

# Bandes d'absorption peu connues dans les spectres infrarouges du corindon : que signifient-elles ?

Martial Bonnet<sup>1</sup>, Emmanuel Fritsch<sup>2</sup>

Nous avons étudié cinq saphirs jaunes moyens facettés de couleur similaire (N1 à N5, 0,078 à 0,098 ct), vendus comme naturels, ce qui a été confirmé par un laboratoire de renommée internationale. Tous les cinq présentaient des bandes d'absorption infrarouge peu décrites dans la littérature (Figure 1). Ils étaient très purs, ne présentaient pas de lignes de Plato ni de luminescence ultraviolette. Cependant, leurs spectres infrarouges contenaient des bandes connues pour être présentes dans le saphir naturel, traité ou synthétique, et qui ne sont pas liées aux inclusions. Par exemple, les bandes à environ 3025, 2980, 2625, 2465 et 2415  $\text{cm}^{-1}$  ont été enregistrées dans un saphir synthétique orange cultivé par fusion (Hummel, 2019). Nous avons également trouvé des bandes à environ 3033, 3025 et 2980, qui sont enregistrées dans des saphirs Punsiri, traités thermiquement ainsi que dans des saphirs naturels "basaltiques" (Sangsawong et al., 2016).

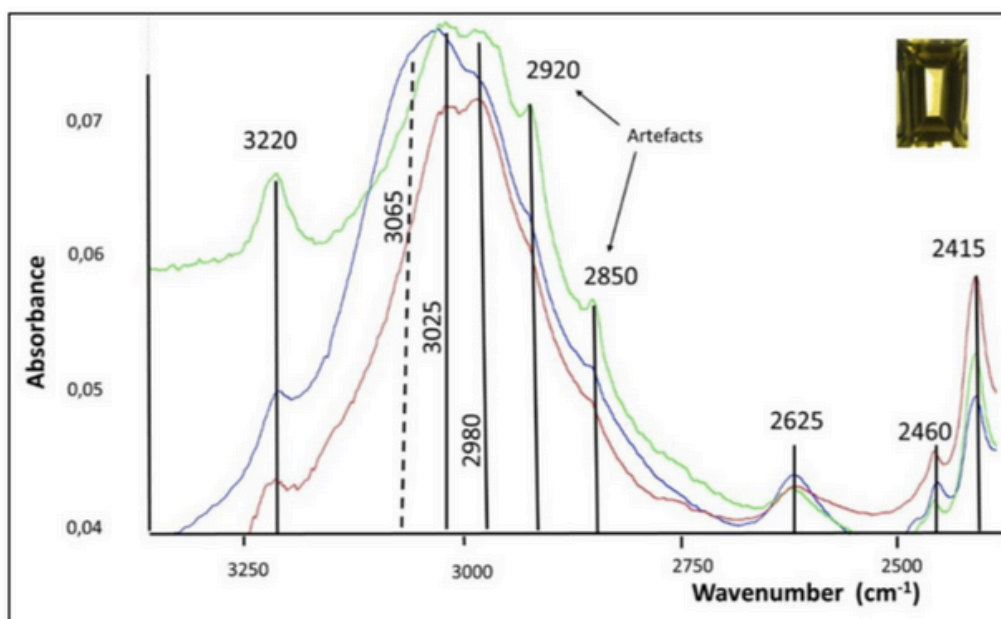


Figure 1 : Spectres infrarouges de trois de nos échantillons étudiés, montrant des bandes d'absorption infrarouge inhabituelles et, à ce stade, non interprétées. Rouge : N1 ; Vert : N2 ; Bleu : N4.

<sup>1</sup> Centre de Recherches Gemmologiques, Nantes, France

<sup>2</sup> Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN) & University of Nantes, Faculté des Sciences et des Techniques, 2, rue de la Houssinière, BP 32229 Nantes, cedex 3 France

Pour la première fois, nous tentons de consolider ces données variées en nous basant sur des positions de bandes approximatives et des largeurs grossièrement estimées (Tableau 1).

Source	Sample	3320	3220	3214	3191	3120	3100	3065	3033	3025	3011	2980	2920	2780	2625	2490	2465	2460	2450	2415
Our samples	N1		X					?	X	X		X			X			X		X
	N2		X					?		X		X			X		X	X		X
	N3		X							X		X			X		X			X
	N4		X					X	X	?					X			X		X
	N5		X						X						X			X		X
Scarratt (2017)	Be diffused "Punsiri" treated			X		X						?			X					X
Fukatsu et al. (2003)	Mg-doped synthetic	X?	X?	X?				X?	X?			X?	X	X	X?					
Hummel (2019)	1474 Be diffused							X								X	X			
	1718 melt							?			X	X							X	
	2504 melt							?		X		X			X		X			X
	GGTL1 natural		X					?	X			X			X		X			X
	205 hydrothermal		X					?	X						X		X			X

*Tableau 1 : Tableau récapitulatif des positions approximatives des bandes infrarouges (horizontal) en fonction de nos échantillons ou des spectres de la littérature (vertical). Nous utilisons des codes couleurs pour indiquer la largeur approximative des bandes, rouge pour large, vert pour moyen et bleu pour "fine" (ces termes ne sont relatifs qu'aux spectres analysés). "x" indique la présence de la bande dans l'échantillon donné, "x ?" signifie que cette bande est probablement présente, et "?" indique que la présence est possible mais difficile à établir.*

Pour simplifier les choses, nous nous sommes limités à la plage 3400-2400 cm<sup>-1</sup>. Nous ne mentionnons pas les motifs qui sont déjà relativement bien connus comme les séries à 3309 et 3160 cm<sup>-1</sup> (y compris la caractéristique 2420), et ceux observés dans les synthétiques hydrothermaux par Scarratt (2017). Les pics à 2920 et 2850 cm<sup>-1</sup> sont des artefacts dus aux "empreintes digitales" (sébum des empreintes digitales.) Nous nous retrouvons avec 19 bandes, mais la comparaison des maxima apparents et des vrais maxima des composantes gaussiennes individuelles s'est avérée difficile (d'où les nombreux points d'interrogation du tableau 1). Par exemple, les deux composantes à 3040 et 2995 cm<sup>-1</sup>, données par Fukatsu *et al.* (2003) peuvent générer les maxima apparents autour de 3025 et 2980 cm<sup>-1</sup>. De plus, le spectre du saphir dopé au Mg de Fukatsu *et al.* (2003) est très différent de la série de 3160 cm<sup>-1</sup> réputée liée au Mg et observée dans les gemmes naturelles. La seule façon de déterminer la position exacte des composantes, et éventuellement de réconcilier ce travail avec les données publiées précédemment, est de procéder à une décomposition avec contraintes des spectres inhabituels enregistrés.

Comme beaucoup de ces bandes sont générées par le dopage du corindon avec du magnésium, un ion divalent ( $Mg^{2+}$ ), on s'attendrait à ce qu'une lacune soit générée pour la compensation de charge de la substitution de  $Al^{3+}$ . Nous pensons que plusieurs des caractéristiques observées par Fukatsu pourraient être liées à une lacune. Cette lacune est probablement similaire à celle créée par la substitution du béryllium, également un ion divalent. Il n'est donc pas surprenant que leurs absorptions infrarouges correspondantes se situent dans la même gamme spectrale.

En attendant, la similitude de ces spectres inhabituels dans les corindons naturels, traités et synthétiques reste déroutante et inexplicée.

### References

Fukatsu N., Kurita N., Oka Y., Yamamoto S. (2003) Incorporation of hydrogen into magnesium-doped  $\alpha$ -alumina, *Solid State Ionics*, 162-163, 147-159.

Hummel G. (2019) Etudes en spectroscopie infrarouge d'une collection de saphirs jaunes à orange, DUG diploma, Nantes University, 61 p.

Sangsawong.S., Pardieu V, Raynaud V, Engniwat S (2016) « Punsiri » type FTIR Spectral Features in natural yellow sapphires, *Gems & Gemology*, 52-3, 325-327.

Scarratt K. (2017) Seeing infrared. Deconstructing the infrared spectra of corundum, 143-149. In Hughes R.W., Manorotkul W., Hughes B. : *Ruby & Sapphire - A gemologist's guide*, Lotus, Bangkok, Thailand.