COMPARAISON DES PERFORMANCES

DE DIVERSES OPTIQUES MULTICOUCHES

Stéphan Rouzière, Pierre-Antoine Albouy, Marianne Impéror, Doru Constantin, Patrick Davidson, Pascale Launois, Vasile Heresanu, Julien Cambédouzou, Matthieu Chorro, Pascale Foury.

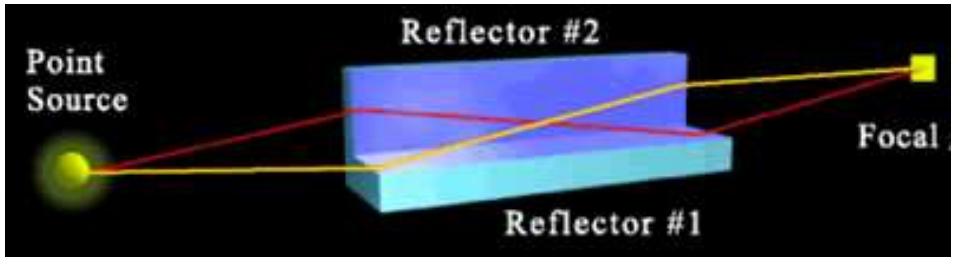
LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES SOLIDES

Bat. 510, Université Paris-Sud
CNRS, UMR 8502
91405 Orsay cedex

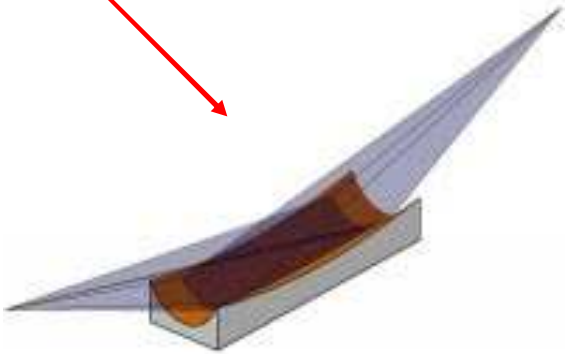
Colloque SAXS, CEA-LIONS, 14 juin 2007

OPTIQUES MULTICOUCHES AU LPS

- optiques à collimation 2D (W/Si et Ni/C)
- optiques à focalisation 2D (W/Si et Ni/C)
- 1 optique à focalisation 2D (W/Si)



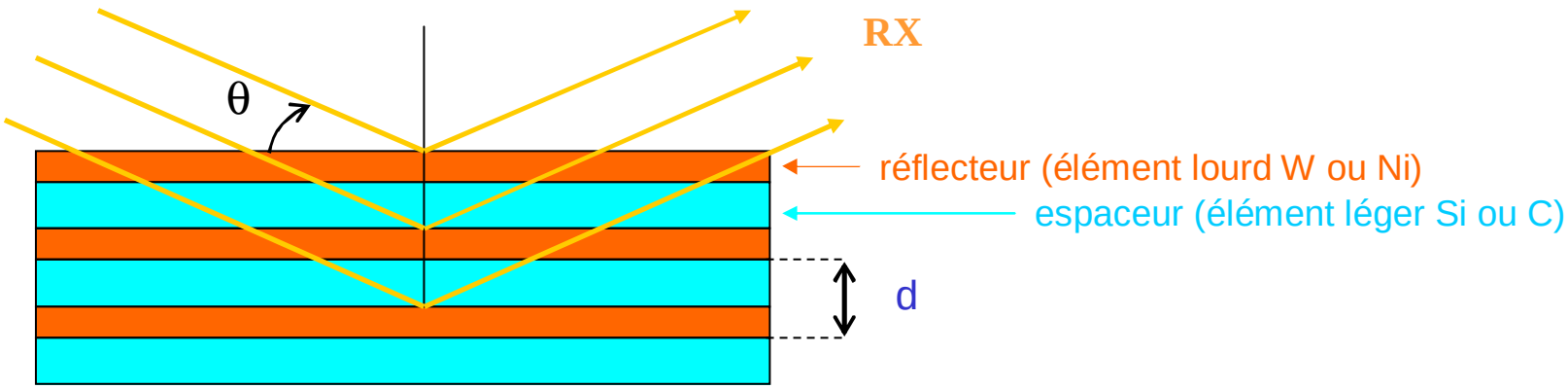
Miroirs confocaux (OSMIC) : double réflexion



1 seule réflexion (Xenocs)

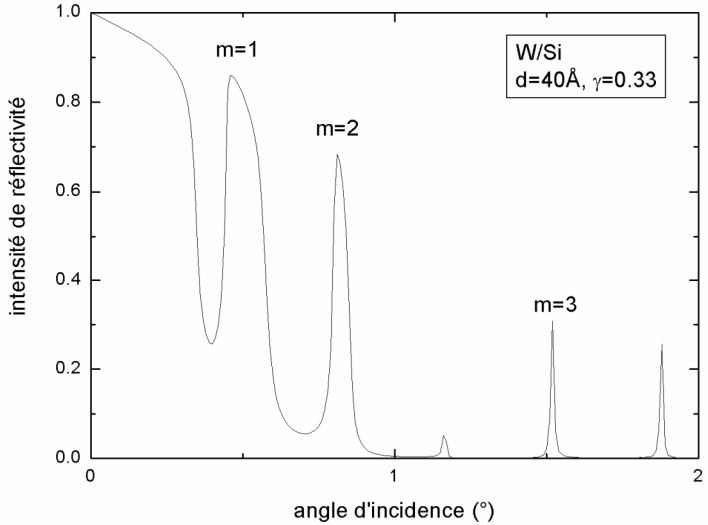
- Utilisation sur anodes tournantes CU
- Optiques placées sous circulation d'hélium

PRINCIPE DU MIROIR MULTICOUCHE



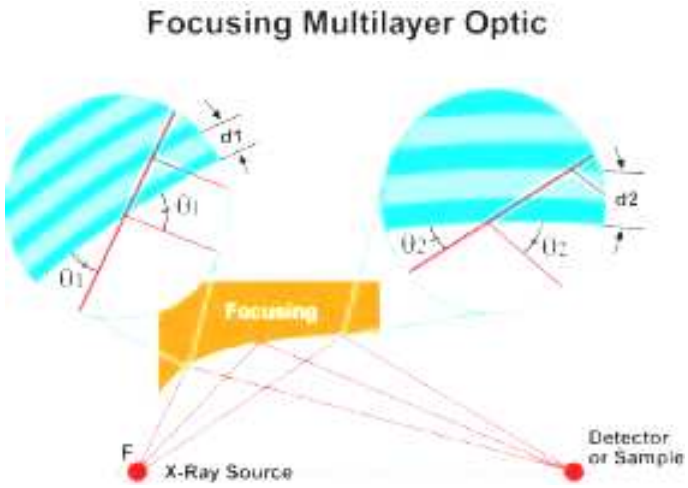
faisceau réfléchi monochromatique

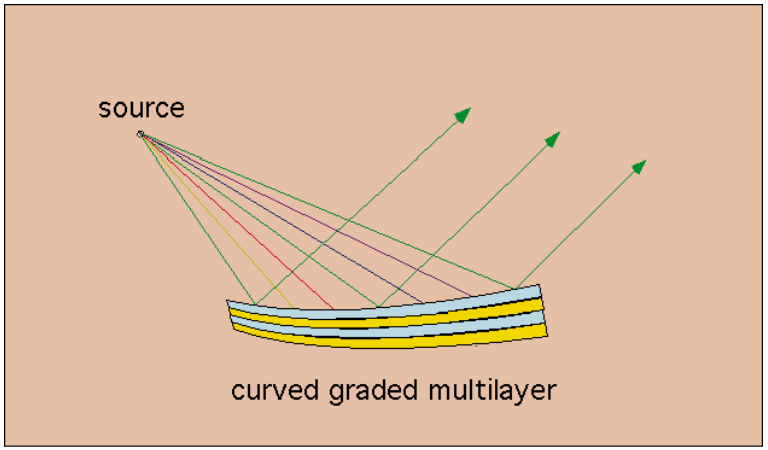
$$2\, d \sin\theta_m = m\, \lambda$$



(Simulation numérique XOP (ESRF))

MIROIR MULTICOUCHE COURBÉ A GRADIENT LATÉRAL DE PÉRIODE





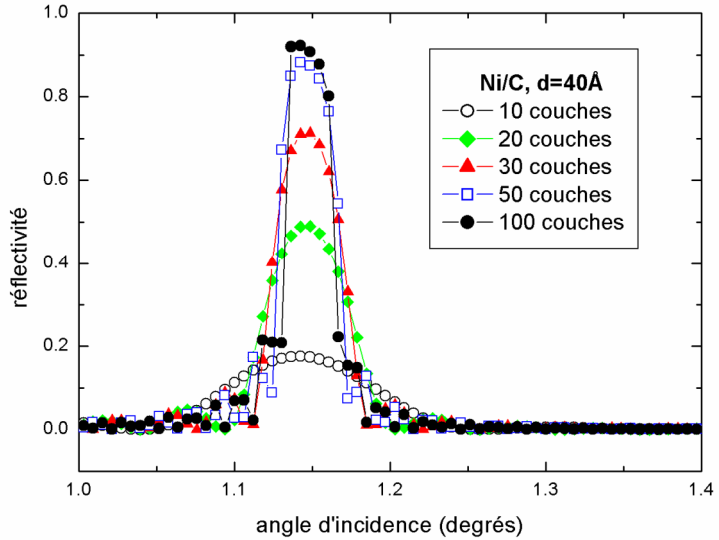
Courbure elliptique du miroir
pour focalisation du faisceau

Courbure parabolique du miroir
pour collimation du faisceau

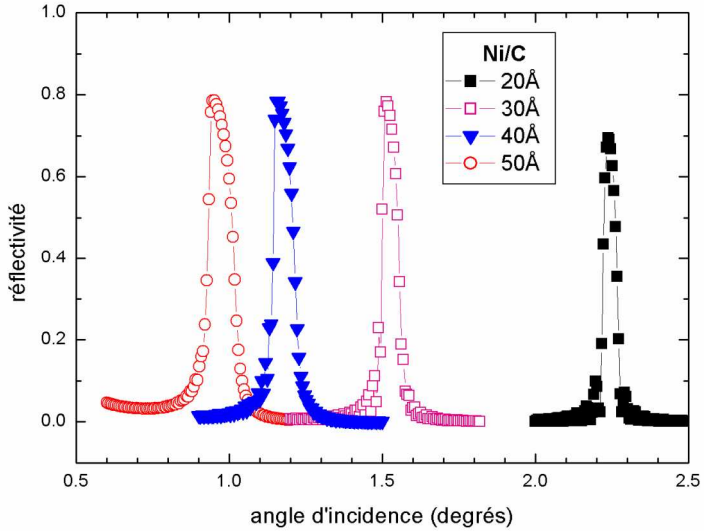
variation de la période d pour satisfaire la loi de Bragg sur toute la longueur du miroir

PROPRIÉTÉS D'UN MIROIR MULTICOUCHE

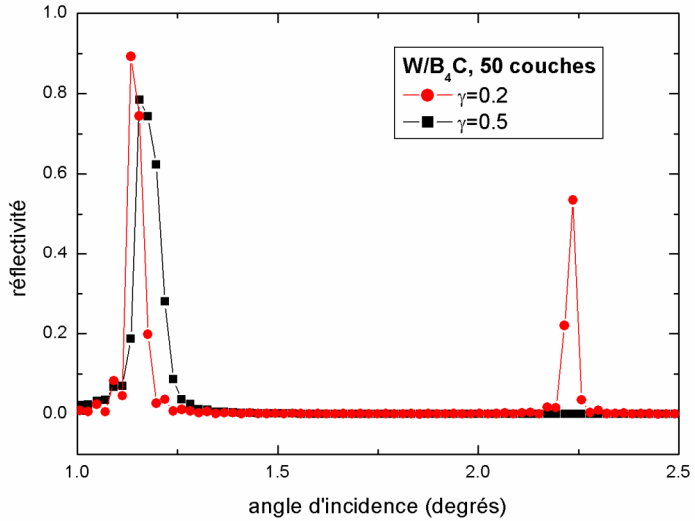
Simulations numériques, L. Jiang (Osmic)



Maximum et largeur du pic de réflectivité dépend du nombre de couches



Angle de réflexion dépend de l'épaisseur des couches



Monochromaticité : $2\ d \sin\theta = \lambda$ (m=1)

paramètre $\gamma = d_W / (d_W + d_{Si})$

γ=0.5 → élimination de l'ordre m=2,4,6

PERFORMANCES DES OPTIQUES MULTICOUCHES

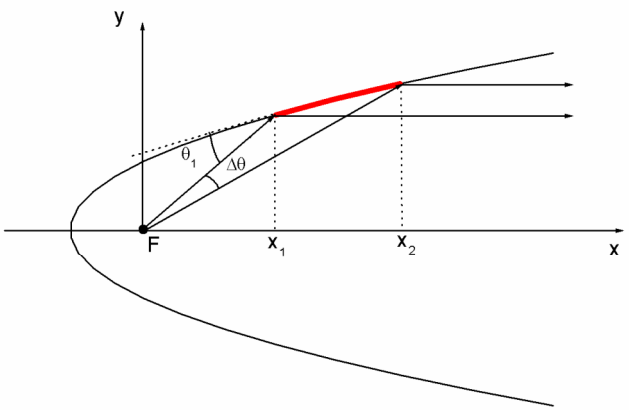
3 paramètres fondamentaux à évaluer :

- FLUX
- DÉFINITION SPATIALE (dimension, divergence)
- PURETÉ SPECTRALE (monochromaticité)

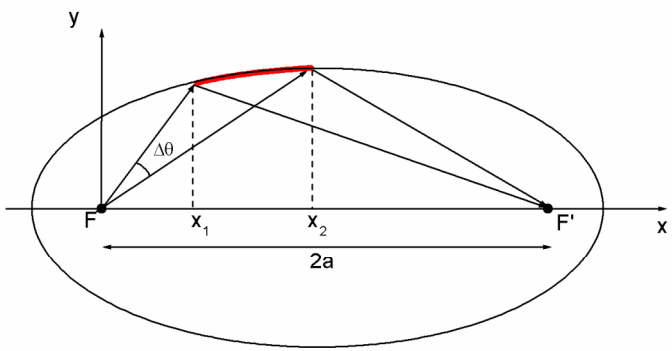
+ INFLUENCE DE LA SOURCE RX

OPTIQUES MULTICOUCHES au LPS
considérations géométriques

Optique à collimation (W/Si et Ni/C)



Optique à focalisation (W/Si et Ni/C)



Longueur des miroirs = 80mm

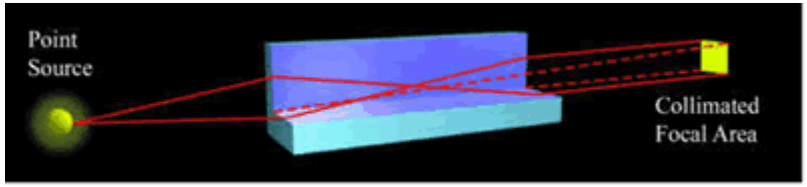
Distance source-centre du miroir =125mm

Angle de capture $\Delta\theta$ = 0.7544°

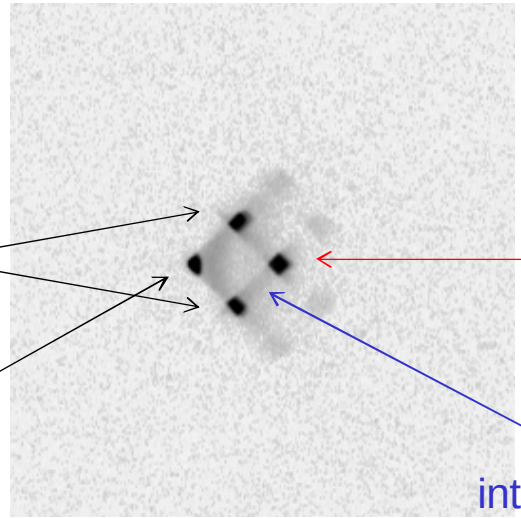
Distance source-centre du miroir =150mm
Distance de focalisation FF' = 1200mm

Angle de capture $\Delta\theta$ = 0.6128°

FAISCEAUX EN SORTIE D'OPTIQUE



Images 10 cm après la sortie de l'optique



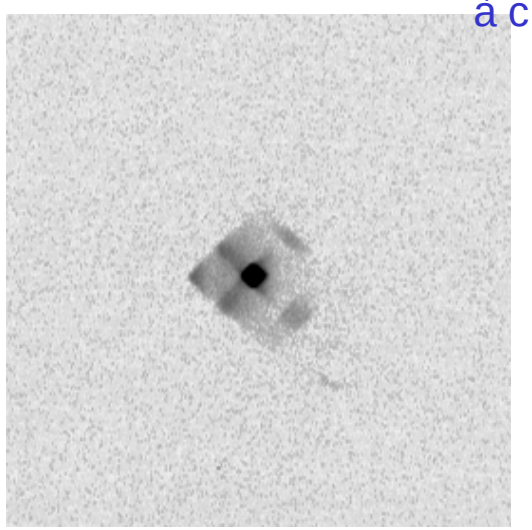
faisceaux « 1 réflexion »

faisceau « 2 réflexions »

faisceau direct

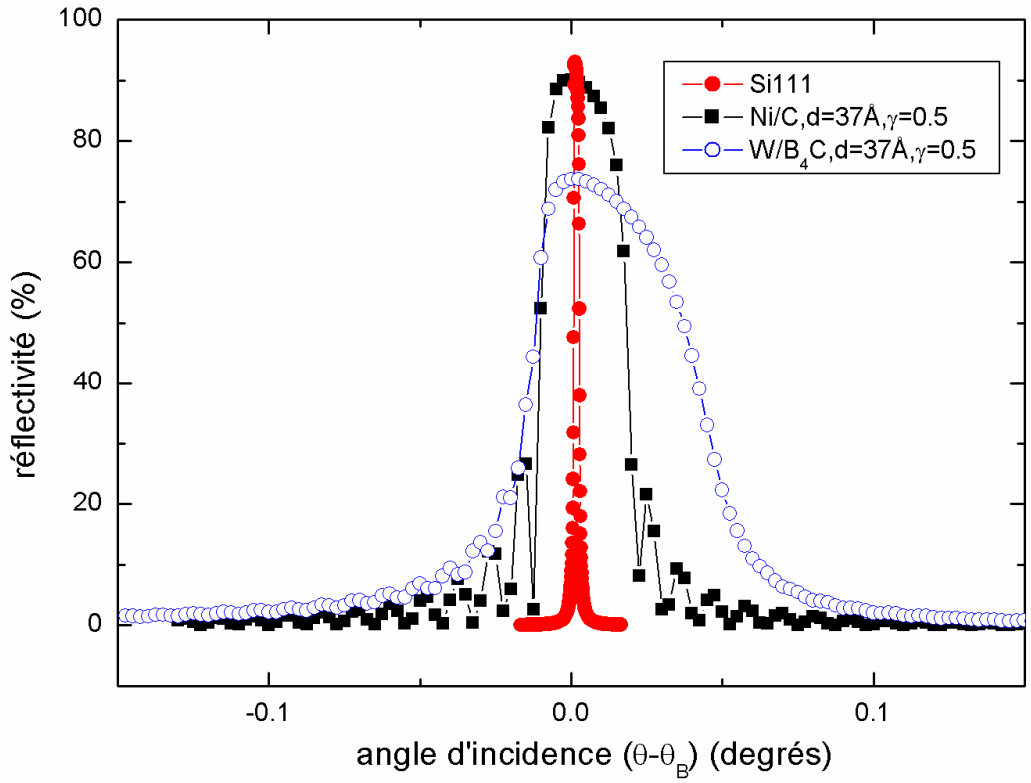
intensité 2/1000 par rapport
à celle du faisceau 2 réflexions

après la mise en place de fentes en Ta
en sortie d'optique



RÉFLECTIVITÉ DU MIROIR MULTICOUCHE EN FONCTION DE L'ÉLÉMENT RÉFLECTEUR W ou Ni

Simulation numérique Jiang (Osmic)



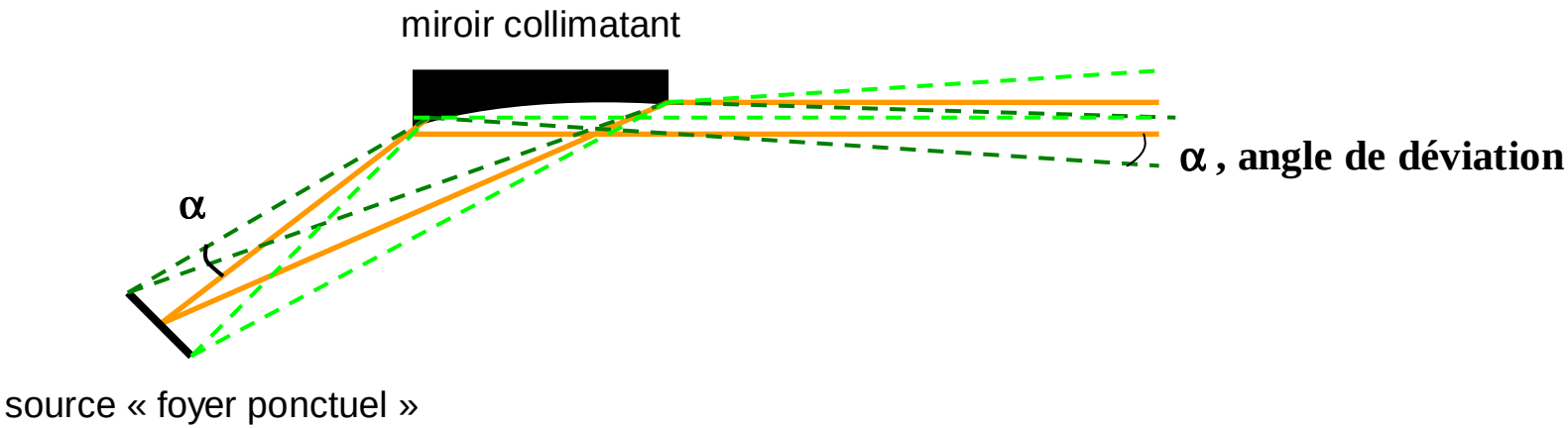
$\Delta E/E \sim 10^{-4}$ (Si111)

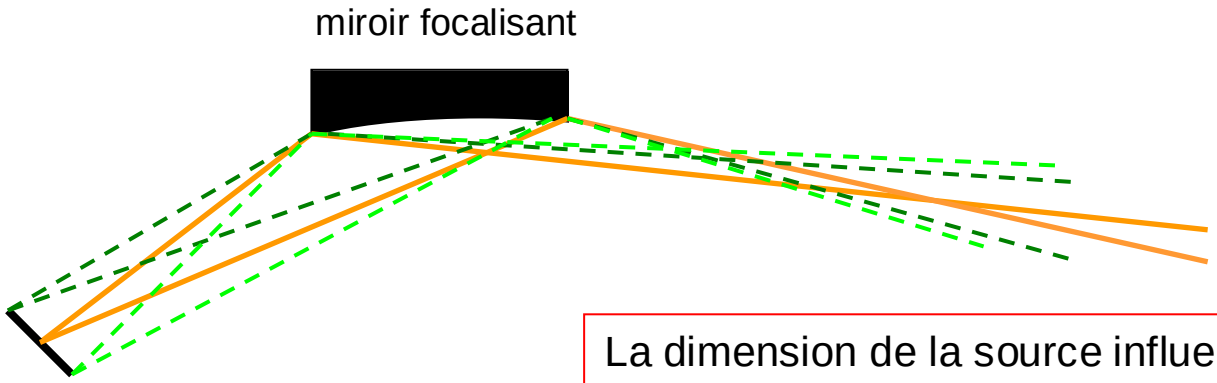
$\Delta E/E \sim 10^{-2}$ (multicouches)

pic de réflectivité plus large avec le W qu'avec le Ni

- flux plus important avec le W
- résolution spectrale et spatiale meilleure avec le Ni

DIMENSION ANGULAIRE DE LA SOURCE X

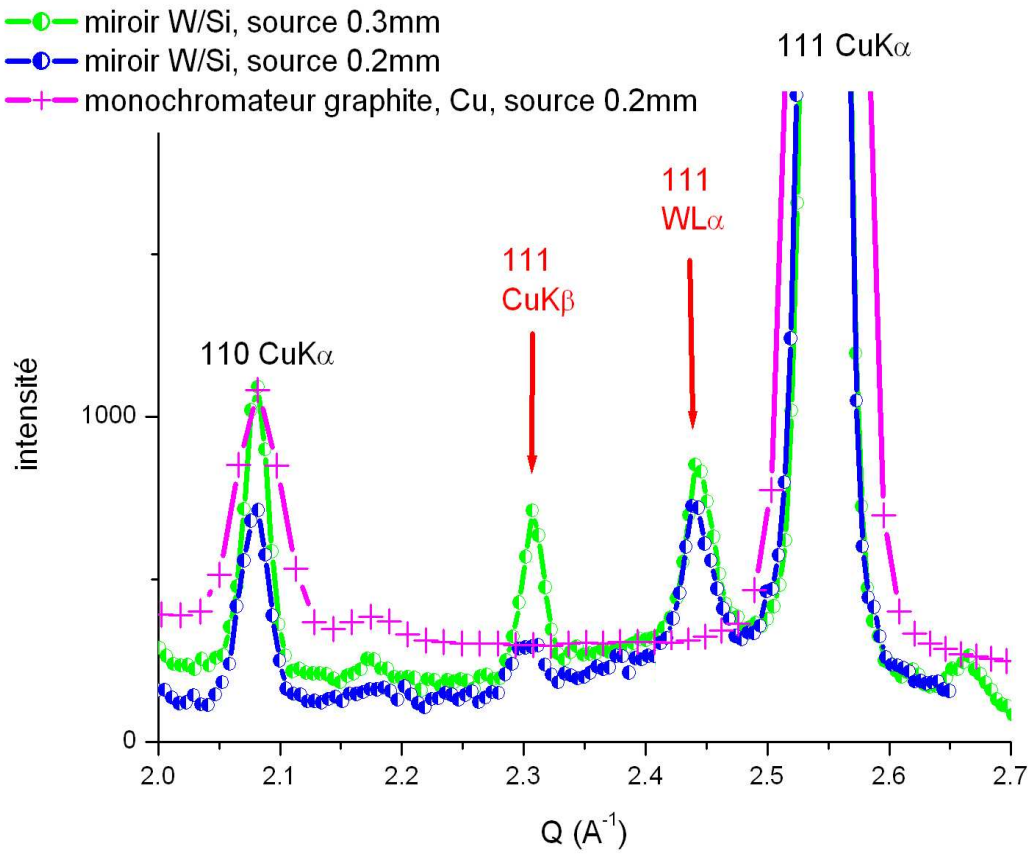




La dimension de la source influe sur la :

- Divergence
- Focalisation
- Pureté spectrale

CONTAMINATIONS OPTIQUE COLLIMATANTE W/Si



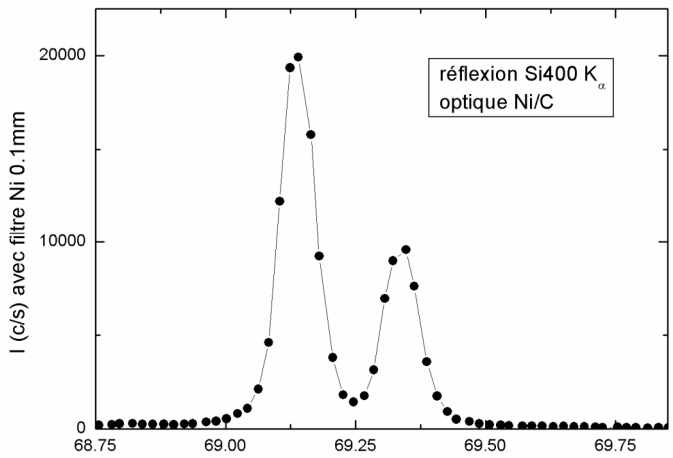
E (CuKβ) = 8.9 keV
E (WLα) = 8.4 keV

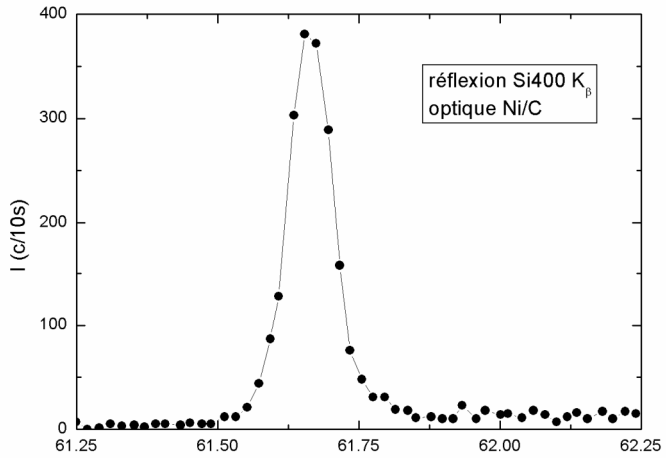
	CuKβ	WLα
foyer 0.3	3%	3%
foyer 0.2	1%	3%

≡ effet de la taille de la source

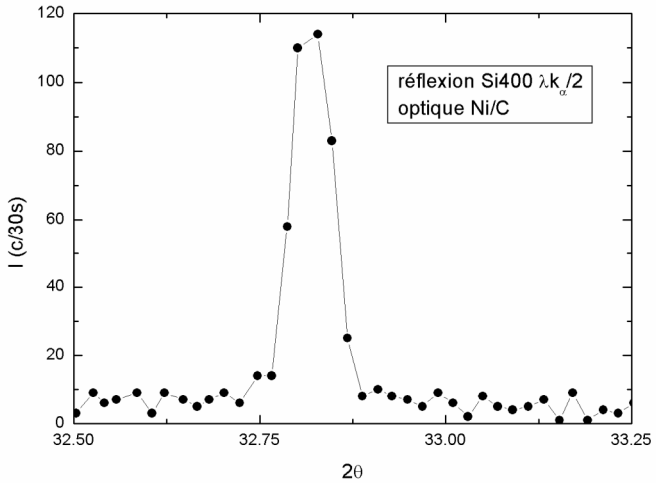
PURETÉ SPECTRALE OPTIQUE FOCALISANTE Ni/C

•Analyse avec cristal analyseur Si400

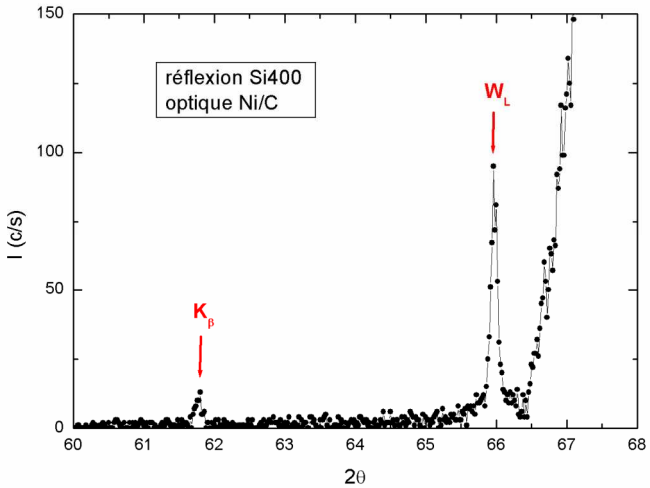




K_β/K_α ~0.03%



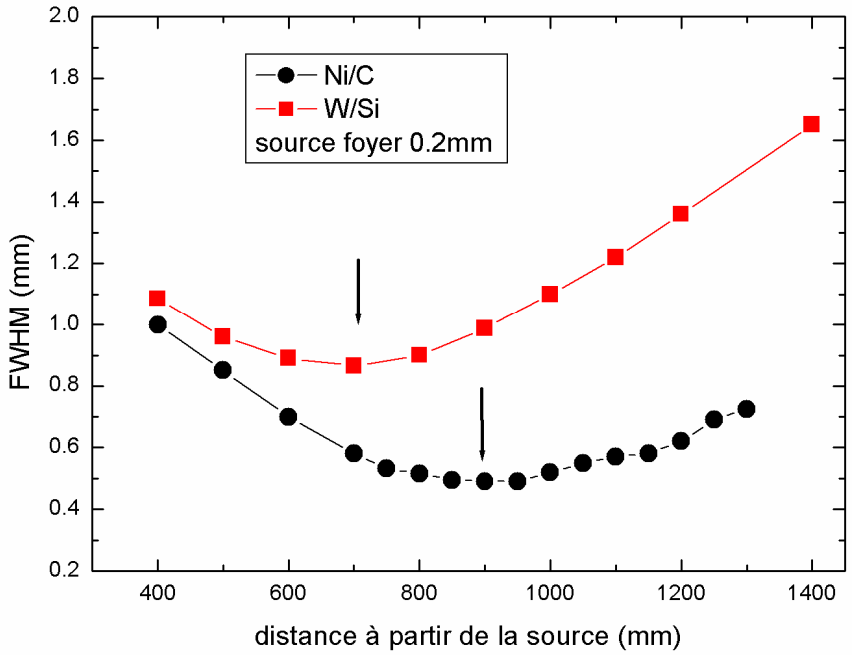
2ème ordre de réflexion :
$I(\lambda/2)/I(\lambda)$~0.002%



Contamination $I(W_L)/I(\lambda K_\alpha)$ ~ 0.25%

FOCALISATION EN FONCTION DE L'ÉLÉMENT RÉFLECTEUR

optiques focalisantes W/Si et Ni/C, distance de focalisation géométrique = 1200mm

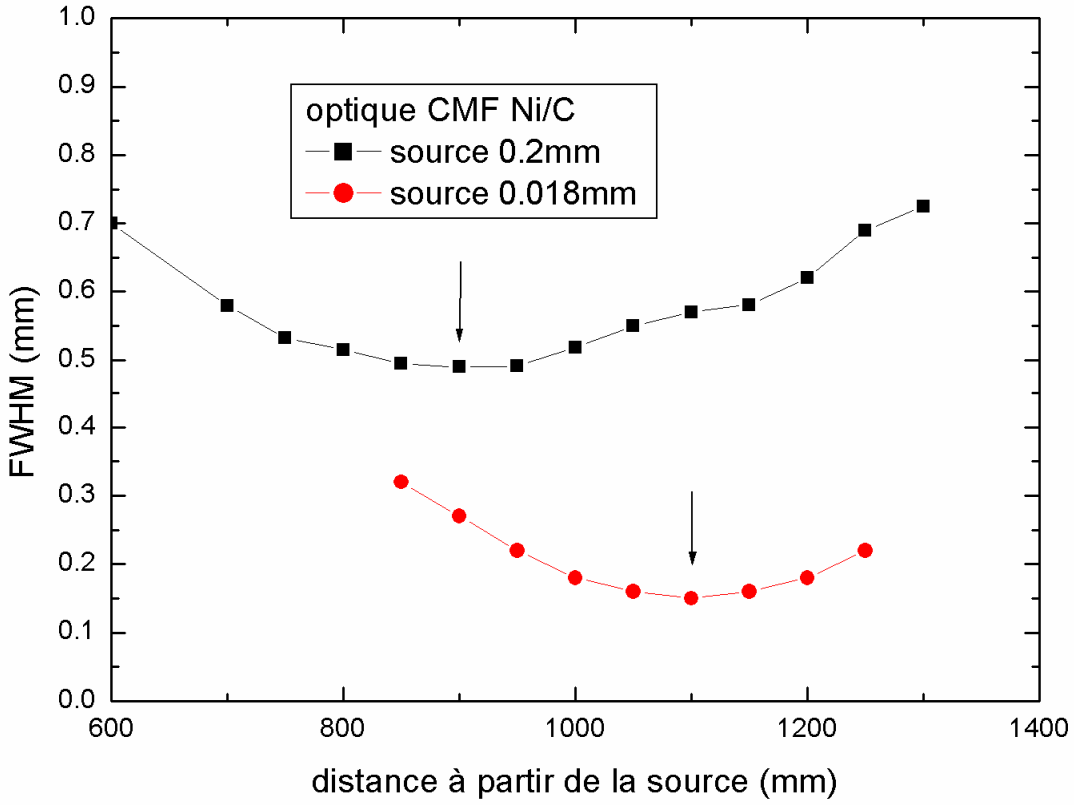


Multicouche avec W par rapport au Ni :

- faisceau plus large et plus divergent
- distance focalisation plus courte

FOCALISATION EN FONCTION DE LA TAILLE DE LA SOURCE

optique focalisante Ni/C, distance de focalisation géométrique = 1200mm



• valeurs Osmic

Focalisation plus proche du foyer géométrique et divergence plus faible avec une source plus petite

PERFORMANCES DES OPTIQUES

• source anode CU, foyer ponctuel fin 0.2mm @3kW

	optique collim. W/Si	optique collim. Ni/C	optique focal. W/Si	optique focal. Ni/C
flux (ph/s)	$2.\ 10^{9}$	$7.\ 10^{8}$	$1.\ 10^{9}$	$5.\ 10^{8}$
distance source –focal.	-	-	700mm	900mm
FWHM (mm)	1.56 à 850mm	1.2 à 850mm	0.75	0.5
angle divergence (collim.) convergence (focal.)	0.10° -	0.066° -	- 0.11° (0.083°)	- 0.08° (0.076°)
Kβ/Kα	$1\ 10^{-2}$	$3\ 10^{-3}$	$4\ 10^{-3}$	$3\ 10^{-4}$

(en bleu: résultats de simulations OSMIC)

IMAGE DE LA SOURCE RX

anode tournante RIGAKU , foyer ponctuel de 0.2mm

Images de la source en fonction du réglage du bias

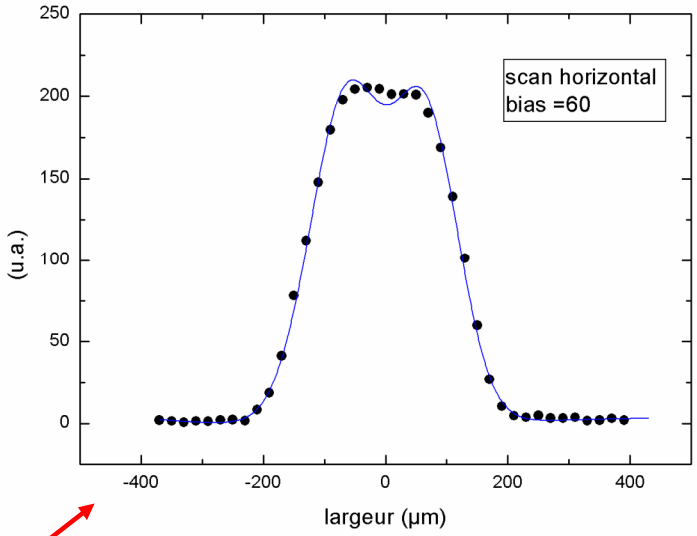
Bias = 40, H=0.25mm; V = 0.40mm

Bias = 45, H=0.23mm; V = 0.33mm

Bias = 50, H=0.23mm; V = 0.28mm

Bias = 55, H=0.25mm; V = 0.23mm

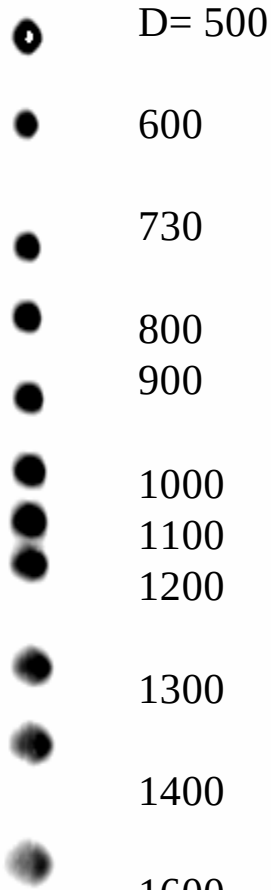
Bias = 60, H=0.23mm; V = 0.19mm



HOMOGÉNÉITÉ DU FAISCEAU / EFFET DE LA SOURCE

Source « ponctuelle » Rigaku foyer de 0.2mm

Optique focalisante W/Si



D= 500

600

730

800

900

1000

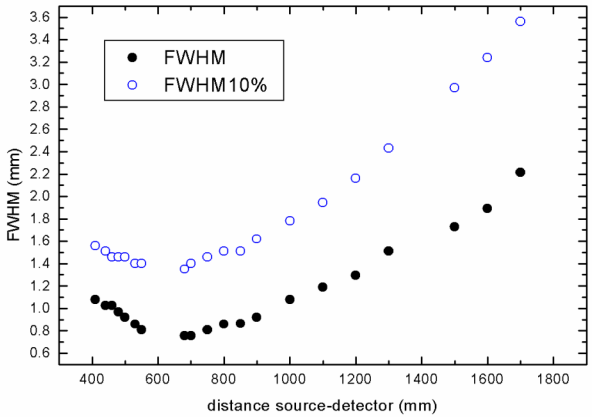
1100

1200

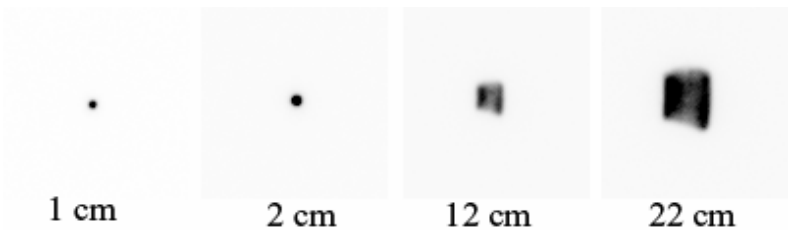
1300

1400

1600



Optique Xenocs 1:1 , pinhole 100µm
divergence 0.3°



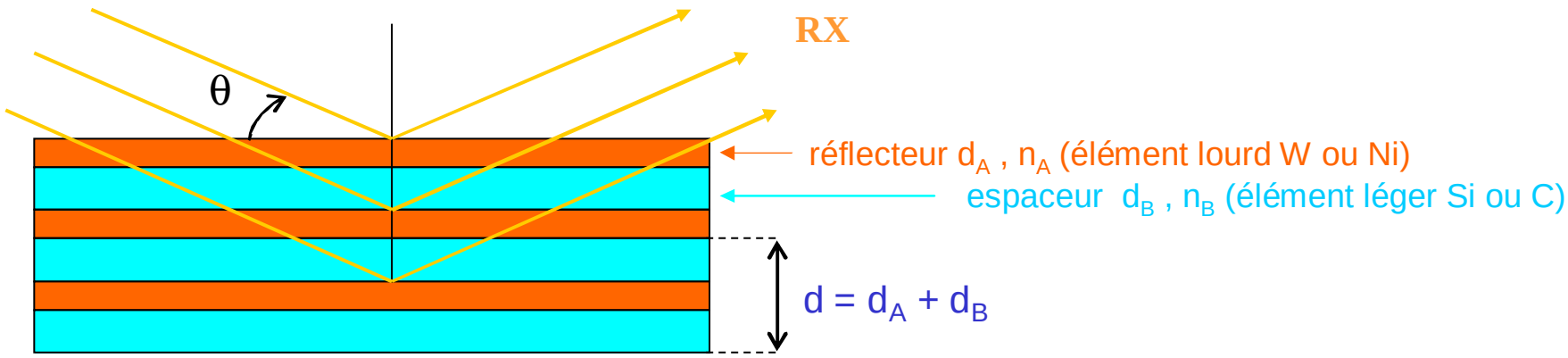
CONCLUSIONS

Montage expérimental = système optique (source X + optique) + échantillon sous étude

- Échantillons petits → optiques focalisantes
- Flux → optiques W/Si
- Définition spatiale et spectrale → optiques Ni/C

- Source RX petite et brillante pour optimiser les performances des optiques multicouches (anodes tournantes à foyer fin : 0.2mm, 0.1mm, 70µm)

PRINCIPE DU MIROIR MULTICOUCHE

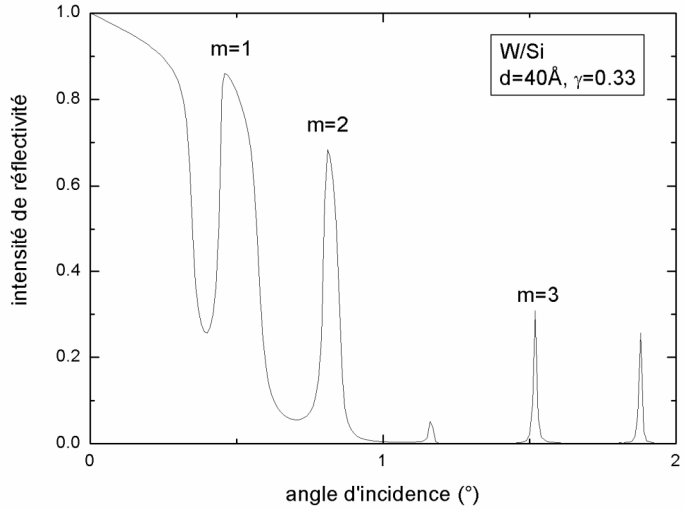


Relation de Bragg généralisée :

$$2\,d\,\sin\theta_m = \frac{m\lambda}{\sqrt{1-\frac{2\delta}{\sin^2\theta}}}$$

$\delta = (d_A\delta_A + d_B\delta_B)\,/\,d$

(indice de réfraction $n_i = 1-\delta_i + i\beta_i$)



(Simulation numérique XOP (ESRF))