

The logo for ALPAO, featuring the word "ALPAO" in white, bold, sans-serif capital letters, with a white swoosh underneath that curves around the letters. The background is a dark blue banner with abstract, glowing white and blue lines that resemble fiber optic cables or light paths.

ALPAO

ADAPTIVE OPTICS

Boucle d'optique adaptative à haute performances

Frédéric Rooms
frederic.rooms@alpao.fr

19 novembre 2008

ALPAO.fr

ALPAO - 410, rue de la Piscine Domaine Universitaire 38400 Saint Martin d'Hères France
Tel : + 33 4 76 63 55 05 - Mail : contact@alpao.fr

Résumé

1. Présentation des éléments de la boucle

A. Miroir déformable ALPAO 241 actionneurs

B. Senseur de front d'onde ALPAO

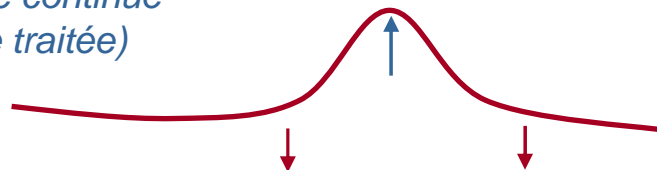
C. Architecture système

2. Performances

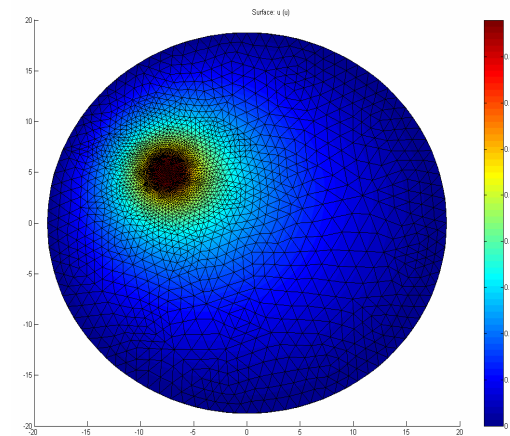
Technologie ALPAO

- Des forces électro-magnétiques sont utilisées pour déformer une membrane continue
- La distance entre actionneurs varie entre 1.5 et 5.0mm
 - Développement vers le 1.0mm.

Membrane continue
(surface traitée)



Forces électro-magnétiques



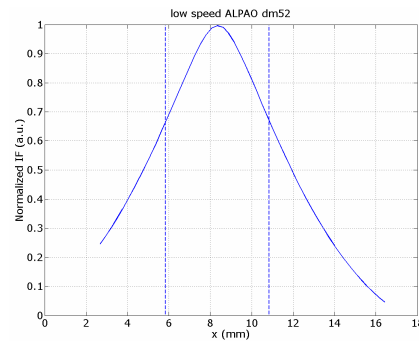
Modélisation par éléments finis

Grâce à notre technologie unique et brevetée, ALPAO est capable de contrôler la forme de la fonction d'influence et donc d'adapter le miroir à l'application souhaitée.

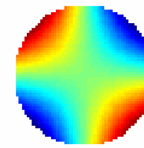
Technologie adaptable à un nombre quelconque d'actionneurs.

Technologie ALPAO

- Exemple: miroir optimisé pour du defocus et de l'astigmatisme

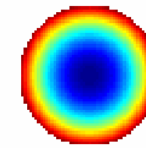


Astigmatism 45°



>100μm

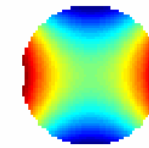
Focus



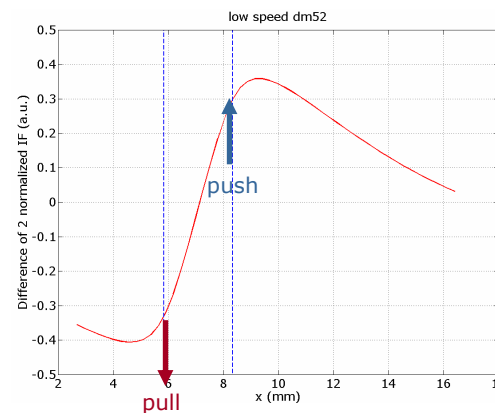
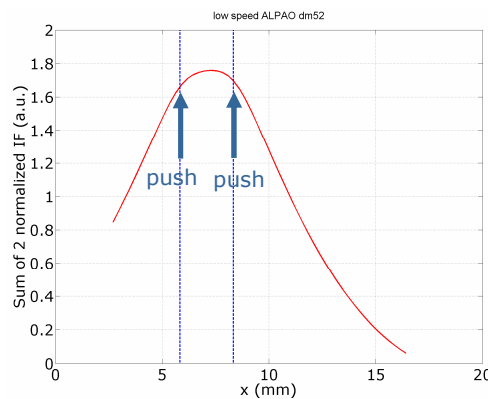
>100μm

Low speed dm241

Astigmatism 0°



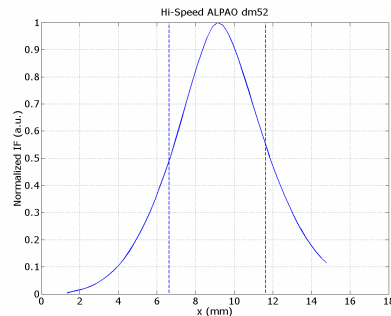
>100μm



- Grande course collective
- Course inter-actionneur faible lorsque il s'agit de créer des fréquences spatiales élevées.

Technologie ALPAO

- Exemple: création d'un miroir pour des fréquences spatiales plus élevées



Secondary astigmatism



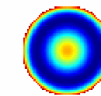
>25 μ m

Trefoil



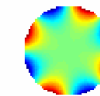
>30 μ m

Spherical aberration



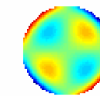
>15 μ m

Trefoil



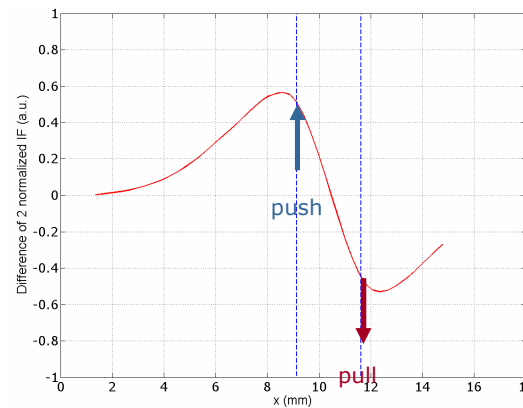
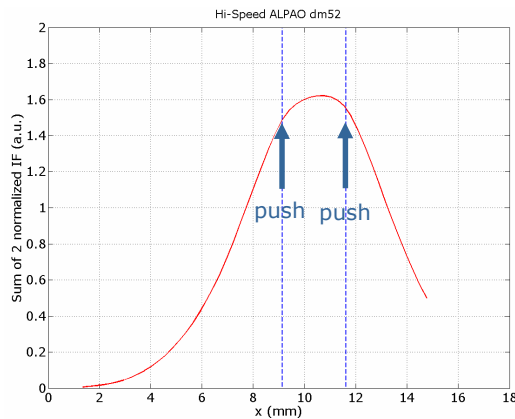
>30 μ m

Secondary astigmatism



>25 μ m

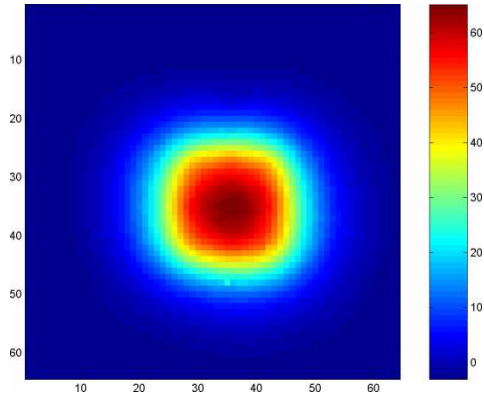
Hi-Speed dm97



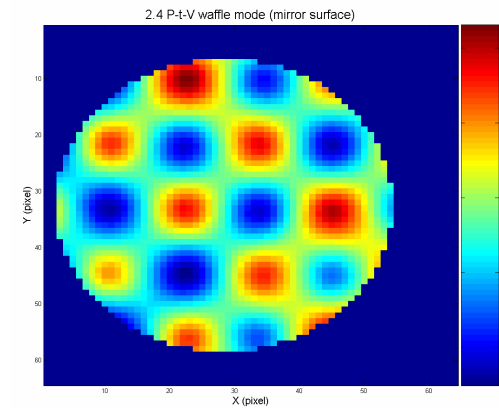
- Couplage mécanique plus faible
- course collective plus faible (15%)
- La course inter-actionneur a été augmentée de 60%.

Technologie ALPAO: course inter-actionneur

- Exemple: création d'un miroir pour atteindre les Zernike du 4^{ème} ordre

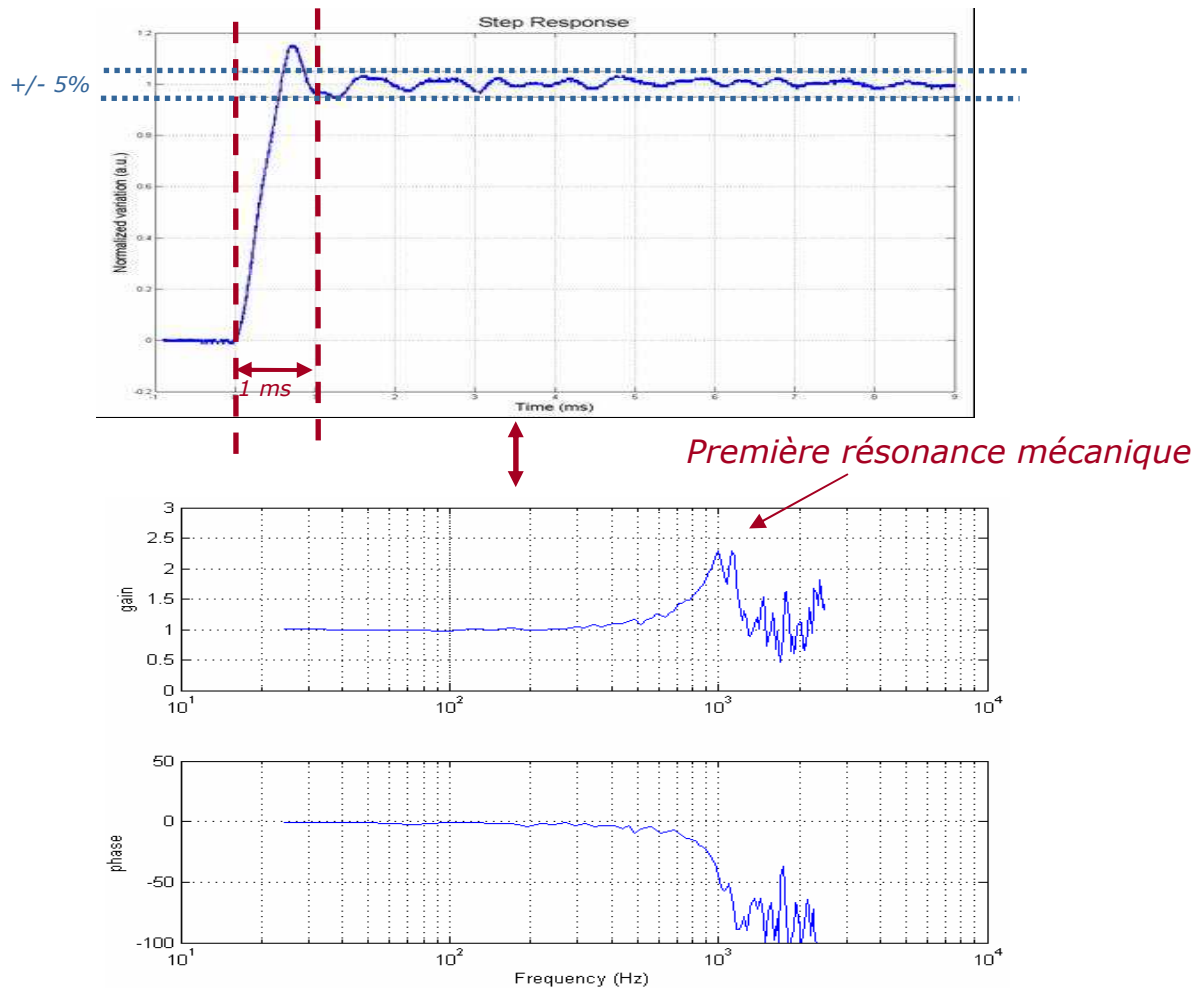


ALPAO Hi-Speed dm97:
Course 3x3 > 30 μ m (mirror)



ALPAO HiSpeed dm97: course
inter-actionneur > 2.0 μ m
(zoom sur un motif 5x5)

Technologie ALPAO: bande passante 1kHz



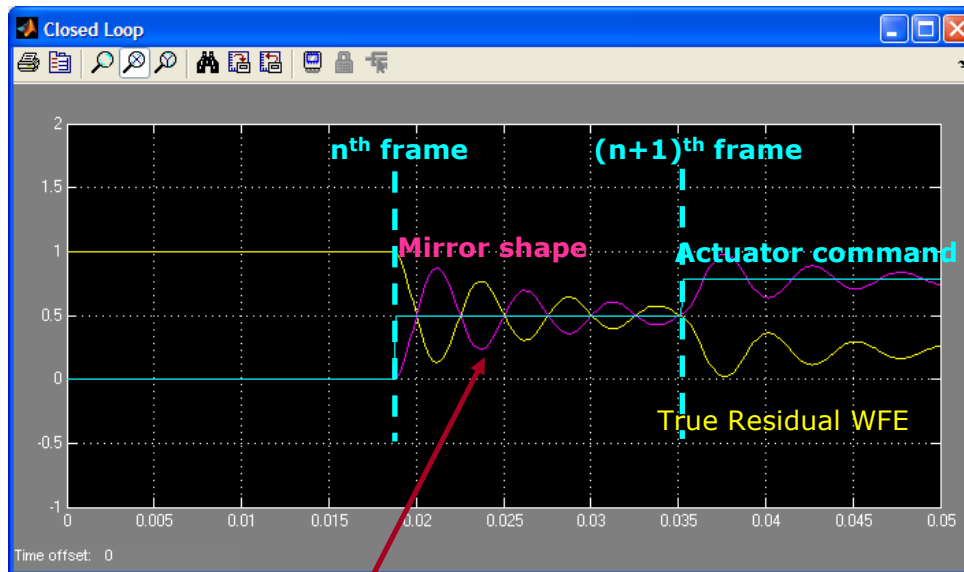
Pourquoi une bande passante élevée ?

- Meilleure estimation de l'erreur résiduelle.
- Faciliter l'étape de calibration
- Possibilité de réaliser du contrôle itératif et d'obtenir une convergence rapide.

Exemple: réponse du Hi-Speed dm97

Influence de la bande passante

Fréquence trame: 60 Hz, Bande passante du miroir: 200 Hz



Matlab™ Simulink™ simulation

Ce sont des oscillations non vues par le senseur de front d'onde.

Pourquoi une bande passante élevée ?

- Meilleure estimation de l'erreur résiduelle.
- Faciliter l'étape de calibration
- Possibilité de réaliser du contrôle itératif et d'obtenir une convergence rapide

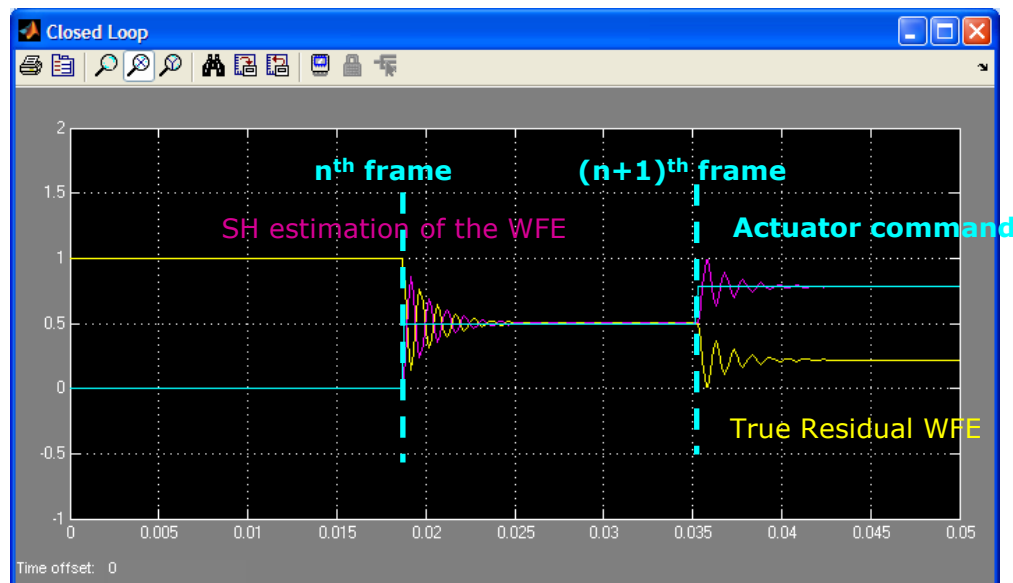
Diapositive 8

YUN7

Your User Name; 21/10/2008

Influence de la bande passante

Frame rate: 60 Hz, DM bandwidth: 1000 Hz



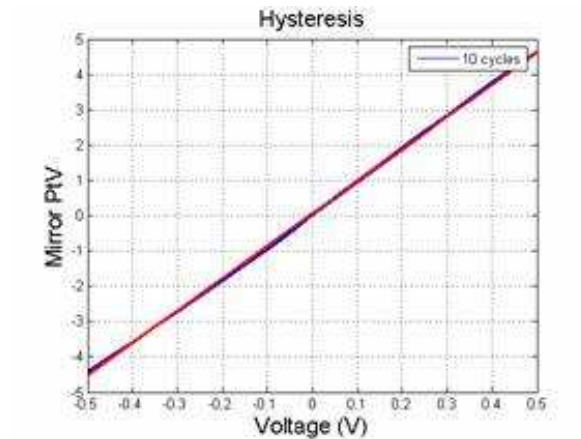
Matlab™ Simulink™ simulation

Pourquoi une bande passante élevée ?

- Meilleure estimation de l'erreur résiduelle.
- Faciliter l'étape de calibration
- Possibilité de réaliser du contrôle itératif et d'obtenir une convergence rapide.

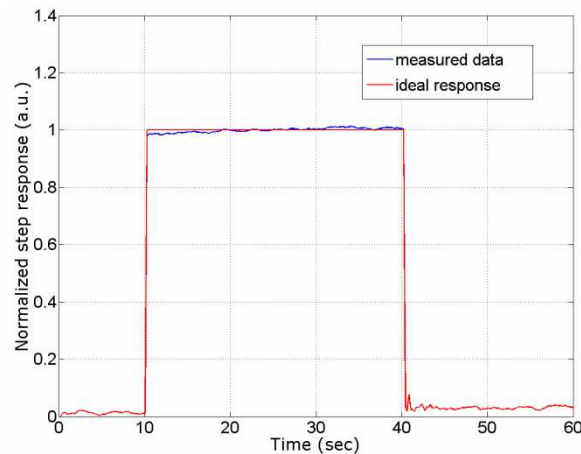
Moins d'oscillations → signal amélioré (image, puissance,...)

Comportement linéaire et stable



Erreur de non linéarité < 3%

Hystérèse < 1%



Stabilité: $\pm 1\%$ sur 40 sec! (pas de creeping)

Bénéfices

- Grande stabilité.
- Contrôles en boucles ouvertes possibles (voir analyse effectuée par E. Gendron)

Voir papier E. Laag (CFAO)

Nouvelle électronique

- La stabilité des miroirs déformables a été améliorée grâce à une nouvelle électronique dite *en courant*.
- 64 à 1024 voies: plusieurs miroirs déformables commandés par l'intermédiaire de la même électronique.
- carte d'interface I/O rapide
- Synchronisation/Triggering avec d'autre matériel possible.
- Capacité de monitoring (détection d'anomalie, contrôle,...)



ALPAO Hi-Speed dm241

Principaux paramètres:



- Actionneurs: 241 (17x17)
- Distance entre actionneurs: 2.5mm
- Course 3x3 (mécanique): $>10 \mu\text{m}$
- Course interactionneur (mécanique): $>1.0 \mu\text{m}$
- Bande passante: $> 500 \text{ Hz}$
- Erreurs de non linéarité: $<3\%$
- Hystérèse: $<1\%$
- Electronique basse tension 256 voies

Résumé

1. Présentation des éléments de la boucle

A. Miroir déformable ALPAO 241 actionneurs

B. Senseur de front d'onde ALPAO

C. Architecture système

Senseur de front d'onde

Gamme de senseur de front d'onde ALPAO:

- conçu pour fonctionner en boucle fermée
- capteur EMCCD grande sensibilité
- <1 électron de bruit de lecture
- fréquence trame jusqu'à 495 Hz (depuis Matlab™!)



Résumé

1. Présentation des éléments de la boucle

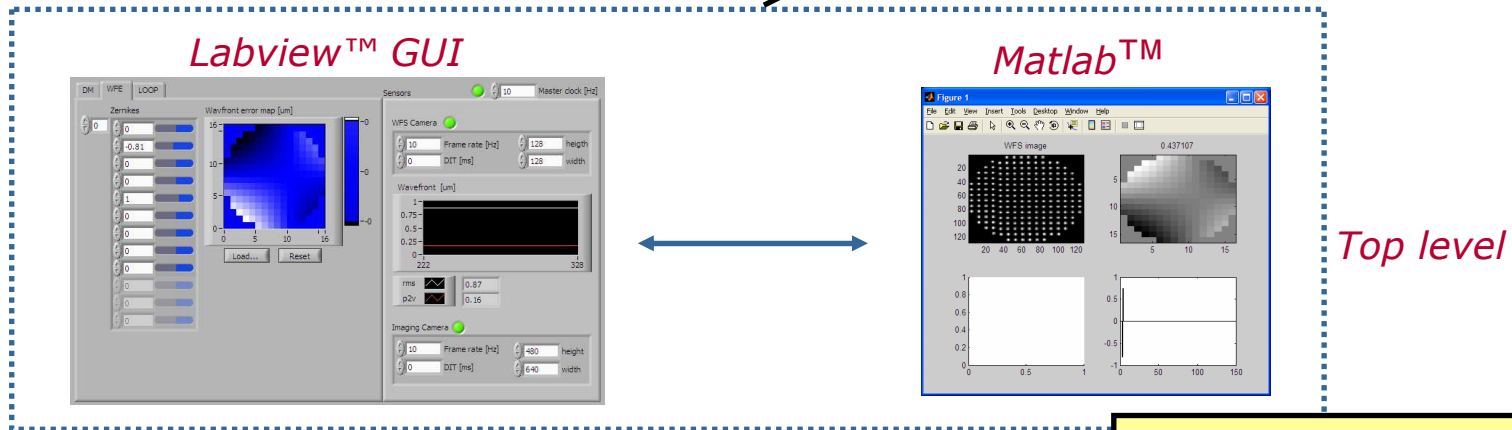
A. Miroir déformable ALPAO 241 actionneurs

B. Senseur de front d'onde ALPAO

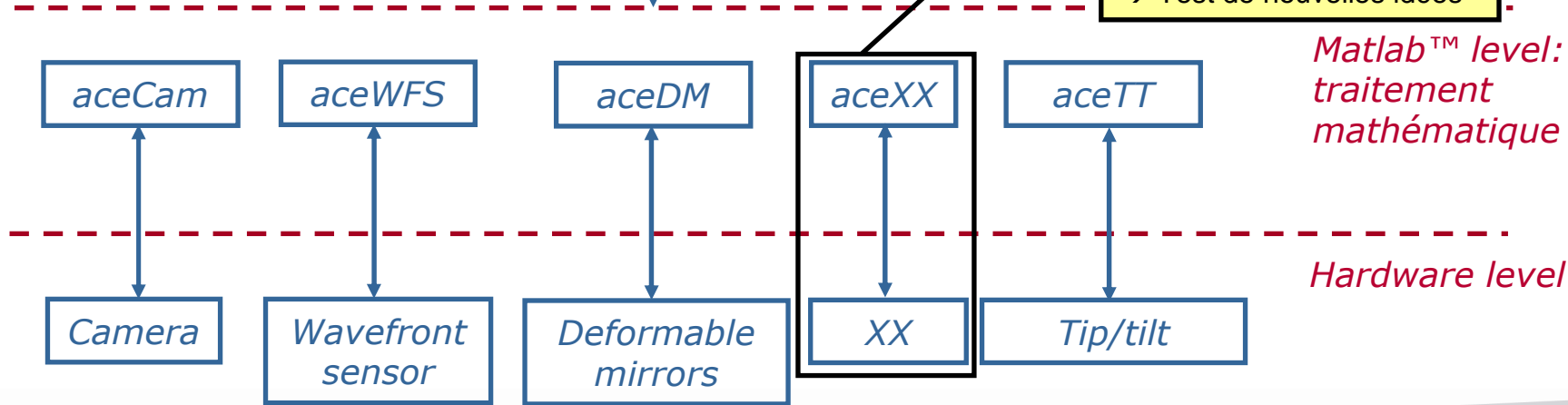
C. Architecture système

Alpao Core Engine

- Possibilité de compilation
- Interface conviviale
- Contrôle à distance



- Architecture ouverte
- Flexible
- Test de nouvelles idées



Flexibilité et performances: AOS-1

Senseur de front d'onde ALPAO sh256:



Miroir déformable ALPAO dm241:

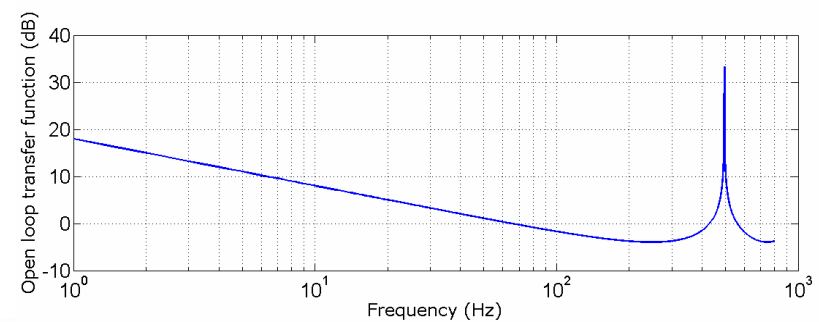
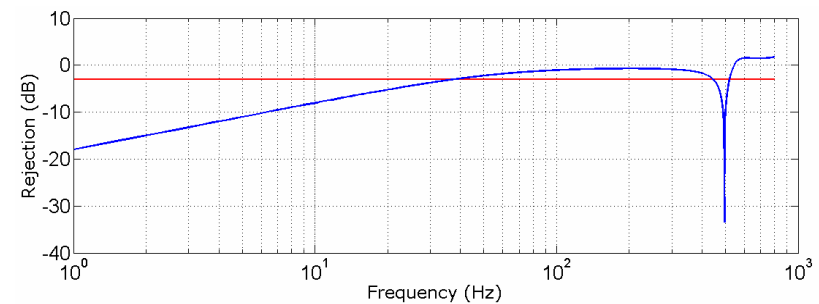


Control avec Alpa Core Engine:

- PC standard
- boucle Matlab™.

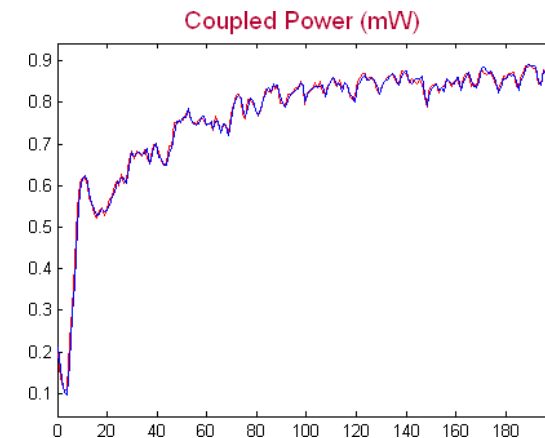
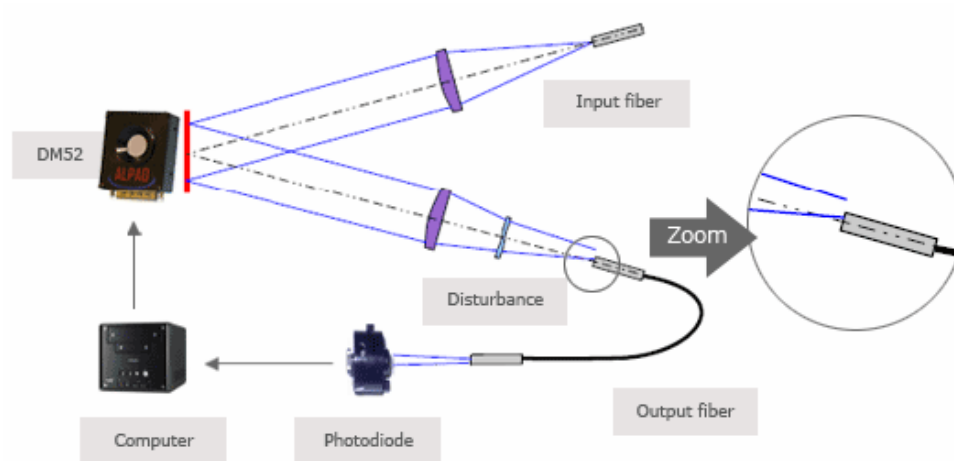


- Fréquence trame de la boucle: **495 fps** (limitée par la senseur de front d'onde)
- Retard pur: **800 μ sec** (avec un reconstituteur standard)
- **Bande passante de réjection: 35 to 50Hz** (suivant la définition adoptée)



Exemple de la flexibilité d'ACE

- Boucle adaptative sans senseur de front d'onde
- Reconfiguration aisée



- Utilisation: précompensation, non-common path errors, applications low-cost,...

Merci !

Questions ?

ALPAO sera présent à:

- **Photonics West 2009** (San Jose, USA, booth 6144)
- **Adaptive optics for the Extremely Large Telescope** (Paris, France)