

il y aura de centres luminescents pour réabsorber les photons émis, d'où une auto-absorption supérieure. Enfin, la probabilité de réabsorption-réémission dépend fortement de la distance que doivent parcourir les photons émis au sein de l'échantillon. Selon la géométrie et l'indice de réfraction du matériau, les photons émis par les centres luminescents auront un chemin plus ou moins long à parcourir avant d'atteindre le détecteur et auront donc une probabilité plus ou moins grande d'être réabsorbés.

Le phénomène de réabsorption a été étudié pour des matériaux dopés cérium présentant de faibles décalages de Stokes, tels que $\text{LaP}_5\text{O}_{14}$ et BaF_2 ($\Delta S = 1640$ et 1438 cm^{-1} respectivement) [3-5]. Ce phénomène a également été évoqué pour le LuAP ($\text{LuAlO}_3\text{:Ce}$) et le $\text{LaF}_3\text{:Ce}$, mais ce n'est pas ce phénomène au sens strict du terme qui a lieu dans ces matériaux puisque leur déplacement de Stokes est relativement grand (4091 et 4975 cm^{-1} respectivement [2]). Pour LaF_3 , il existerait des ions Ce^{3+} dans des sites perturbés qui pourraient absorber l'émission des ions Ce^{3+} "classiques" puis émettre à plus faible énergie [6]. Dans le cas du LuAP, il s'agirait d'une absorption parasite dont l'origine n'est pas vraiment déterminée [7,8].

Etude de l'auto-absorption

Afin de quantifier le phénomène d'auto-absorption dans les cristaux de LPS:Ce, nous avons étudié l'influence de la taille de l'échantillon sur le spectre d'**émission du cérium**. Un pixel de $4 \times 8 \times 25 \text{ mm}^3$ de LPS est excité à 355 nm par le troisième harmonique d'un laser YAG:Nd. L'excitation se fait au bord de l'échantillon, proche de la face de sortie des photons émis, au milieu de l'échantillon et à son extrémité (+ 20 mm). Le schéma du montage et les spectres d'émission obtenus sont présentés Figure IV 3. Ces spectres d'émission sont normalisés, l'effet de la réabsorption sur le rendement lumineux est développé dans la suite de ce chapitre. La bande d'émission du cérium correspondant à la transition de plus faible énergie $5d^1 \rightarrow 4f^1(^2F_{7/2})$ n'est pas modifiée par la position de l'excitation laser. A l'inverse, une partie de la bande d'émission $5d^1 \rightarrow 4f^1(^2F_{5/2})$ disparaît lorsque la position de l'impact laser s'éloigne de la face de sortie de l'échantillon. Ceci correspond aux photons de plus haute énergie, qui ont une plus grande probabilité d'être réabsorbés lorsque la distance à parcourir augmente. Pour quantifier ce phénomène, on peut considérer la variation de la largeur à mi-hauteur de l'émission : celle-ci diminue de 235 cm^{-1} entre l'excitation au début du pixel et en son milieu (+ 10 mm) et de 325 cm^{-1} entre les excitations aux deux extrémités (+ 20 mm). Ces valeurs varient peu avec les concentrations en cérium testées (de $0,25$ à $0,75\%$ dans le bain). Comparativement, la largeur à mi-hauteur diminue de 1450 cm^{-1} environ sur 9 mm pour un cristal de LuAP:0,19%Ce [8].

réabsorption, soit au montage utilisé et aux multiples réflexions. C’est pourquoi cette expérience a été aussi réalisée avec du BGO : le fort déplacement de Stokes de ce matériau, $17\,500\text{ cm}^{-1}$, assure l’absence d’auto-absorption et nous pouvons alors vérifier la faible influence du montage sur le rapport des rendements, seule en cause pour BGO*. Comme prévu, les cristaux de LPS présentent un phénomène de réabsorption légèrement plus prononcé que ceux de LYSO, avec une diminution du rendement lumineux plus importante lorsque le chemin à parcourir jusqu’au photomultiplicateur augmente. Cependant, ceci reste limité comparé au comportement du LuAP : le rapport de rendement lumineux “debout/couché” est de 0,67 pour un pixel de plus petites dimensions $5\times5\times16\text{ mm}^3$ [8].

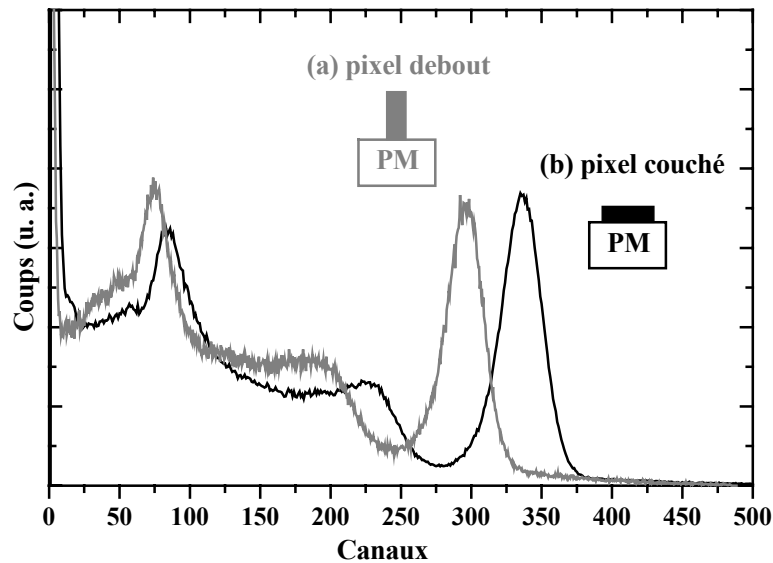


Figure IV 4 : Spectres de “pulse height” d’un pixel ($2\times5\times30\text{ mm}^3$) de $\text{Lu}_{1,8}\text{Y}_{0,2}\text{SiO}_5:0,11\%\text{Ce}$ excité par une source ^{137}Cs (662 keV). (a) Face $2\times5\text{ mm}^2$ posée sur le PM, (b) face $5\times30\text{ mm}^2$.

Ces expériences montrent que le phénomène de réabsorption existe bien pour les cristaux de LPS dopés cérium et, dans une moindre mesure, pour les cristaux de LYSO ; il reste cependant **très limité** par rapport à d’autres matériaux. Le choix de faibles concentrations en cérium (0,25% pour LPS et 0,11% pour LYSO) permet de limiter plus encore ce phénomène.

IV. B. RENDEMENT LUMINEUX ET RESOLUTION EN ENERGIE

IV. B. 1. Rendement lumineux et résolution énergétique sous excitation γ

Les rendements lumineux absolus donnés ici ont été déterminés par l’expérience de “pulse height” [9] disponible à l’Université Technologique de Delft.

* Dans l’absolu, il faudrait tenir compte des indices de réfraction des cristaux (BGO :2,15, LPS et LYSO $\approx 1,75$).