

Ensemble de composants pour l'étude des résonances de plasmons de surface

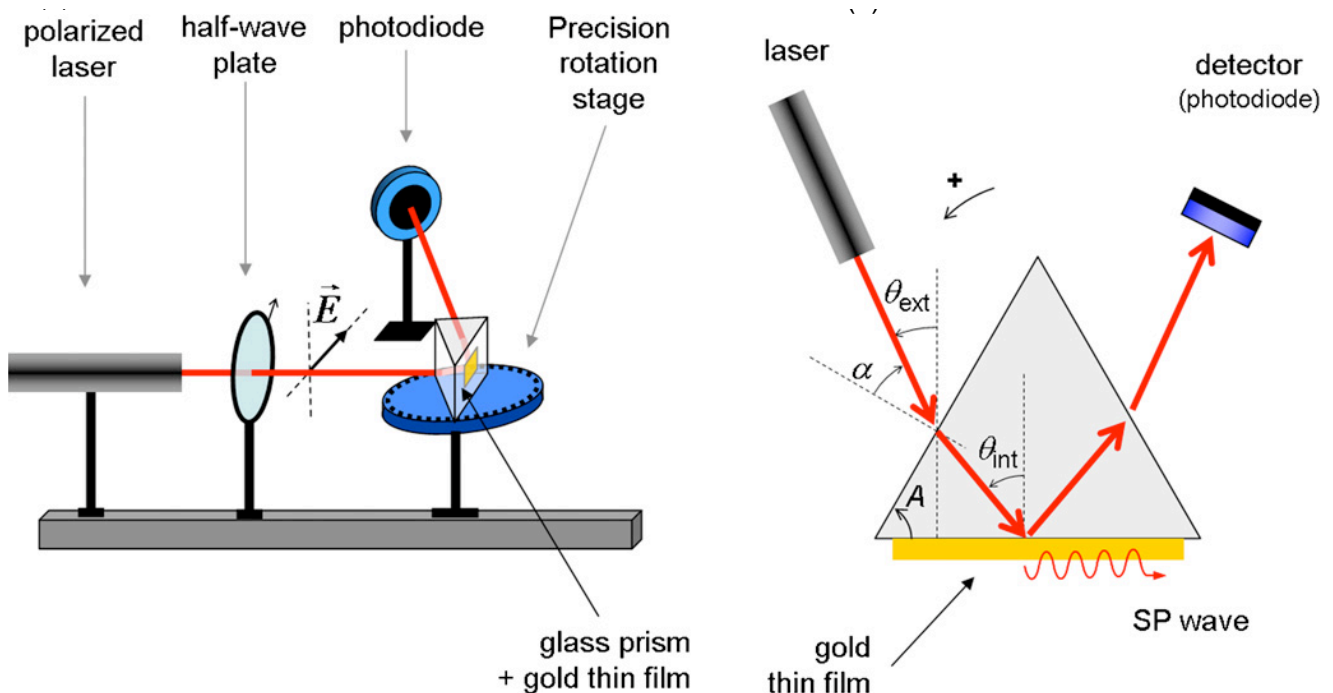
Comme cette notice est destinée aux oraux de l'agrégation, elle ne comporte que les caractéristiques des composants, et une brève description du dispositif.

Résumé :

Le composant essentiel de l'ensemble 0.62 est un prisme comportant, sur une face, un mince dépôt d'or (quelques dizaines de nm). Par l'intermédiaire de ce prisme, il est possible d'exciter optiquement cette couche d'or : il existe en effet un angle d'incidence (sur la face d'or) pour lequel le vecteur d'onde tangent $k_{//}(\omega)$ dans le prisme satisfait la relation de dispersion $k(\omega)$ des plasmons de surface.

Pour cet angle, le faisceau incident excite les plasmons et leur transmet donc de l'énergie. Cela se traduit par forte chute de la puissance réfléchi.

L'angle d'incidence pour lequel cette chute de réflectivité est observée permet, par exemple, de remonter à la valeur de la permittivité diélectrique de l'or dans le domaine optique.

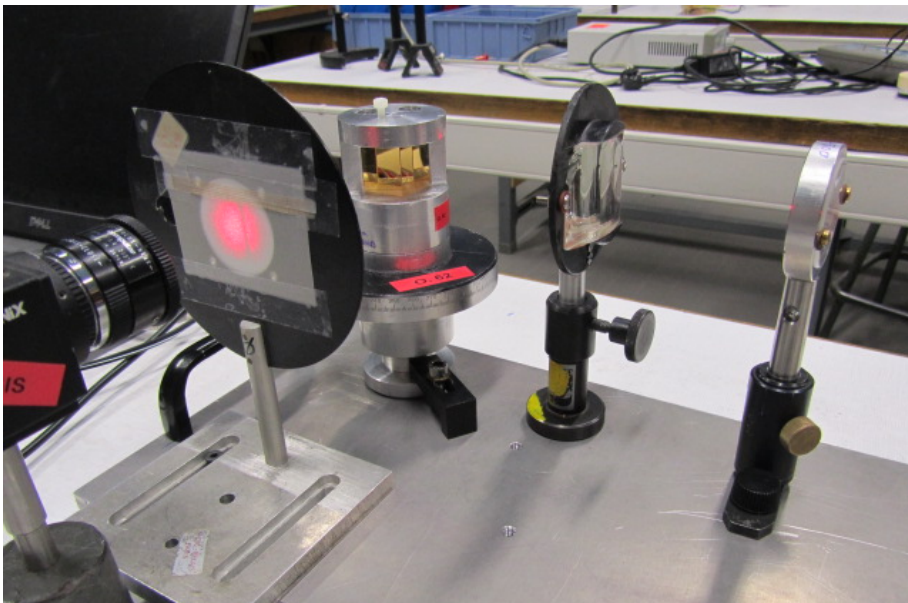
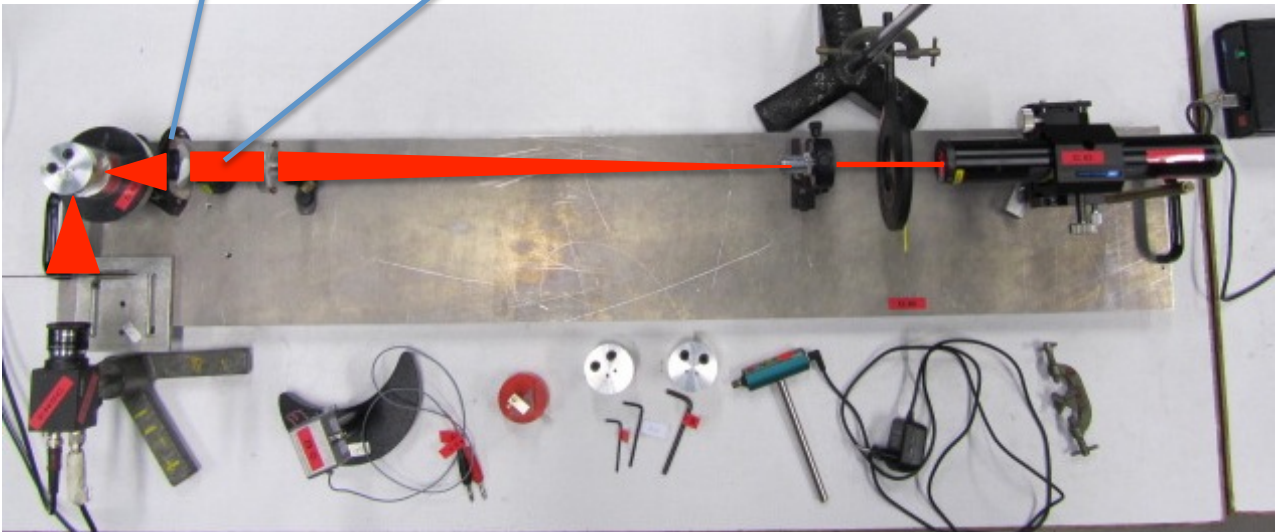


Pour étudier cette chute de réflectivité, il est possible :

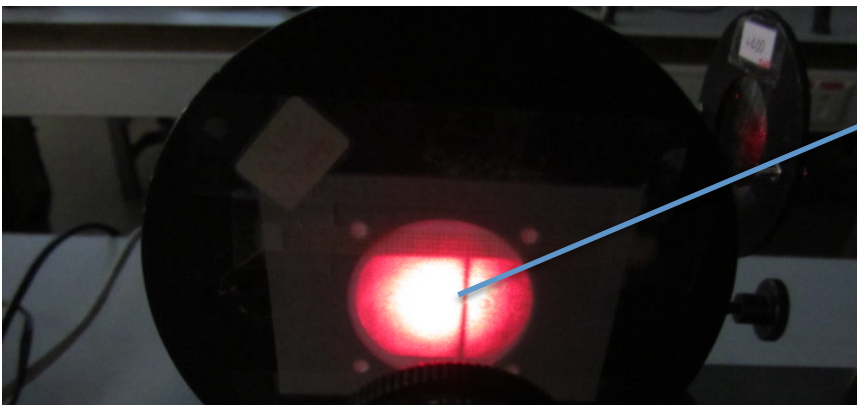
- 1- soit de mesurer directement la puissance réfléchi pour différents angles d'incidence,
- 2- soit d'éclairer le prisme avec un faisceau élargi (objectif de microscope + lentille convergente), puis refocalisé sur la couche d'or par une lentille cylindrique.

lentille cylindrique convergente

faisceau laser élargi, parallèle



Cela permet d'observer simultanément la puissance réfléchie pour toute une gamme d'angles. Le faisceau (divergent) réfléchi par le prisme a alors l'allure :



chute de la puissance réfléchie, pour cet angle (pour lequel la lumière incidente a été transmise au plasmon de surface)

Liste du matériel :



- un laser HeNe polarisé 1mW, 632.8 nm, et son alimentation (Melles Griot 25-LHP-111-230) et son support (orientable)

- un support rotatif gradué au 1/10ème de degré.

RQE : Vu la déviation à l'intérieur du prisme (qui interdit que le faisceau tape sur l'axe de rotation pour tous les angles incidences), *ce n'est pas l'angle de déviation qui doit ici être mesuré, mais l'angle d'incidence sur la face d'entrée*. Pour cela, il faut donc au préalable repérer la graduation correspondant à l'incidence normale sur cette face (l'incidence normale est réglée en renvoyant le faisceau laser sur lui même).

- deux prismes à 45° avec dépôt d'or (50 nm), et leur support protecteur en dural.

**RQE : LE DEMONTAGE DE CETTE PIECE PORTE-PRISME EST INTERDIT,
Y COMPRIS POUR L'EQUIPE TECHNIQUE DE L'AGREGATION**



le support qui protège la face avec dépôt est évidé au niveau du dépôt (même si cela ne peut pas se voir), et l'arrière du prisme est bien constitué d'une interface or-air.

- un prisme à 45° avec dépôt d'or (>100 nm), et son support protecteur en dural

- un prisme à 45° nu (sans dépôt), et son support en PCV



- une plaque de longueur 1,2m pour fixer l'ensemble
- un montage avec photodiode (de grande surface sensible : pin-10D) délivrant une tension proportionnelle à la puissance reçue
- *En outre, pour observer la résonance des plasmons de surface directement (configuration 2) :*
 - un objectif de microscope *10 (bien propre ! à faire nettoyer le cas échéant) + support réglable,
 - une lentille +500, diamètre 40 + support réglable
 - une lentille cylindrique +100 + support réglable
 - un support muni d'un petit écran de claqué
 - les brides, vis et clefs à 6 pans nécessaires pour fixer l'ensemble
- Le *matériel complémentaire* suivant (non inclus dans l'ensemble 0.62) permet de compléter/d'enrichir cette expérience :
 - une lame $\lambda/2$, pour faire varier la direction de la polarisation incidente.
Rqe : les plasmons sont excités pour une polarisation parallèle au plan d'incidence.
 - un laser vert (+polariseur) + noix pour le fixer
 - caméra + système d'acquisition.

Pour que le signal soit (relativement) proportionnel à l'intensité lumineuse, on pourra par exemple utiliser la caméra pulnix 0.35bis, en plaçant le switch "gamma" sur 1 (rép. linéaire), et non 0.45, et acquérir les images avec le l'interface firewire pixelink.

 - un jeu de grandes densités optiques (à placer entre l'écran d'observation en calque, et la caméra). Il faut en effet ne pas trop fermer le diaphragme de l'objectif de la caméra pour ne pas rendre le speckle (granularité laser) trop gros sur l'image finale.

Caractéristiques des prismes

Tous les prismes utilisés sont du type PS911 Thorlabs :

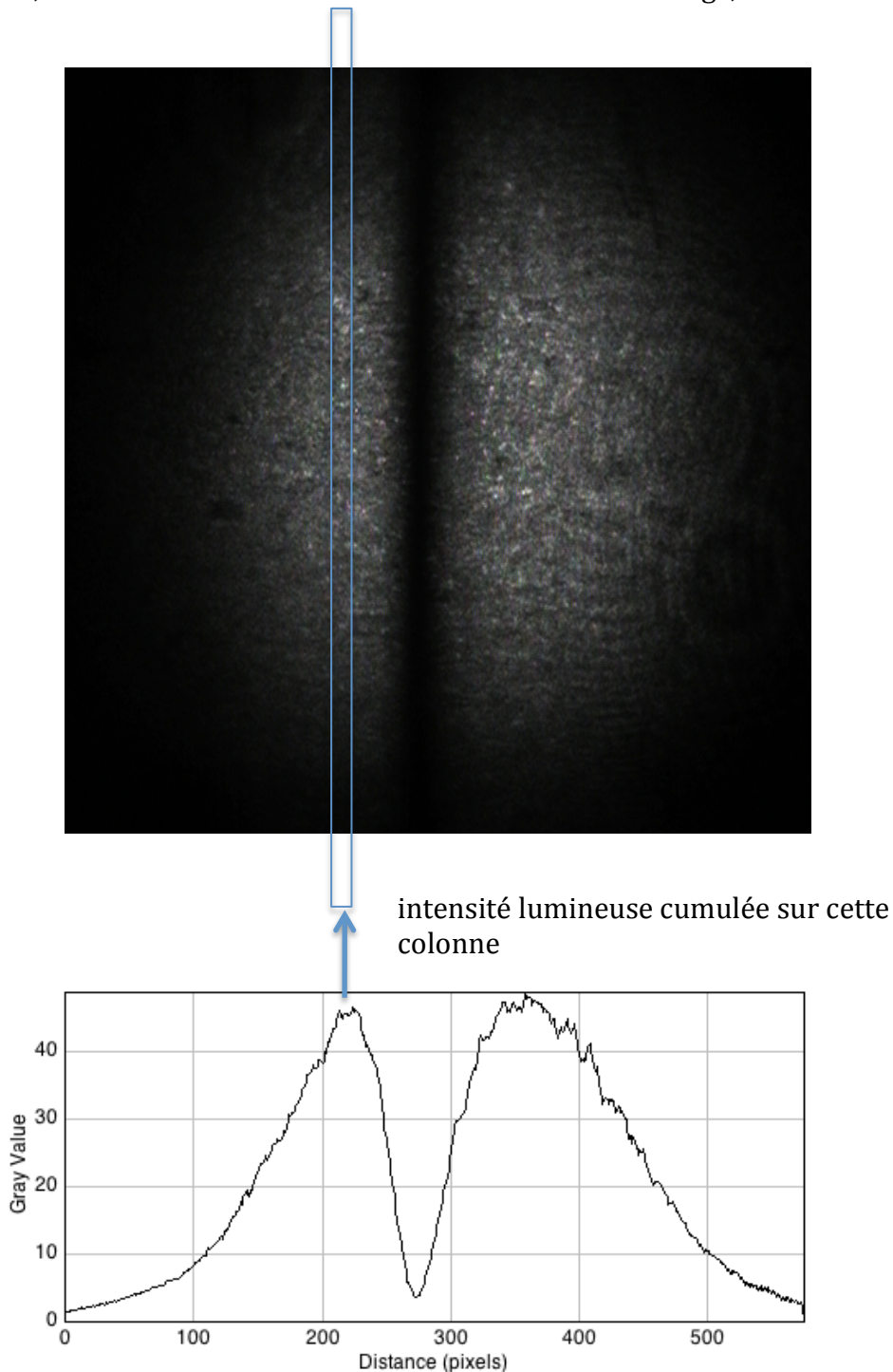
- en verre N-BK7. indice à 633 nm : $n=1.515$
 indice à 532 nm : $n=1.519$
- les faces sont non traitées (à l'exception des dépôts d'or)
- prismes "à angle droit" : les deux angles valent $45,00^\circ \pm 0,05^\circ$
- Les dépôts d'or ont été réalisés en mars 2012 par évaporation, dans la salle blanche du Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire. Le meilleur contraste est obtenu pour une épaisseur de dépôt de 50 nm. Pour une longueur d'onde de 633nm, pour ces dépôts, le contraste de l'extinction est de 98%. Un mois et demi après fabrication, la même valeur de contraste a été constatée. Pour des dépôts plus épais (par exemple 100 nm), la résonance est très molle (plus large et moins contrastée).

rqe : les tolérances sur l'orthogonalité des faces du prisme étant assez larges (de l'ordre du dixième de degrés), on ne sera pas surpris des légères déviations verticales du faisceau réfléchi lorsque l'on passe d'une face à l'autre (par exemple lorsque l'on teste l'orthogonalité de l'axe de rotation avec le faisceau incident).

Remarque sur le traitement des images

Si l'on souhaite relever directement le coefficient de réflexion pour toute une gamme d'angles, en éclairant le prisme avec une lentille cylindrique, un peu de traitement d'images est nécessaire. Celui-ci peut par exemple être réalisé avec le logiciel libre ImageJ.

Comme l'éclairage est ici cohérent, des artefacts sont souvent visibles sur l'image finale, si les optiques ne sont pas extrêmement propres. Pour s'en affranchir, plutôt que d'extraire une coupe de l'intensité sur l'image (coupe le long d'une ligne), il vaut mieux tracer l'intensité en fonction de x, mais cumulée sur toute la hauteur de l'image, comme cela est illustré ci-dessous.



Ce type de profil est par exemple obtenu simplement avec le logiciel ImageJ en faisant une sélection rectangulaire de l'image (au lieu d'en sélectionner un segment).

Enfin, pour normaliser le résultat, on peut le diviser par l'intensité obtenue pour une polarisation verticale, pour laquelle les plasmons ne sont pas excités.