

1. MISE EN CONTEXTE

En instrumentation astronomique, un système d'optique adaptative permet de corriger les effets des turbulences de l'atmosphère. Celles-ci provoquent des fluctuations aléatoires de l'indice de réfraction des couches de l'atmosphère traversées par la lumière, et sont à l'origine des déformations des surfaces d'onde reçues par le télescope. Il en résulte non seulement une déformation instantanée des images, mais également un « flou » dû aux variations de la surface d'onde pendant le temps de pose. La Figure 1 compare deux images du centre galactique prises dans l'infrarouge, l'une sans correction (à gauche), l'autre avec correction par la première optique adaptative astronomique : le système « Pueo » du télescope Canada-France-Hawaï.

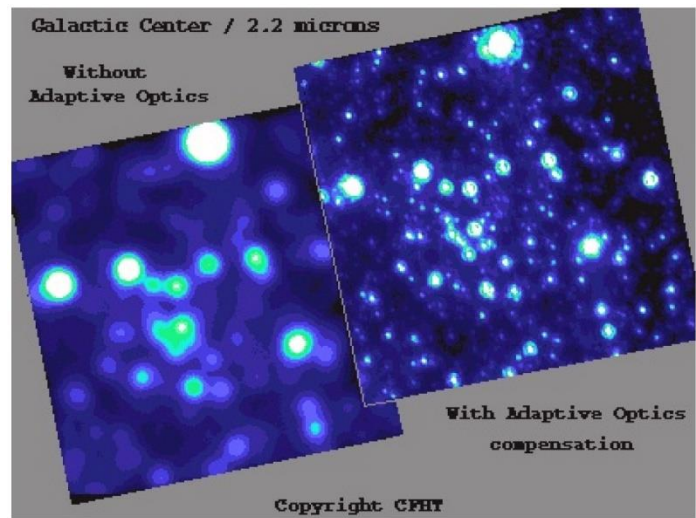


Figure 1 - Correction de turbulences par optique adaptative

Nous étudierons ici un sous-système de l'optique adaptative du Very Large Telescope européen (VLT) (voir Figure 2 et Figure 3). Le schéma de principe d'une optique adaptative est présenté Figure 4 ci-contre : la surface d'onde provenant de l'objet astronomique et déformée par l'atmosphère est reçue par les miroirs primaire puis secondaire du télescope. La lumière est séparée par une lame dichroïque (un miroir partiellement réfléchissant), et envoyée pour partie sur la caméra CCD où se forment les images, pour l'autre partie sur un analyseur de surface d'onde (ASO). Celui-ci fournit une estimation de la déformation de la surface d'onde. Un calculateur temps-réel en déduit les commandes à appliquer aux actionneurs de l'optique adaptative.

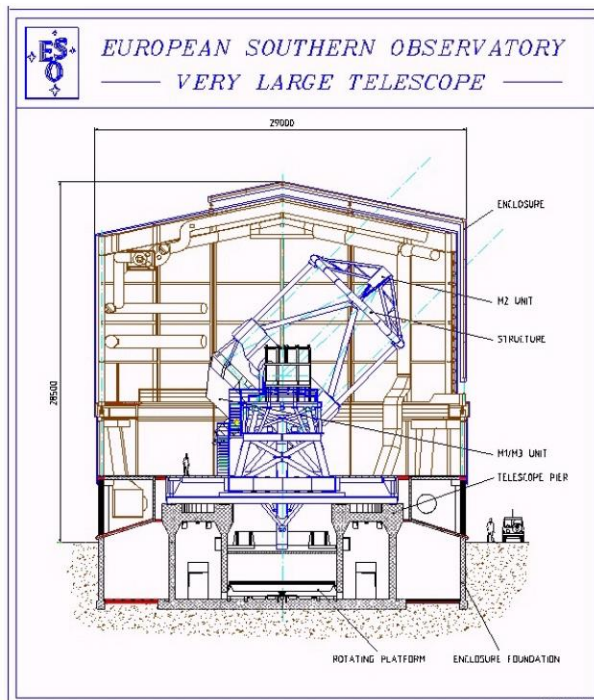


Figure 2 - Structure générale du VLT

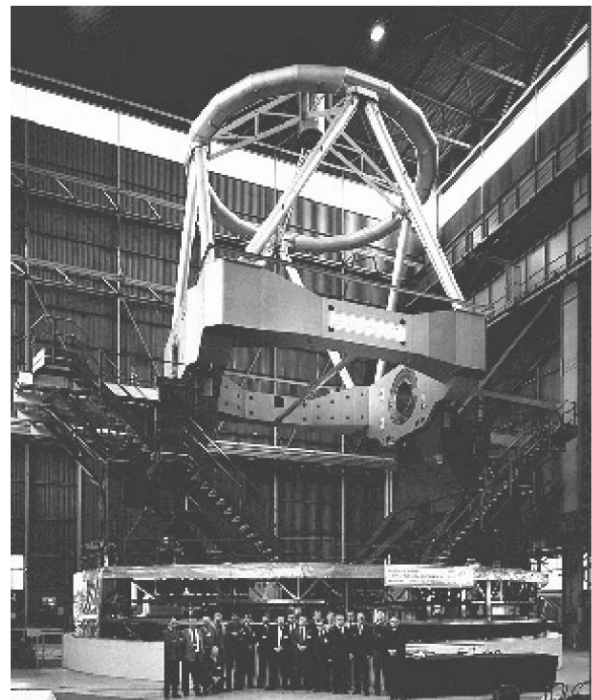


Figure 3 - VLT en cours de montage

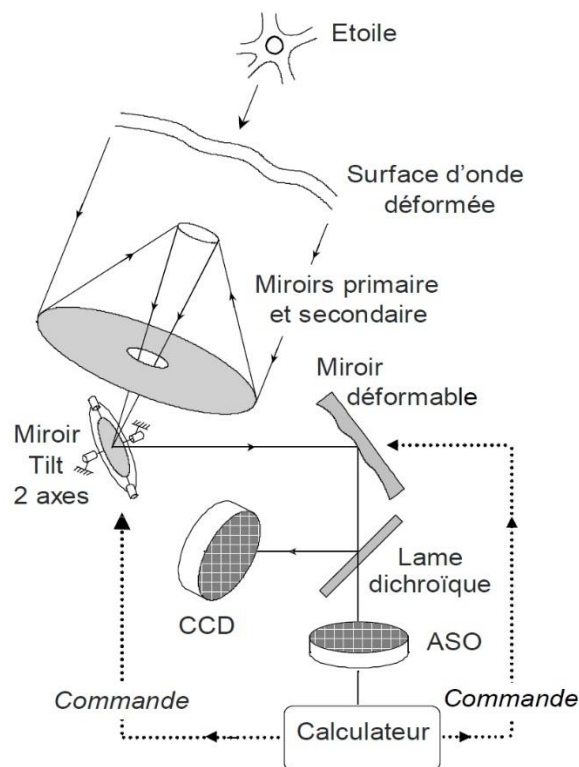


Figure 4 - Schéma de principe d'une optique adaptative

2. OBJECTIF

Une des préoccupations est de contrôler la capacité mécanique de la monture du miroir tilt à corriger les tilts. On s'intéresse donc aux liaisons entre la monture et le bâti, et en particulier à la liaison globale équivalente entre ces deux solides.

3. PARAMETRAGE

Le modèle retenu pour la structure du miroir tilt est celui de la figure 5 :

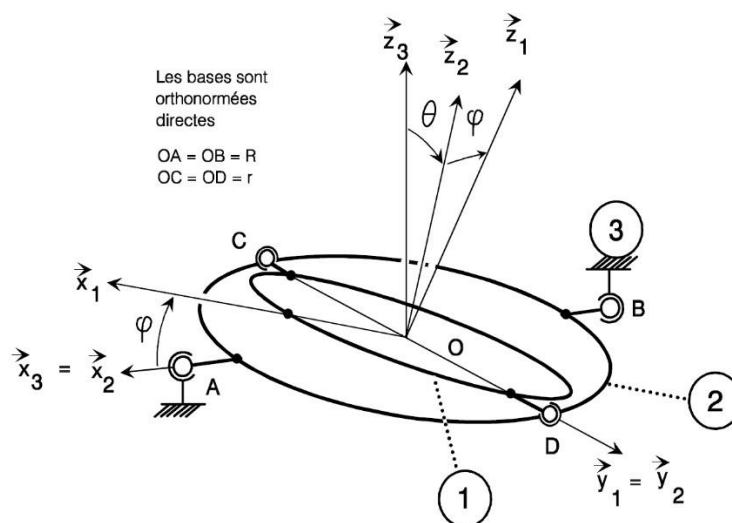


Figure 5 - Modèle du Tilt Tip Mirror

L'armature **2** est articulée par rapport au carter **3** grâce à deux liaisons sphère-sphère de centre A et B . Le paramètre angulaire est $\theta = (\vec{y}_3, \vec{y}_2) = (\vec{z}_3, \vec{z}_2)$.

L'armature **1** est articulée par rapport à l'armature **2** grâce à deux liaisons sphère-sphère de centre C et D . Le paramètre angulaire est $\varphi = (\vec{x}_2, \vec{x}_1) = (\vec{z}_2, \vec{z}_1)$.

On donne les informations suivantes :

Pièces et repères associés	Données géométriques	Paramètres
3 – Carter : $R_3(O, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$	$\overrightarrow{OA} = R \cdot \vec{x}_3$; $\ \overrightarrow{OA}\ = \ \overrightarrow{OB}\ $	$\theta = (\vec{y}_3, \vec{y}_2) = (\vec{z}_3, \vec{z}_2)$
2 – Armature : $R_2(O, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$	$\overrightarrow{OD} = r \cdot \vec{y}_2$; $\ \overrightarrow{OC}\ = \ \overrightarrow{OD}\ $	$\varphi = (\vec{x}_2, \vec{x}_1) = (\vec{z}_2, \vec{z}_1)$
1 – Armature : $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$		

4. QUESTIONS

- 3.1 Tracer le graphe de liaisons.
- 3.2 Déterminer le nombre cyclomatique γ du système.

Degré d'hyperstaticité - Approche cinématique

- 3.3 Inventorier le nombre d'inconnues cinématiques I_c du système.
- 3.4 Déterminer la mobilité m du système et en déduire le degré d'hyperstatisme h .

Degré d'hyperstaticité - Approche statique

- 3.5 Inventorier le nombre d'inconnues statiques I_s du système
- 3.6 Déterminer la mobilité m du système et en déduire le degré d'hyperstatisme h .

Recherche d'une liaison équivalente

- 3.7 Déterminer la liaison équivalente entre **2** et **3**.
- 3.8 Déterminer la liaison équivalente entre **1** et **2**.
- 3.9 En déduire la liaison équivalente entre **1** et **3**.