Les activités sur les grands instruments astronomiques

Benoît Sassolas Eléonore Barthélémy-Mazot pour le LMA



Activités pour l'« astronomie »



- Activités qui ont démarré en 2007 avec l'implication du LMA dans LSST
- Augmentation de ces activités à partir de 2014 :
- => Acquisition d'un nouveau bâti de dépôt (EVA)
- => Développement d'un nouveau banc de mesures déportées
- Différents types d'activités : (collaboration et/ou prestations)
 - Métrologie uniquement
 - Caractérisations « standards » d'optiques (traitements non réalisés au LMA)
 - Développement de bancs spécifiques de métrologie
 - Coatings
 - Expertise en couches minces : étude faisabilité, revue de spécifications,...
 - Traitement uniquement (substrat fourni par client)
 - Optique complète : substrat + traitement à la charge du LMA

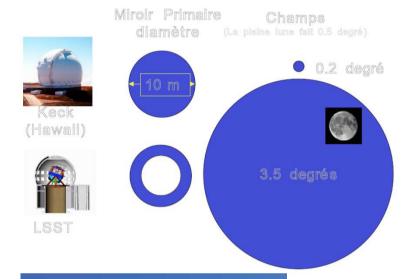


LSST - introduction



Large Synoptic Survey Telescope

- Large Synoptic Survey Telescope
- Télescope à grand champ
 - Diamètre ~ 8 m, Focale~ 10 m
 - FOV: 10 degrés carrés
 - 15-30 TB par nuit
 - Ciel intégralement cartographié en 3 nuits
- Projet américain avec participation française (CNRS)
- En construction au Chili
- Buts scientifiques
 - Tous les domaines de l'astrophysique et de la cosmologie
 - De la recherche des météorites à l'évolution de l'univers
 - Communauté IN2P3 centrée sur l'énergie noire





Plus d'infos dans le Science Book: https://www.lsst.org/scientists/scibook



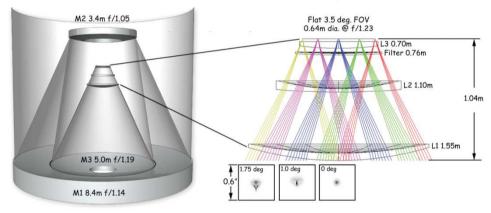
May 2018

LSST – contributions LMA

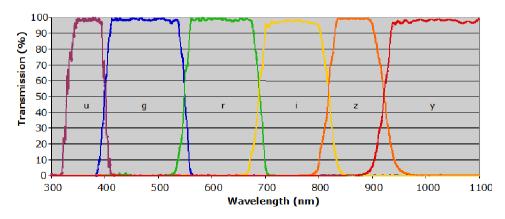


Apport d'une expertise couches minces pour :

1. les traitements antireflet des lentilles de la caméra (évaluation des vendeurs)



2. les traitements des 6 filtres passe-bande utilisés pour la photométrie (évaluation des vendeurs)



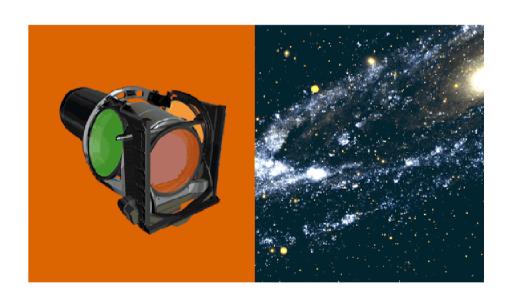


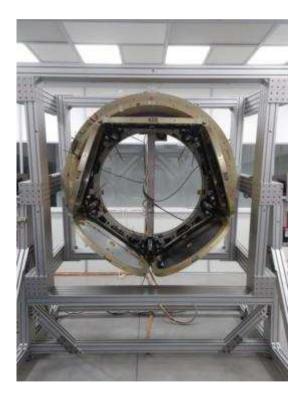
LSST – contributions LMA



Apport d'une expertise couches minces pour :

3. Le suivi de la contamination des optiques du fait des éléments mobiles (graisse, poussières)
Mesures de pertes optiques sur des échantillons témoins installés sur un banc test à l'échelle 1





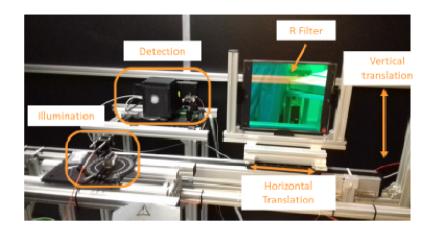


LSST – contributions LMA

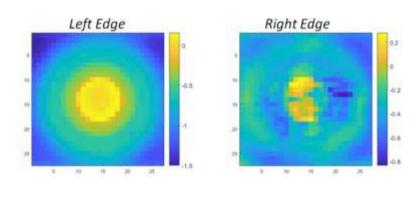


Développement d'une métrologie pour mesurer la transmission des filtres sur la surface et à incidence variable

Impératif pour atteindre le mmag en précision sur les flux

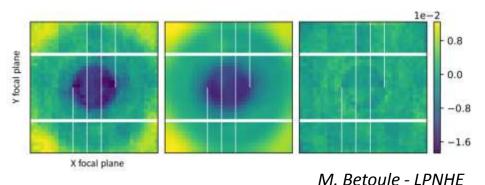


Mesure des 5 filtres de MegaCam (collab. CFHT, LPNHE)



Variation (%) des fronts gauche et droit du filtre R sur 260x260 mm²

Mesure d'une structure fine à l'échelle du cm



Comparaison des termes de couleurs calculés comme fit linéaire de r-r par rapport à g-i

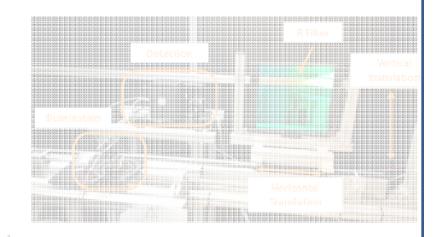
Correction de 2 nm et 1 nm de la longueur d'onde centrale des filtres g et i2 respectivement Réduction des erreurs de 10 et 4 mmag dans la calibration de ces bandes





Développement d'une métrologie pour mesurer la transmission des filtres sur la surface et à incidence variable

Impératif pour atteindre le mmag en précision sur les flux



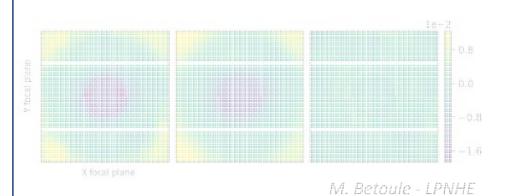
Mesure des 5 fi

Nouvelle Release SNLS en préparation ...

IPNL – 26 novembre 2018

roit du filtre R sur





Comparaison des termes de couleurs calculés comme fit linéaire de r-r par rapport à g-i

Correction de 2 nm et 1 nm de la longueur d'onde centrale des filtres g et i2 respectivement Réduction des erreurs de 10 et 4 mmag dans la calibration de ces bandes



7

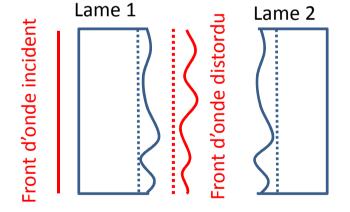
VTF - DKIST







- Installé sur le télescope solaire DKIST Ø 4.3 m (Hawaii USA)
- Cartographie : des vitesses et des composantes du champ magnétique
- Echelle spatiale : entre 20 km et 4 000 km



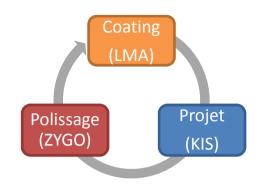
Spécifications:

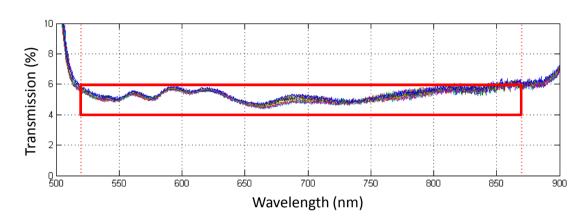
- Réflectivité : 95% +/-1% sur 520-870 nm
- Uniformité du gap d'air < 3nm RMS \emptyset 25cm
 - Planéité par lame < 1nm RMS \emptyset 25cm (courbure incl.)
 - Uniformité coating < 0.1% Ø25cm</p>
 - Compensation du stress

VTF - DKIST

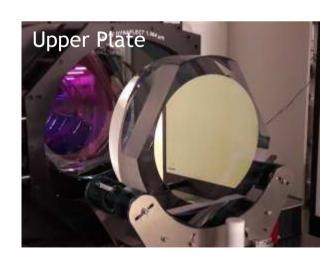


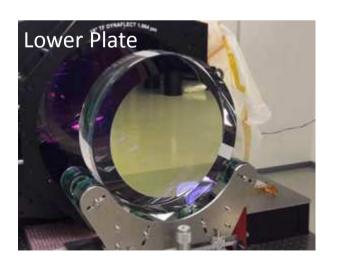
Premier étalon livré en 2017 – conforme aux spécifications Second étalon pour 2019





- T = 5% +/-1% sur 520-870 nm
- Uniformité < 0.1% PV Ø25 cm
- Uniformité gap d'air < 2nm RMS Ø25 cm

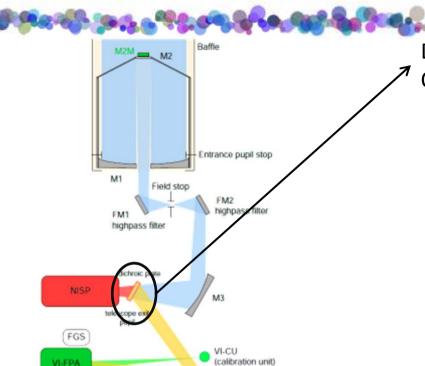






EUCLID





FM3

lowpass filter

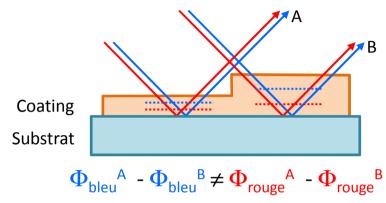
Courtesy ADS - https://www.euclid-ec.org

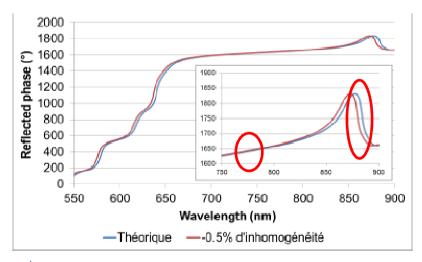
VI-RSU

(readout shutter unit)

Dichroïque Ø 120mm

Optique traitée avec un coating diélectrique





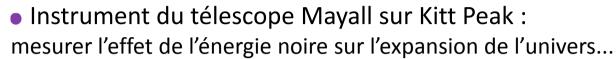
La chromaticité de la phase impacte la PSF erreur sur la mesure d'ellipticité des galaxies Développement d'une métrologie pour mesurer $\Phi(\lambda, x, y)$



Autotests

Projet DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument)

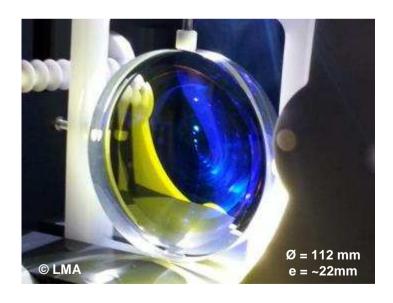


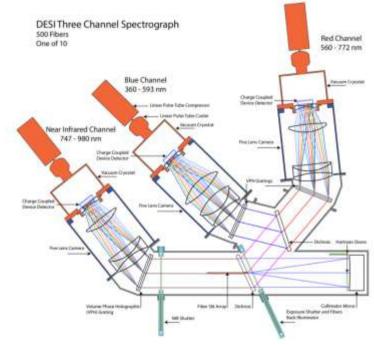




- 1 Lentille traitée pour la caméra rouge et intégrée au 1er spectrographe
 - Traitement AR [560-780]nm

Face 1 : AOI = 0-47° Face 2 : AOI = 0-36°





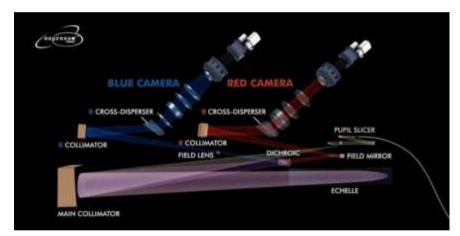
Design optique d'un spectrographe



Projet ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations)



Instrument du VIT : recherche d'exoplanètes

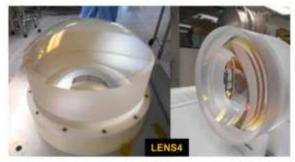


Design optique du spectrographe

- Blue Lens: Traitement AR [380-520]nm
- 4 lentilles 6 faces à traitées
- Red Lens: Traitement AR [520-780]nm
- 2 lentilles 2 faces à traitées
- i Dimensions, courbures et AOI différents...



Lentilles « bleues »

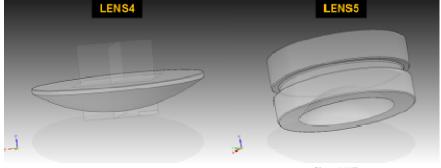


Ø = 275 mme = ~205mm



 $Ø = 265 \, \text{mm}$ e = ~60 mm

Lentilles « rouges »



 $Ø = 260 \, \text{mm}$ $e = \sim 46$ mm

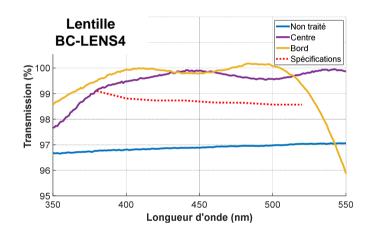
 $Ø = 275 \, \text{mm}$ e = ~130 mm



Projet ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations)



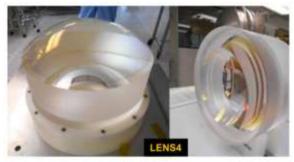
Instrument du VIT : recherche d'exoplanètes



- => Toutes les lentilles bleues et rouges traitées et livrées
- => ESPRESSO envoyé au Chili fin août 2017
- => Première lumière sur le ciel réalisée en novembre 2017



Lentilles « bleues »

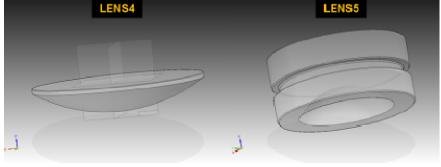






 $Ø = 265 \, \text{mm}$ e = ~60 mm

Lentilles « rouges »



Ø = 260 mm $e = \sim 46$ mm

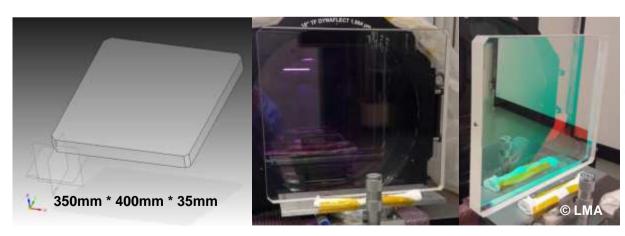
 $Ø = 275 \, \text{mm}$ e = ~130 mm



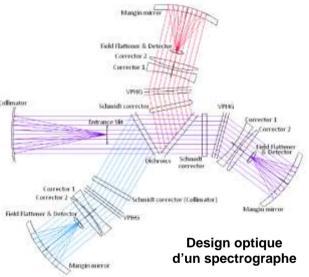
Projet PFS (Prime Focus Spectrograph)



- Instrument du télescope Subaru : cartographier l'Univers, étudier l'évolution des galaxies ...
- Traitements Dichroïques/AR « bleus » AOI 30°
- => 4 substrats à traiter
 - Traitement Dichroïque [380-1270]nm
 - Traitement AR [620-1270]nm







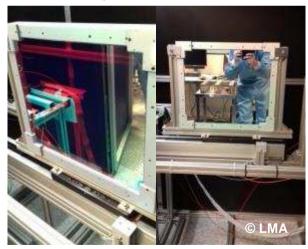


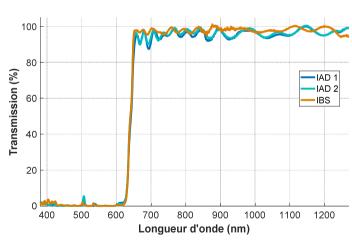
Projet PFS (Prime Focus Spectrograph)



- Instrument du télescope Subaru : cartographier l'Univers, étudier l'évolution des galaxies ...
- Traitements Dichroïques/AR « bleus »
- => 3 pièces réalisées et livrées

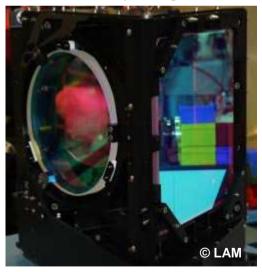
Lame dichroïque sur banc de caractérisation







1ère Lame dichroïque intégrée au LAM

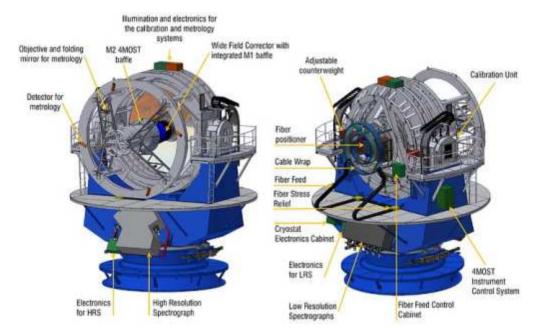




Projet 4MOST (4-metre Multi-Object Spectroscopic Telescope)



Instrument de VISTA : étudier l'évolution des galaxies et la structure du cosmos...

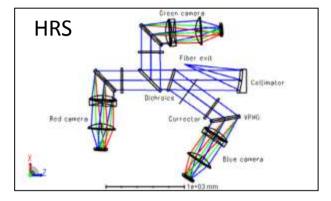


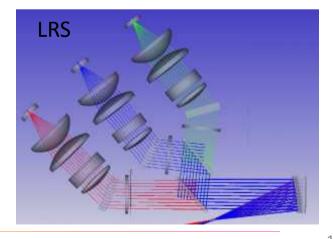
Layout of the 4MOST instrument to be mounted on the VISTA telescope at ESO Paranal (Credit: R. de Jong)

- LMA dans consortium 4MOST (2017):
 - Visibilité
 - Accès aux données (LSST-France)



• 2 spectrographes :







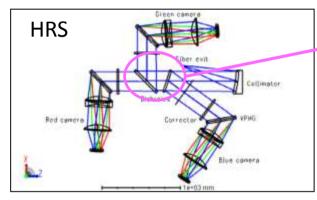
Projet 4MOST (4-metre Multi-Object Spectroscopic Telescope)

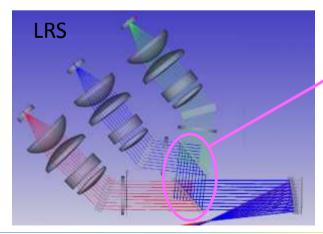


Instrument de VISTA : étudier l'évolution des galaxies et la structure du cosmos...



• 2 spectrographes :





=> 1 substrat à traiter par type :

• Traitements Dichroïque/AR « bleu » Substrat: 438mm*292mm*25mm $AOI = 18^{\circ}$ - bande spectrale [389-684]nm

 Traitements Dichroïque/AR « rouge » Substrat: 394mm*386mm*30mm $AOI = 45^{\circ}$ - bande spectrale [512-684]nm

=> 2 substrats à traiter par type :

 Traitements Dichroïque/AR « bleu » Substrat: 320mm*300mm*25mm $AOI = 35,35^{\circ}$ - bande spectrale [370-721]nm

• Traitements Dichroïque/AR « rouge » Substrat: 400mm*280mm*25mm $AOI = 43,58^{\circ}$ - bande spectrale [370-950]nm



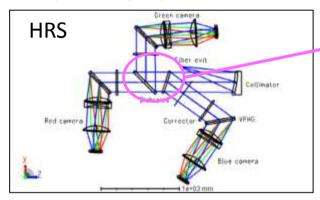
Projet 4MOST (4-metre Multi-Object Spectroscopic Telescope)

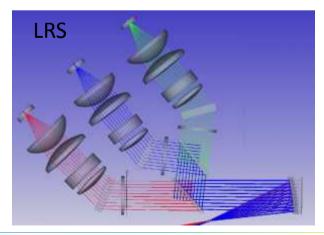


Instrument de VISTA : étudier l'évolution des galaxies et la structure du cosmos...

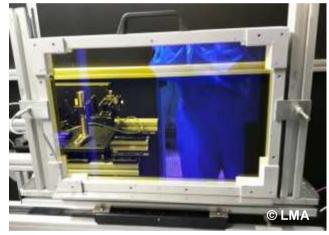


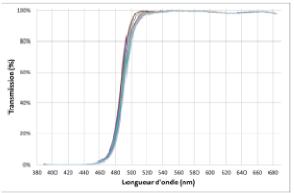
• 2 spectrographes :





• Traitements Dichroïque/AR « bleu »







Conclusion



- Activités sur les grands instruments astronomiques au LMA:
 - Expertise couches minces
 - Coatings (Miroir haute performance, AR, miroir dichroïque,...)
 - Métrologie
- Qu'est-ce que cela nous (r)apporte ?
 - Prestations
 - Connaissance du LMA côté industriels et /ou laboratoires pour futurs projets
 - Ressources propres au niveau du laboratoire
 - Collaborations
 - Augmentation de la visibilité du LMA
 - Possible accès aux données

