entretoises de même longueur. Une lame compensatrice fixe la différence de marche. Le miroir à échelons M2 permet de décrire cinq différences de marche autour de celle fixée par la lame compensatrice. La post-dispersion, pour avoir accès aux informations chromatiques, est assurée par des réseaux (résolution ~1000). Les deux faisceaux, coulés par des miroirs prismatiques, sont focalisés sur la même caméra CCD par deux optiques de chambre identiques.

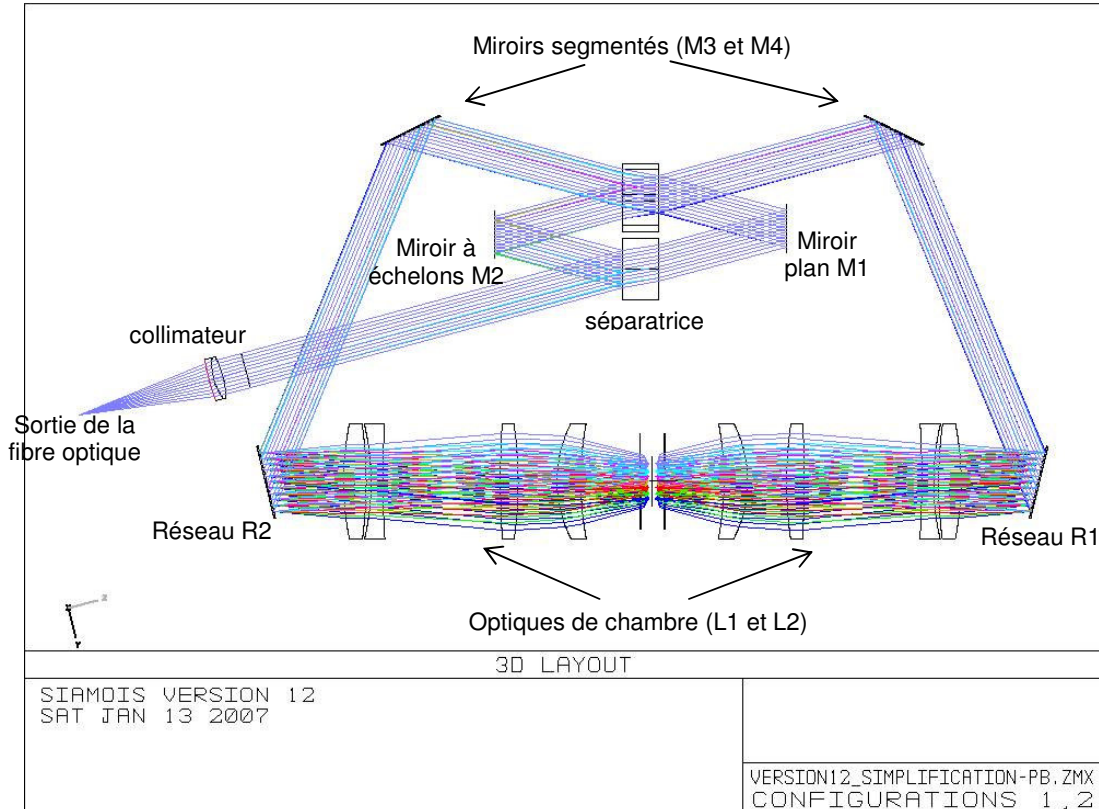


Fig.1 : schéma optique de l'instrument

Le schéma optique est déterminé par un certain nombre de paramètres. Certains ont été modifiés par rapport aux spécifications écrites par Jean-Pierre Maillard dans un souci de simplification de l'instrument (en réalisation, donc de diminution du coût).

- Diamètre de cœur de la fibre optique : 50 μ m
- Ouverture de l'objectif en entrée : f/4
- Diamètre du faisceau parallèle : 30mm
- Longueur des entretoises de l'interféromètre : 108 mm
- Angle d'incidence sur la séparatrice : 15°
- Epaisseur de la séparatrice : 30mm
- Angle d'incidence sur les réseaux R1 et R2 : 60.08°
- Domaine spectral : 400 - 560nm
- Angle de diffraction des réseaux à 480nm : -16.9°
- Focale des objectifs L1 et L2 : 132mm
- Caméra CCD : 1024 x 512 pixels de 26 μ m

Notons que la bande spectrale utile est sélectionnée au niveau de la bonnette du télescope par l'utilisation d'une lame dichroïque. La partie rouge du spectre est utilisé pour le guidage du télescope.

2.2. Collimateur

Le collimateur est un ensemble de focale 120 \pm 1mm, comportant un doublet collé de diamètre extérieur 40mm (utile 30mm) en S-FPL53, S-LAH54 et S-FPL53.

Toutes les faces des lentilles sont traitées antireflet, avec une transmission supérieure à 98% dans la bande 400 - 560nm.

La qualité de polissage est de $\lambda/8$ PTV sur chaque sous-pupille de travail.

La spécification pour la qualité globale du collimateur est : 95% de l'énergie dans un cercle de diamètre 20 μ m.

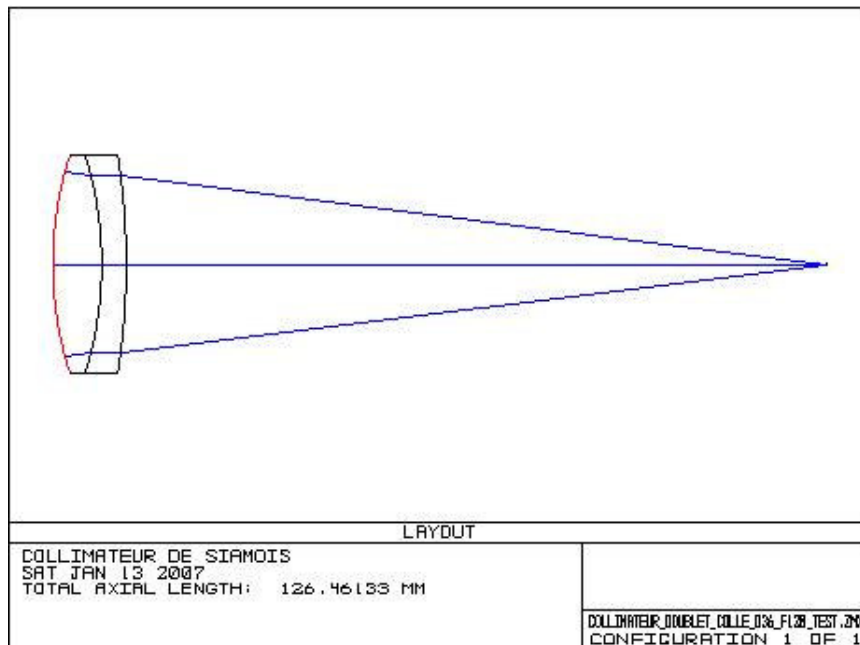


Fig.2 : Schéma optique du collimateur

2.3. La cavité interférométrique

La cavité interférométrique (voir fig.3) comprend :

- Deux entretoises en silice de longueur 108mm

- Une lame séparatrice en Homosil. Les traitements semi-réfléchissants ($50 \pm 5\%$) et antireflet sur le domaine 400 - 560nm seront déposés sur les zones utiles seulement (disques de diamètre 35mm).
- Deux miroirs M1 et M2 en silice. Le miroir M1 est un miroir plan. Le miroir M2 est un miroir à échelottes : il est composé de cinq échelons de profondeur $50 \pm 5\text{nm}$ (voir fig.4). SESO prévoit de réaliser ces échelottes par dépôts successifs de couches en épaisseurs maîtrisées et en évaporation sous vide. Un prototype doit être réalisé pour valider cette procédure et pour mesurer l'espace inter-échelons (qui doit être inférieur à $300\mu\text{m}$). Les traitements de M1 et M2 sont déposés sur une surface de diamètre 35mm.
- Une base en Zerodur ou en silice
- Un support pour une lame compensatrice (interchangeable sans réglage) qui s'interface avec la base de l'interféromètre
- Trois lames à retard d'épaisseurs : 3.2mm, 6.5mm, et 17.3mm.

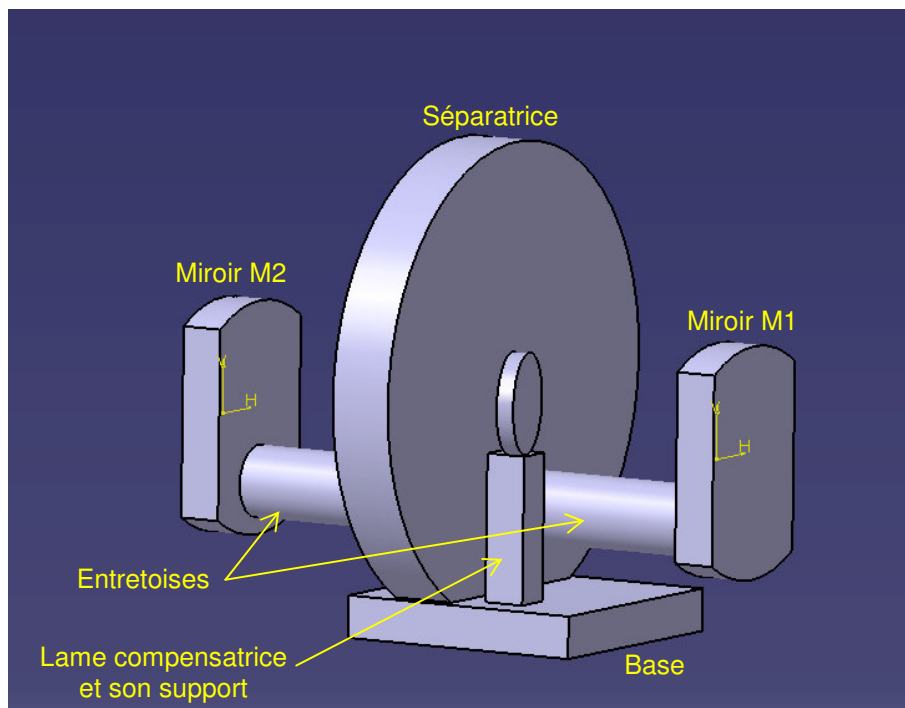


Fig.3 : schéma optique de la cavité interférométrique

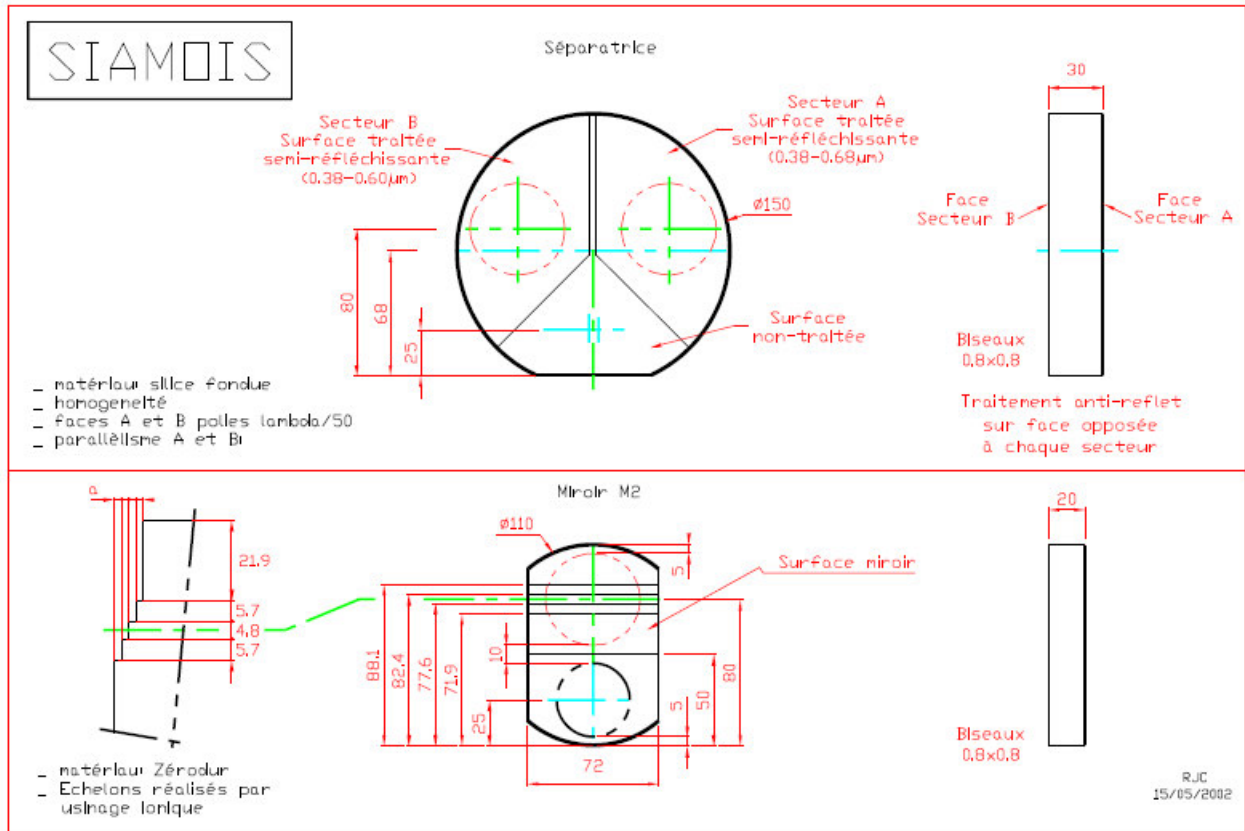


Fig.4 : schémas optiques de la séparatrice et du miroir à échelons M2

Les tolérances de fabrication retenues pour les pièces optiques de l'interféromètre sont les suivantes :

- La précision de surface absolue des deux surfaces réfléchissantes de la lame séparatrice et des deux miroirs M1 et M2 sera meilleure que $\lambda/40$ PTV ($\lambda=633\text{nm}$).
- La précision relative de surface entre les deux surfaces réfléchissantes de la séparatrice sera de $\lambda/75$ PTV ($\lambda=633\text{nm}$).
- La précision relative de surface entre les deux miroirs M1 et M2 sera de $\lambda/100$ PTV ($\lambda=633\text{nm}$). La mesure sera réalisée avant le dépôt des échelons.

Concernant la précision d'alignement de l'interféromètre monté : les miroirs M1 et M2 doivent être verticaux à mieux que 3", et leur orientation relative doit être meilleure que 1".

Les différentes pièces de la cavité interférométrique seront assemblées par adhérence moléculaire pour satisfaire ces exigences de positionnement.

2.4. Miroirs segmentés M3 et M4

Les miroirs M3 et M4 sont des miroirs qui permettent de séparer angulairement les faisceaux en sortie de l'interféromètre. Il est en effet indispensable de séparer les faisceaux ayant « vu » des échelons différents du miroir M2.

Ces miroirs segmentés sont composés de prismes en silice assemblés par adhérence moléculaire (ou adhérence irréversible) sur un socle. Ils sont équipés d'un support mécanique avec deux réglages angulaires (pour le réglage du renvoi du faisceau) et un réglage en translation verticale (pour faire coïncider les segments avec les échelons du miroir M2 de l'interféromètre).

Ces miroirs seront polis à $\lambda/8$ PTV.

2.5. Post-dispersion

La post-dispersion est assurée par des réseaux Jobin-Yvon Horiba (référence 510 08 160). Les détails sont donnés dans le document DR1.

Ces réseaux doivent être montés dans des supports mécaniques permettant au moins un réglage en rotation autour de l'axe vertical. Cette rotation autorise un ajustement de l'angle d'incidence des faisceaux parallèles sur les réseaux, et donc un centrage des spectres sur le détecteur.

2.6. Optiques de chambre L1 et L2

Les deux objectifs de chambre sont identiques. Il s'agit d'ensembles de focale 132 + 0 - 0.5mm (identité de ± 0.5 mm entre les deux objectifs). Ils comportent quatre lentilles de diamètre 100mm (utile 90mm) en S-LAH66, S-NPN51 et LAH59 (2 fois).

Toutes les faces des lentilles sont traitées antireflet, avec une transmission supérieure à 98% dans la bande 400 - 560nm.

La qualité de polissage est de $\lambda/8$ PTV sur chaque sous-pupille de travail.

La spécification pour la qualité globale des objectifs de chambre est : 95% de l'énergie dans un cercle de diamètre 30 μ m.

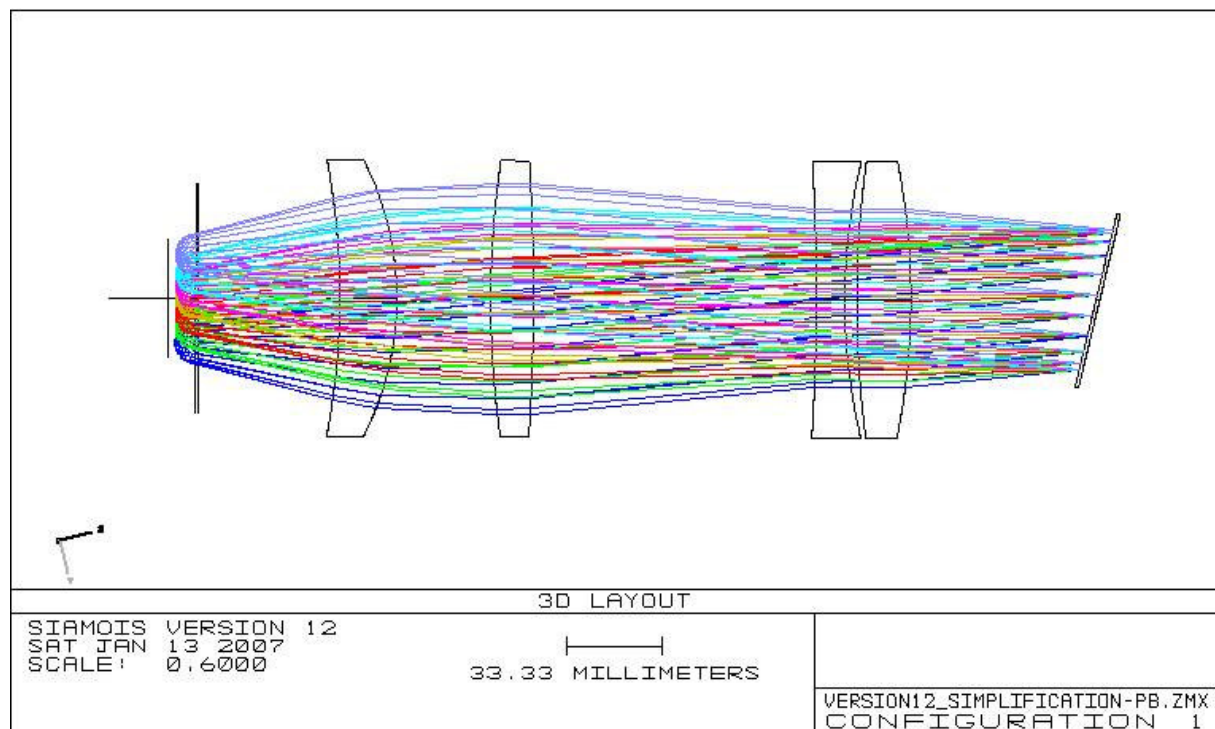


Fig.5 : schéma optique de l'optique de chambre

2.7. Miroirs prismatiques

Les miroirs prismatiques servent à couder les deux faisceaux devant la caméra. Ce sont des prismes dont une face est traitée pour être réfléchissante. Ils sont intégrés dans un support permettant des réglages indépendants en translation verticale (pour compenser l'écart de tirage des deux objectifs).

3. Assemblage, intégration et test

La figure 6 montre le plan d'intégration des différents ensembles optiques sur la table optique en invar. L'objectif est de minimiser le nombre de réglages optiques à réaliser. Ceci implique que ces différents ensembles seront positionnés *mécaniquement avec précision* sur la table.

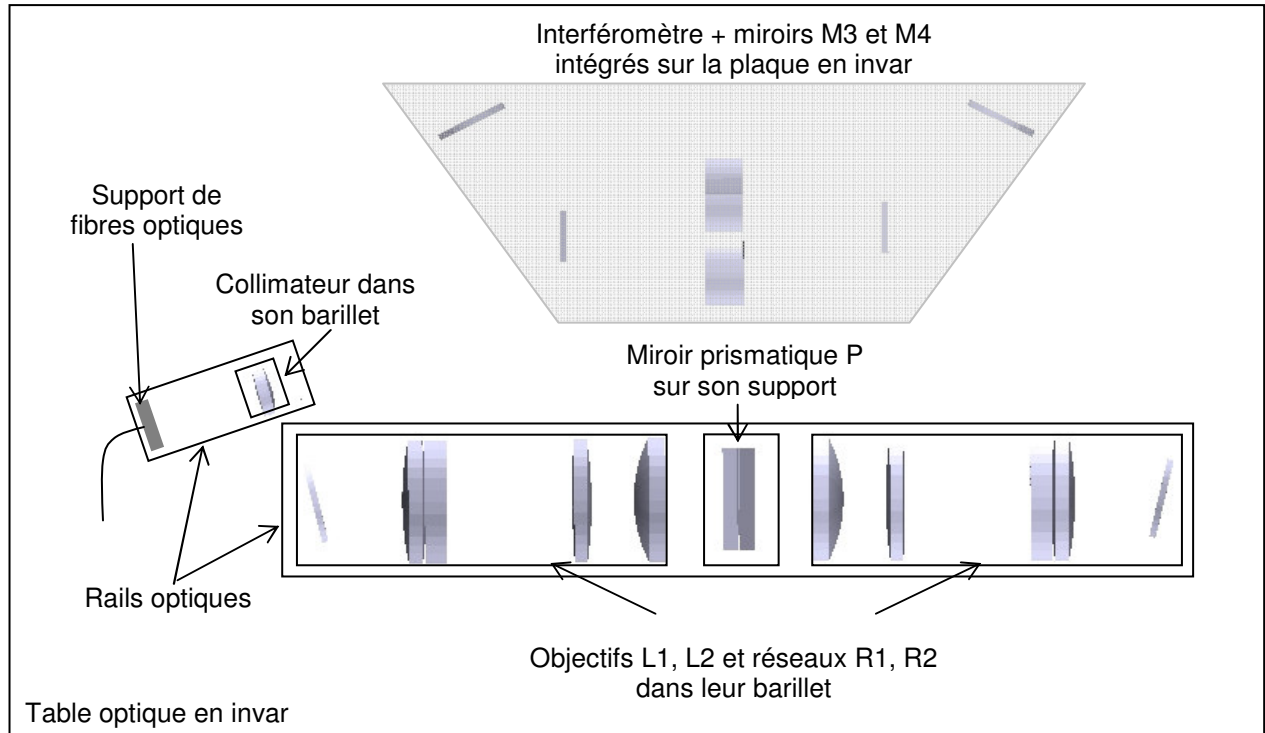


Fig.6 : plan d'intégration sur la table optique.

3.1. Collimateur

Le collimateur est livré par SESO intégré dans un barillet en aluminium.


Le collimateur intégré dans son barillet doit être positionné sur le banc optique sans réglage. Ceci impose que le collimateur doit être *mécaniquement* placé de sorte que le faisceau parallèle ait une incidence de 15° sur la séparatrice de l'interféromètre. Notons qu'il est nécessaire d'avoir au foyer du collimateur un support réglable maintenant le connecteur des trois fibres optiques.

Le collimateur et le support de fibre seront intégrés sur un rail optique, ce dernier étant fixé sur la table optique avec un angle de 15° par rapport à l'interféromètre.

3.2. Cavité interférométrique

SESO réalise et intègre les pièces optiques composant la cavité interférométrique :

- Montage par adhérence moléculaire (ou adhérence irréversible) des deux entretoises sur les deux faces de la séparatrice.
- Montage par adhérence moléculaire (ou adhérence irréversible) des deux miroirs M1 et M2 sur les deux bouts des entretoises.
- Montage par collage (ou par adhérence moléculaire, ou par adhérence irréversible) de l'ensemble précédent sur la base de l'interféromètre.
- Montage de type « trait-point-plan » de l'ensemble sur une plaque d'interface en INVAR fournie par le LESIA.

	Titre du document : Concept optique et AIT Auteurs : P. Bernardi	Référence: SIAM-Optique-07-01 Version: 1.0 Date : 16/04/2007
--	---	---

- 10 -

- Montage par collage du support de la lame compensatrice dans ce support par « appui plan et ressort poussoir ».
- La plaque en invar sera fixée sur la table optique.

3.3. Miroirs segmentés M3 et M4

SESO est responsable de l'intégration et du réglage des miroirs segmentés M3 et M4 sur la plaque d'interface en invar. Il s'agit :

- d'aligner les miroirs segmentés sur les échelons sur miroir M2 de l'interféromètre
- d'aligner angulairement les miroirs segmentés sur des références indiquées sur la plaque d'interface à mieux que $\pm 0.1^\circ$. Ceci assurera une incidence correcte sur les réseaux R1 et R2.

3.4. Optiques de chambre L1 et L2

Les deux objectifs réalisés par SESO seront livrés dans des barillets en aluminium. Ces barillets doivent également permettre de maintenir les réseaux R1 et R2, avec un réglage fin disponible pour ajuster l'angle d'incidence.

Les deux ensembles optiques identiques seront montés sur un rail optique.

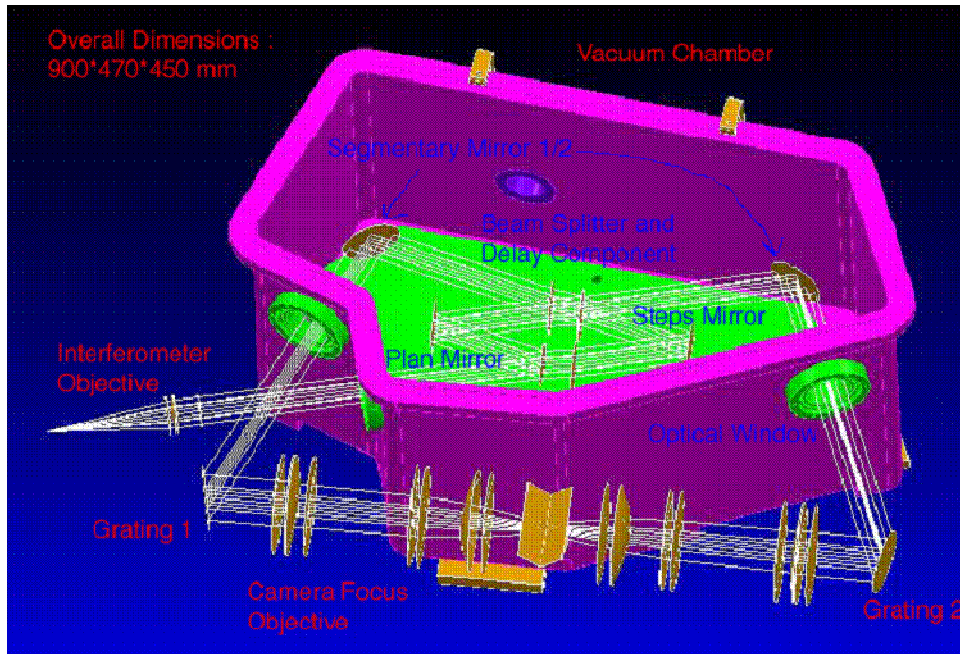
3.5. Miroirs prismatiques

Le support des deux miroirs prismatiques sera monté sur le même rail que les deux objectifs de chambre et les deux réseaux. Ceci assurera l'alignement de ces différentes pièces optiques.

Notons que la caméra CCD sera fixée sur un support réglable en translation pour placer le CCD dans le plan de meilleure image.

3.6. Cuve à vide

Pour contrôler la température des éléments constituant la cavité interférométrique et pour empêcher les variations d'indice de l'air entre les deux bras, cette cavité interférométrique sera placée dans une enceinte à vide assurant un vide primaire. Les miroirs segmentés M3 et M4, qui sont intégrés sur la même plaque en invar, seront donc également placés dans la cuve :



Compte-tenu du schéma optique de l'interféromètre, la cuve doit être équipée de trois hublots : un hublot d'entrée pour le faisceau venant du collimateur, et deux hublots de sortie pour les faisceaux réfléchis par les miroirs segmentés M3 et M4.

Ces trois hublots seront traités antireflet avec une transmission supérieure à 98% dans la bande 400 – 560nm.