

## Mesures optiques et Filtres



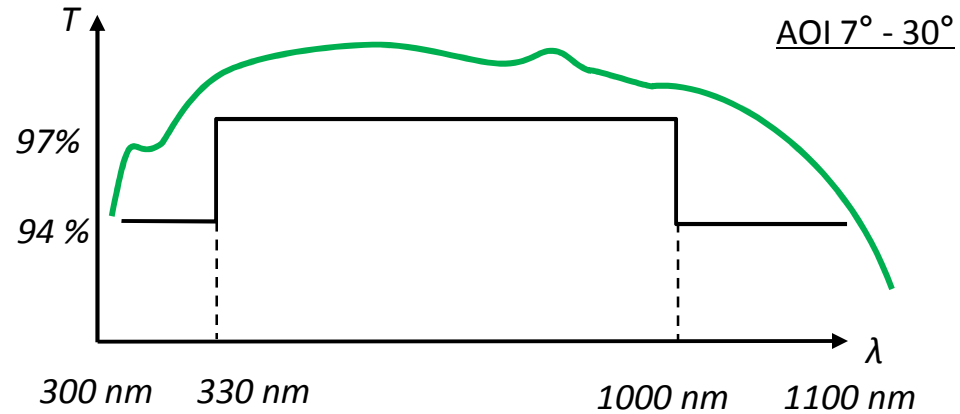
**B. SASSOLAS, E. BARTHELEMY, G. CAGNOLI, V. DOLIQUE, B. LAGRANGE,  
C. MICHEL, L. PINARD**

**Laboratoire des Matériaux Avancés - Villeurbanne**

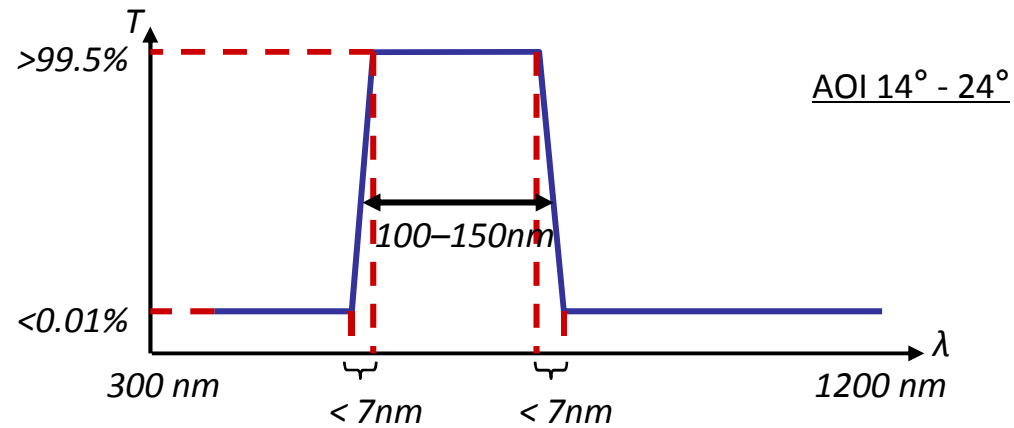
# Métrie sur échantillons témoins

Evaluations des performances des coatings pour sélection des vendeurs:

✿ BBAR lentilles

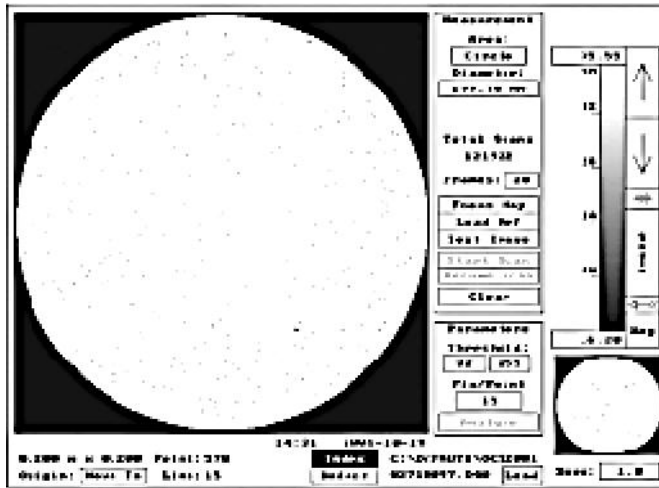


✿ Passe bande filtre

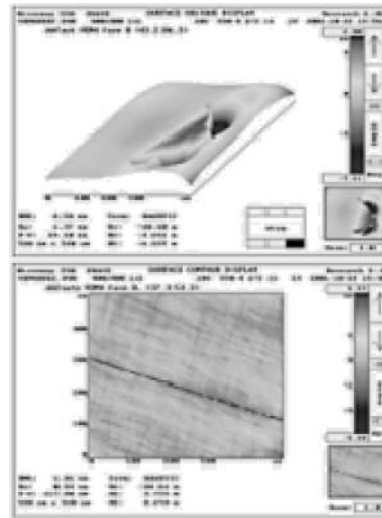


# Métrologie sur échantillons témoins

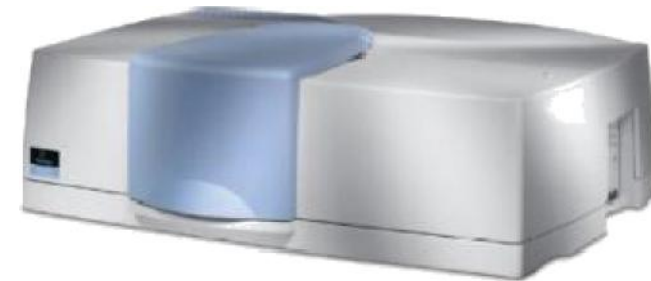
Détection de défauts



Mesure de défauts



Réflexion & Transmission



	Size of sample	Angle of incidence	Accuracy	Sensitivity	Comments
Transmission measurements	Ø110mm	0° - 30°	+/- 1e-6 % (absolute)	1.00E-06	* mechanical parts required to perform mapping * measurement dependent on the light polarization - depolarization is recommended
Reflection measurements	Ø110mm	8° - 65°	< +/-1% (absolute)	1%	* mechanical parts required to perform mapping
Defects detection	Ø400mm	-	-	Ø0.3µm	

# Métrologie sur échantillons témoins

## Example 1: A bandpass filter sample

Dimension : Ø110mm

Wavelength range : 300-1200nm with 1nm spectral resolution

Cone-angle: 14.2° - 23.6° (18.9 averaged value)

Measurement : transmission

$$T \text{ (time in min)} = 10 \text{ (points per filter)} \times 3 \text{ (angles of incidence)} \times 25 \text{ (time in min)} + 3 \text{ (angles of incidence)} \times 2 \text{ (baselines required per angle of incidence)} \times 25 \text{ (time in min)} + 1 \text{ (defects detection)} \times 24 \text{ (time in hours)} \times 60 \text{ (conversion hour in min)}$$

$$T = 2340 \text{ min} = 39 \text{ hours per filter}$$

## Example 2: BBAR coating for Lens #1

Dimension : Ø110mm

Wavelength range : 300-1200nm with 1nm spectral resolution

Cone-angle: 6.5° - 17.8° (12.15° averaged value)

Measurement : reflection

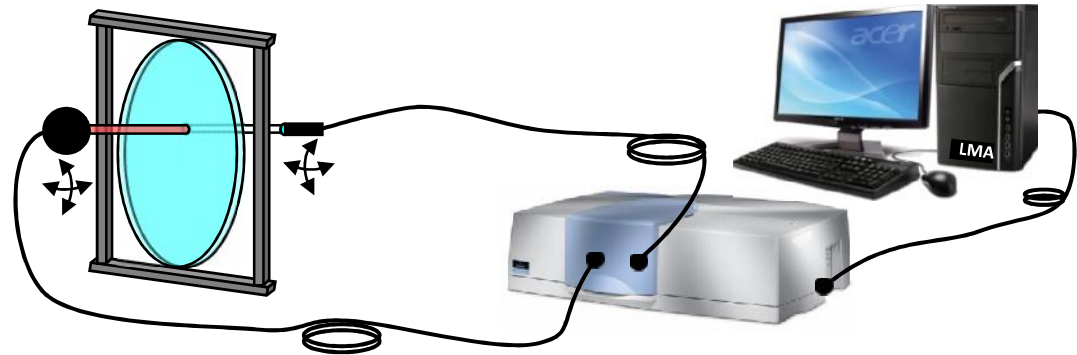
$$T \text{ (time in min)} = 10 \text{ (points per filter)} \times 3 \text{ (angles of incidence)} \times 10 \text{ (time in min)} + 3 \text{ (angles of incidence)} \times 1 \text{ (baselines required per angle of incidence)} \times 10 \text{ (time in min)} + 1 \text{ (defects detection)} \times 24 \text{ (time in hours)} \times 60 \text{ (conversion hour in min)}$$

$$T = 1770 \text{ min} = 29.5 \text{ hours per witness sample}$$

# Mesure filtre taille réelle : Concept

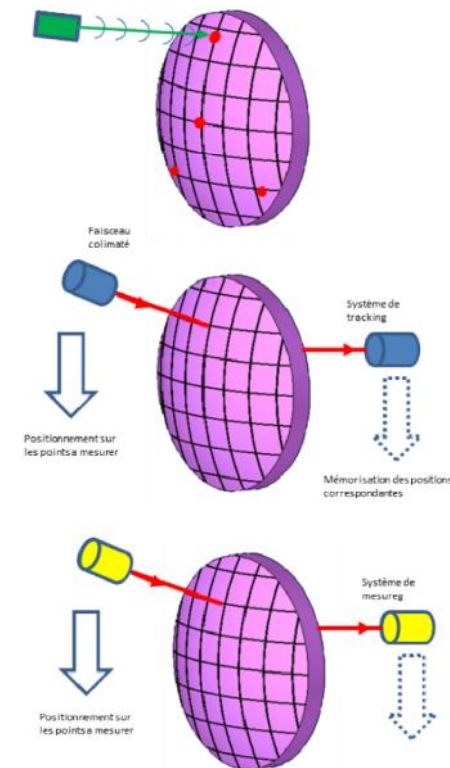
## Quelques caractéristiques :

- ✿ Transmission et réflexion jusqu'à  $\varnothing 1\text{m}$
- ✿ Mesure ponctuelle ou cartographie
- ✿ Précision  $< 1\text{mm}$
- ✿ Sensibilité  $T < 0.001\%$



## Mesure sur filtre réel effectuée en 3 temps :

- ✿ Cartographie de la face d'entrée par ultra-sons
  - Equation de la surface sphérique
  - Coordonnées de l'émetteur
  - AOI
- ✿ Mise en place du système de tracking
  - Détection du faisceau transmis ou réfléchi pour chaque position et à chaque AOI
  - Position du capteur mémorisée
- ✿ Remise en place des têtes du spectrophotomètre
  - Mesure R ou T en chaque point du filtre à un AOI donné





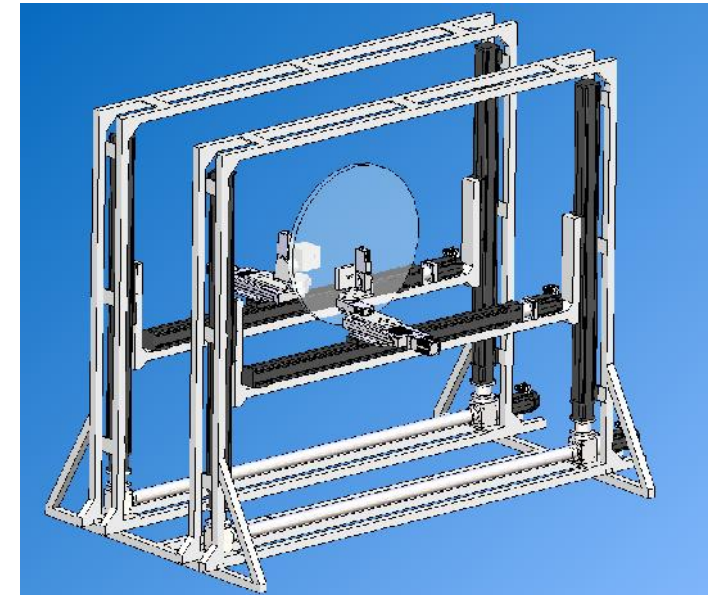
# Mesure filtre taille réelle : Avancement

## Avancement du banc

- ✿ La moitié de la structure mécanique est assemblée
- ✿ Les mouvements X/Y sont disponibles
- ✿ Prototypes Scan surface et tracking

## Développements à venir

- ✿ Contrôles fins
- ✿ Intégration scan surface et tracking
- ✿ Détection optique haute sensibilité



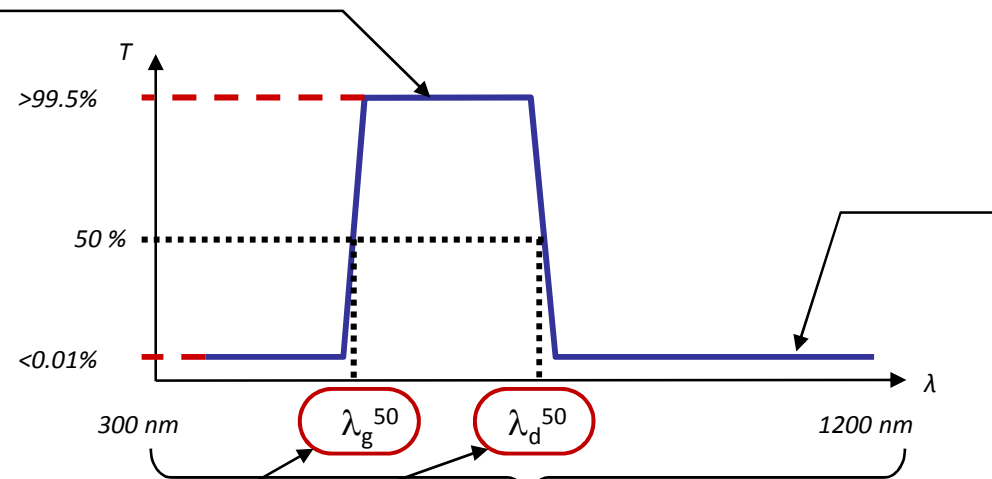
## Mais il faut intégrer également

- ✿ Les spécifications du projet pour valider les filtres (cf. LCA-10210-B)
- ✿ La précision en  $\lambda$  de 1 à 5 Å sur la bande passante pour le photo-z (cf. travaux de J-S. Ricol et al. LPSC et M. Betoule et al. LPNHE)



# Challenge principal

Forte intensité  
compatible avec le  
détecteur



Faible intensité  
compatible avec la  
sensibilité du détecteur

Gamme spectrale couverte  
par le détecteur

Précision requise < 5Å :

- ✿ Précision sur l'angle d'incidence <  $0.1^\circ/\text{Å}$  : à priori les choix technologiques sont suffisants
- ✿ Divergence du faisceau : scénario défavorable donnerait un décalage de  $\sim 0.4\text{Å}$  mais choix technologiques pour limiter (peut-être) cet effet
- ✿ Stabilité de la source/ monochromateur : spectrophotomètre particulièrement stable avec erreur sur les flancs  $\sim 0.1\text{Å}$
- ✿ Justesse de la calibration : étalons disponibles mais précision limitée  $\pm 2\text{Å}$

# SPARE SLIDES



# Challenge principal

Précision requise < 5Å :

- Précision sur l'angle d'incidence < 0.1°/Å
- Divergence du faisceau
- Stabilité de la source / monochromateur
- Justesse de la calibration du spectro

Le télémètre à ultra-sons suffisamment précis pour connaître la pente à mieux que 0.1°  
Précision table de rotation ~0.015°

Faisceau incident issu de fibre :

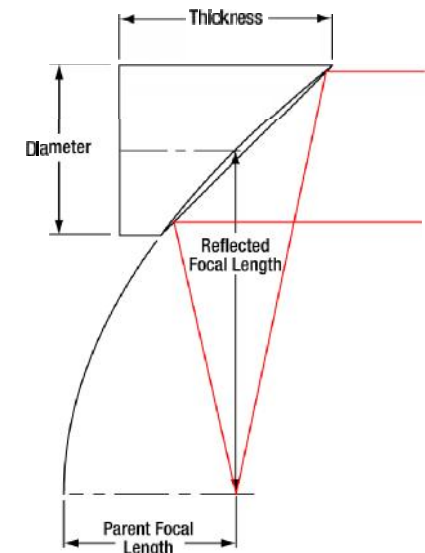
- ✿ divergence intrinsèque liée à l'ouverture de la fibre
- ✿ collimation lentille non parfaite à cause dispersion chromatique
- ✿ collimation par miroir parabolique plus efficace mais toujours imitée

➔ Divergence du faisceau entre 0.5° et 1.36°, suivant les fibres et les miroirs utilisés

$$\text{divergence} = \arctan \left( \frac{\text{Core Diameter in mm}}{\text{RFL in mm}} \right)$$

Réponse spectrale mesurée = moyenne sur le « cône » d'incidence  
Effet de polarisation qui décale les fronts

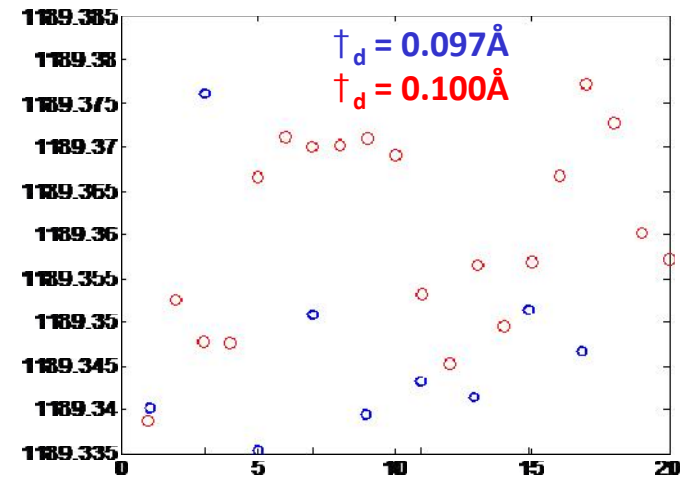
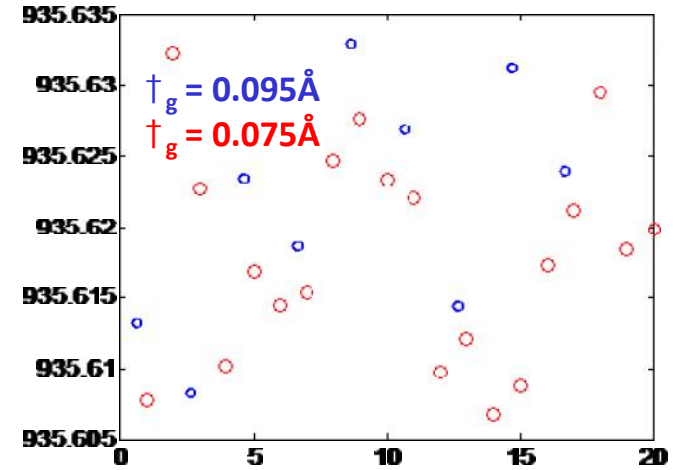
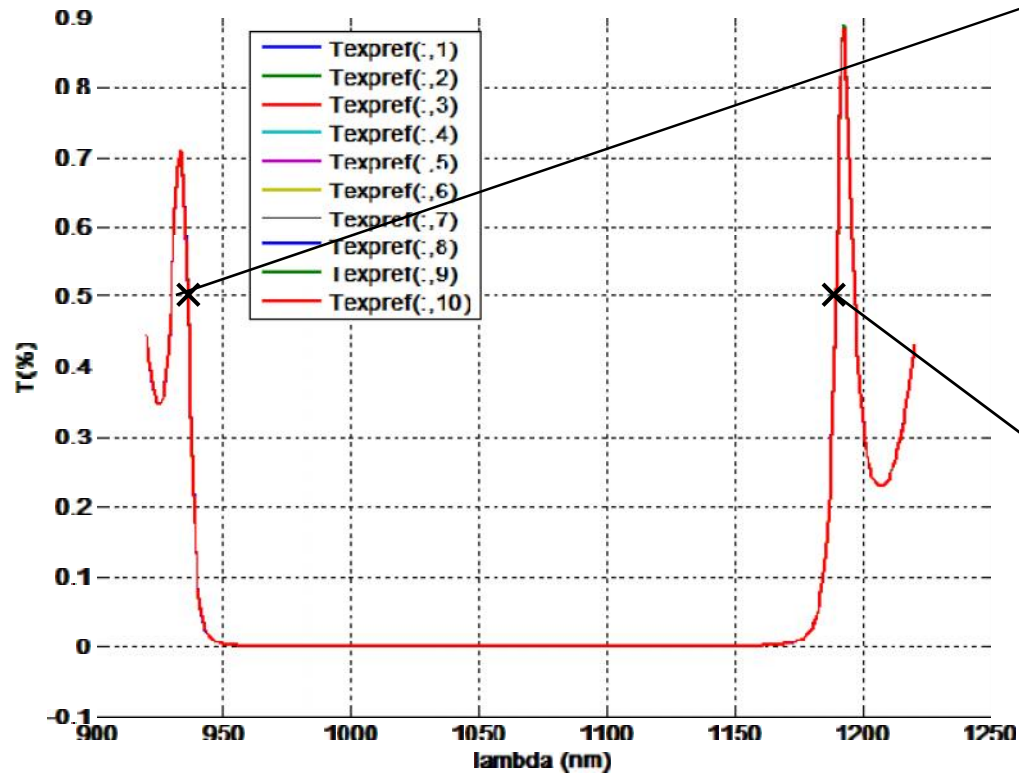
➔ Décalage de ~ +0.4Å pour une divergence de 1.5° (calculé sur filtre R - polarisation moyenne)



# Challenge principal

Précision requise < 5Å :

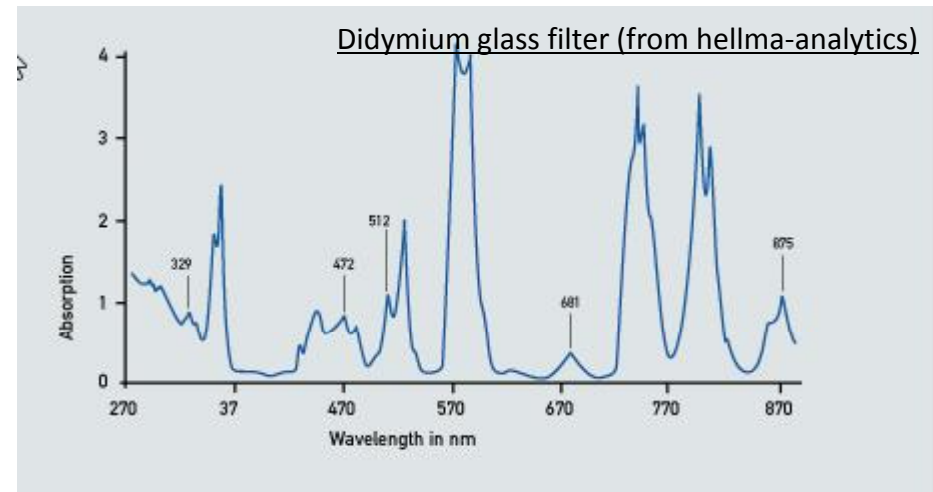
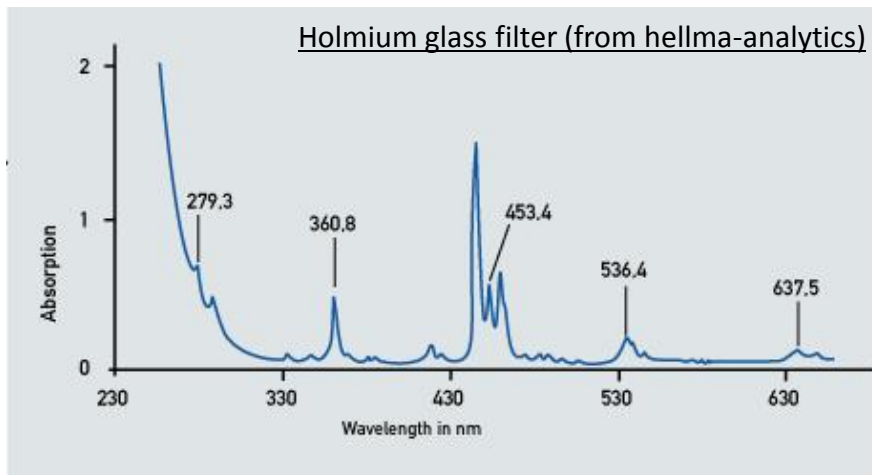
- Précision sur l'angle d'incidence < 0.1°/Å
- Divergence du faisceau
- Stabilité de la source / monochromateur
- Justesse de la calibration du spectro



# Challenge principal

## Précision requise $< 5\text{\AA}$ :

- Précision sur l'angle d'incidence  $< 0.1^\circ/\text{\AA}$
- Divergence du faisceau
- Stabilité de la source / monochromateur
- Justesse de la calibration du spectro



- » 241.5 nm
- » 279.3 nm
- » 287.6 nm
- » 333.3 nm
- » 360.8 nm
- » 385.3 nm
- » 418.5 nm
- » 453.4 nm
- » 459.9 nm
- » 536.4 nm
- » 637.5 nm



## Capabilities:

- » Wavelength accuracy in the UV and VIS range (329-875nm)
- » Photometric accuracy in the UV range (270-340nm)

## Product specs:

- » Wavelength tolerance:  $\pm 0.2\text{nm}$
- » Wavelength peaks: 329, 472, 512, 681, 875nm
- » Photometric tolerance:  $\pm 0.0024\text{au}$
- » Photometric accuracy verification points: 270, 280, 300, 320, 340nm

From precisioncells.com 11

# Précision en $1\}$ : conclusion

## Précision requise $< 5\text{\AA}$

- ✿ Précision sur l'angle d'incidence  $< 0.1^\circ/\text{\AA}$  : à priori les choix technologiques sont suffisants
- ✿ Divergence du faisceau : scénario défavorable donnerait un décalage de  $\sim 0.4\text{\AA}$  mais choix technologiques pour limiter (peut-être) cet effet
- ✿ Stabilité de la source/ monochromateur : spectrophotomètre particulièrement stable avec erreur sur les flancs  $\sim 0.1\text{\AA}$
- ✿ Justesse de la calibration : étalons disponibles mais précision limitée  $\pm 2\text{\AA}$