

# LES GRENATS ET LEUR COULEUR

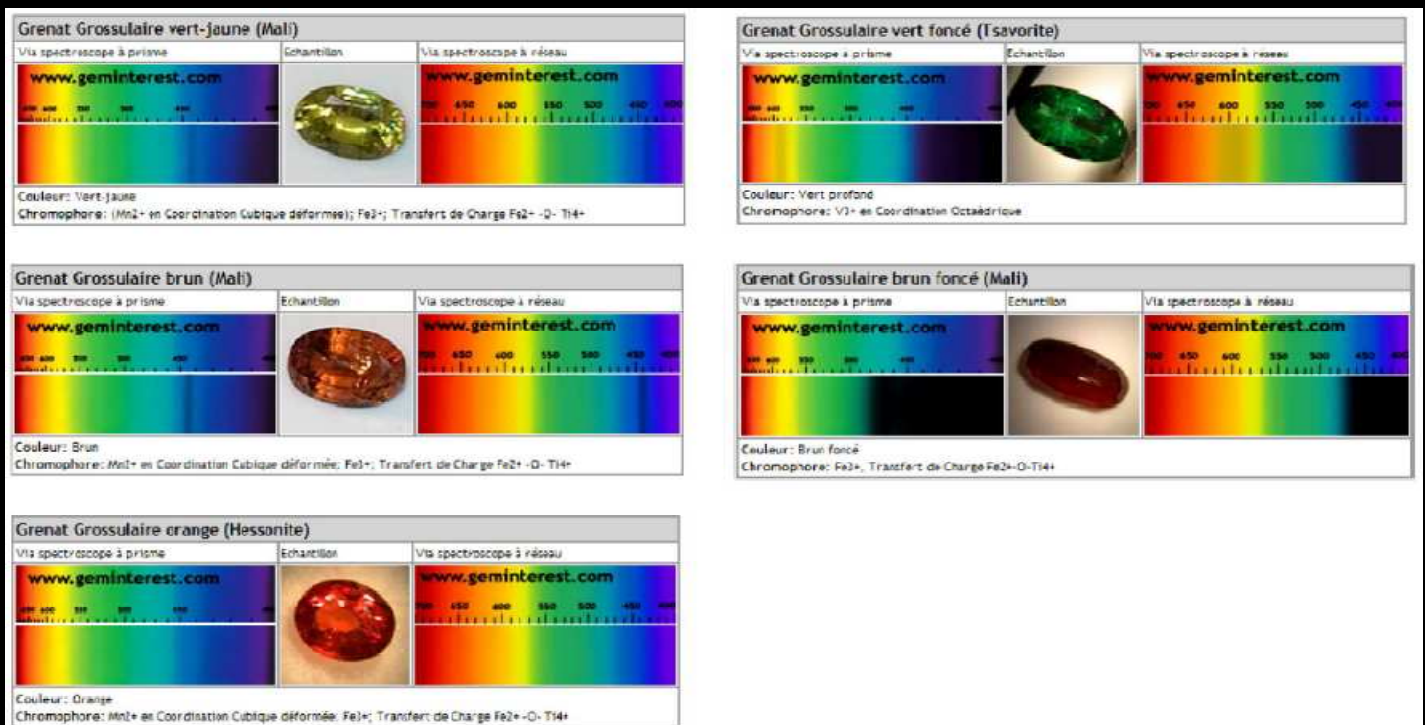
## Grossulaire

Ne renfermant pas de cations 3d dans sa forme pôle limite pur, le grossulaire est naturellement incolore. Toutefois, c'est l'absence de couleur idiochromatique le rend particulièrement sensible à la substitution d'éléments structuraux  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Al}^{3+}$ , par des cations V, Cr, ainsi qu'à la solution solide d'autres grenats.

Ainsi, les grossulaires peuvent prendre la totalité des couleurs recensées pour les grenats :

- Le grossulaire vert ou tsavorite  
Il est coloré non pas par le chrome, mais avant tout par la présence de vanadium  $\text{V}^{3+}$ .
- Le grossulaire orange ou hessonite  
Selon Lind et Bank, 1997, la coloration des hessonites serait due au transfert de charge  $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$ . E. Fritsch, et Flies 2008, privilégie de son côté le transfert de charge  $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ .

La coloration orangée peut également être due à la présence de  $\text{Mn}^{2+}$  en site pseudo cubique, sous la forme de solution solide de spessartine, et/ou par la présence de  $\text{Fe}^{2+}$  en site pseudo cubique, sous la forme de solution solide d'almandin.



## Uvarovite

L'uvarovite est le grenat coloré par excellence. Compte tenu que le chrome  $\text{Cr}^{3+}$  en site pseudo cubique parvient à colorer en vert tous les autres grenats dès que leur teneur en uvarovite atteint quelques pour cents, le pôle limite uvarovite ne peut être de d'une couleur verte très prononcée, et très sombre.

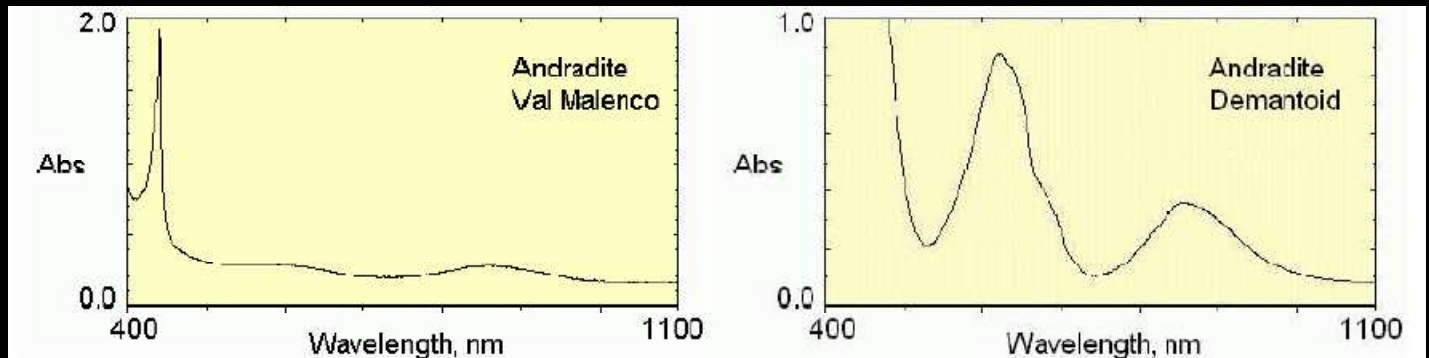
Toutefois, les cristaux d'uvarovite ont des dimensions toujours très limitées et ne sont pas ou peu utilisées comme gemme contrairement aux tsavorites.



## Andradite

L'andradite est le grenat qui présente la plus large palette de couleur, allant du jaune (nouvelles découvertes au Mali), au vert (Démantoïde), puis au brun, allant jusqu'au noir profond (mélánite).

Toutefois, ce large panel est à relativiser, car en fait l'andradite est un grenat coloré en jaune à la base, par la présence du fer sous sa forme  $\text{Fe}^{3+}$  en site octaédrique, qui engendre deux bandes d'absorption à 573 et 620 nm (parfois ramené à une large bande centrée vers 600 nm) (Moore et White, 1972).

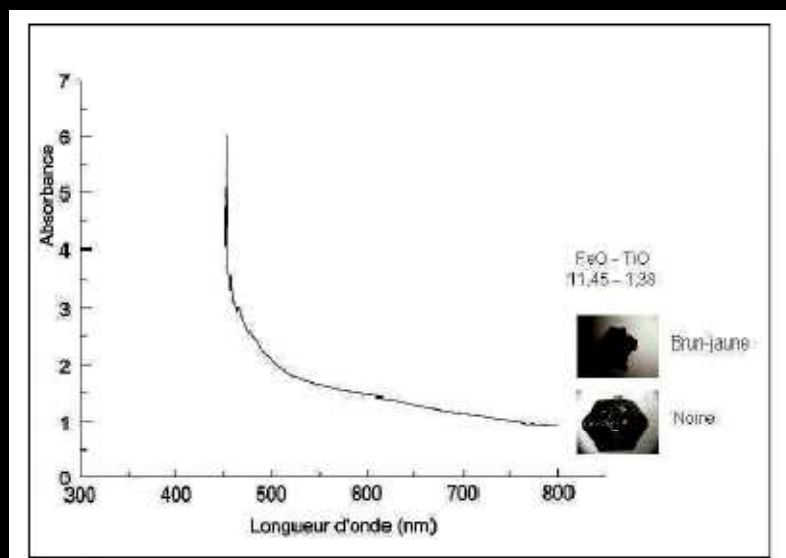


**Andradite : Différents spectres d'absorption**

- a) **Andradite quasi pure**
- b) **Andradite demantôïde, avec présence de chrome  $\text{Cr}^{3+}$**

La présence d'éléments secondaires tels que le titane et le chrome est ensuite responsable des différentes nuances observées :

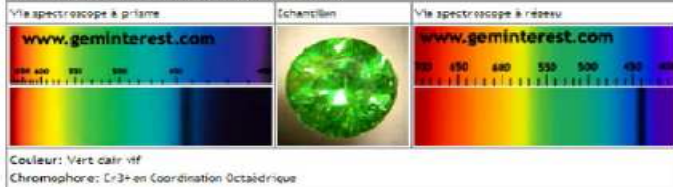
- L'andradite mélánite présente un spectre d'absorption continu caractéristique du transfert de charge  $\text{Fe}^{3+}-\text{Ti}^{4+}$ , tel que décrit par Moone et White (1971). Ce transfert de charge a pour effet, d'absorber suffisamment de lumière pour que la mélánite paraisse noire. En tout été de cause, ce noir est en fait un brun très profond qui apparaît plus clairement sur les lames minces de ces grenats.



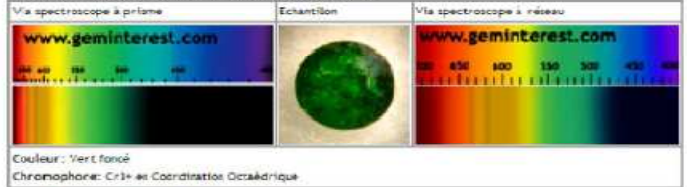
**Andradite mélánite : spectre d'absorption montrant une absorbance régulière (sans pics) due à la présence du transfert de charge Fe-Ti.**

- L'andradite démantoïde est coloré en vert par la présence de  $\text{Cr}^{3+}$  (Anderson, 1954-1955 ; Stockton et Manson, 1983-1984). Son spectre d'absorption présente une large et forte absorption située vers 620 nm (Amthauer, 1976) plus une à 640 nm. Quelque soit la teneur en chrome, son pouvoir couvrant est tel que sa simple présence a une incidence très notable sur la coloration verte du démantoïde.

### Grenat Andradite vert (Démantoïde: Oural)



### Grenat Andradite vert foncé (Démantoïde: Iran)



### Grenat Andradite vert (Démantoïde)

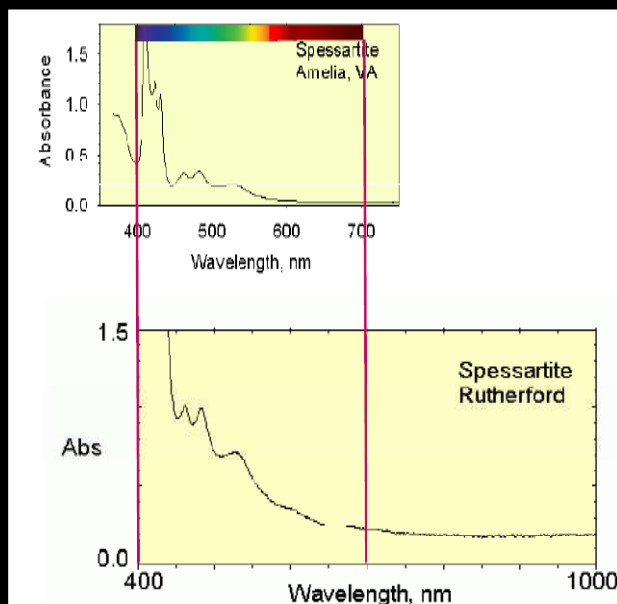


### Grenat Andradite brun (à effet irisé)



## Spessartine

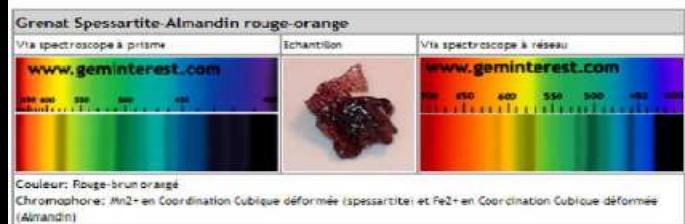
Les spessartines ont la particularité d'être colorée idiochromatiquement par la présence de manganèse  $Mn^{2+}$  en site pseudo cubique.



Spessartine : Spectres d'absorption de deux spessartines quasi pures.

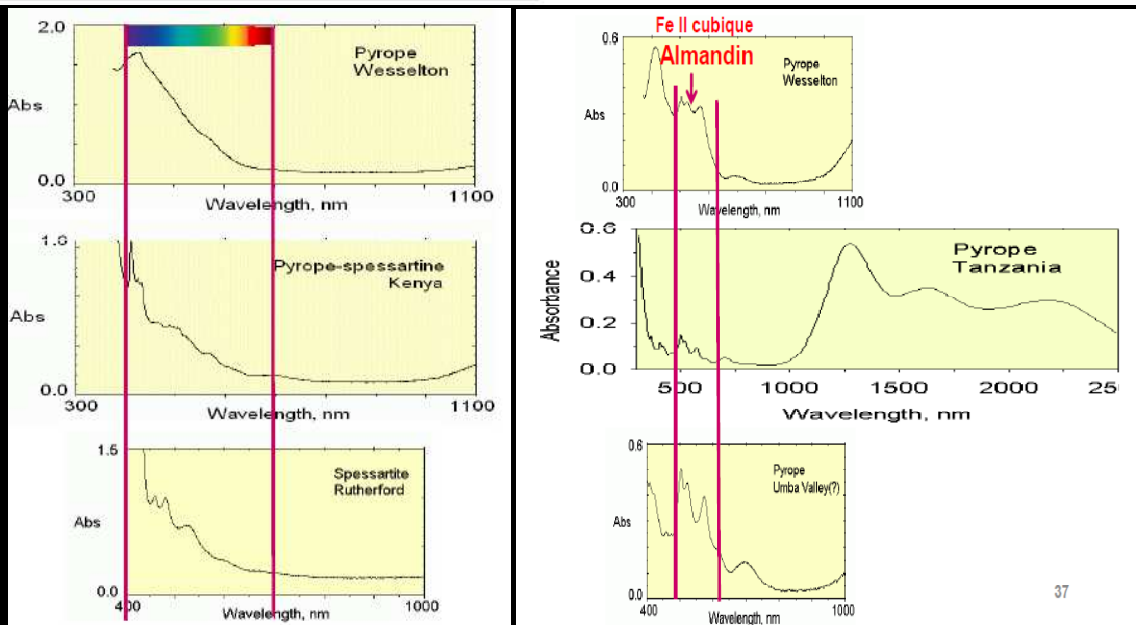
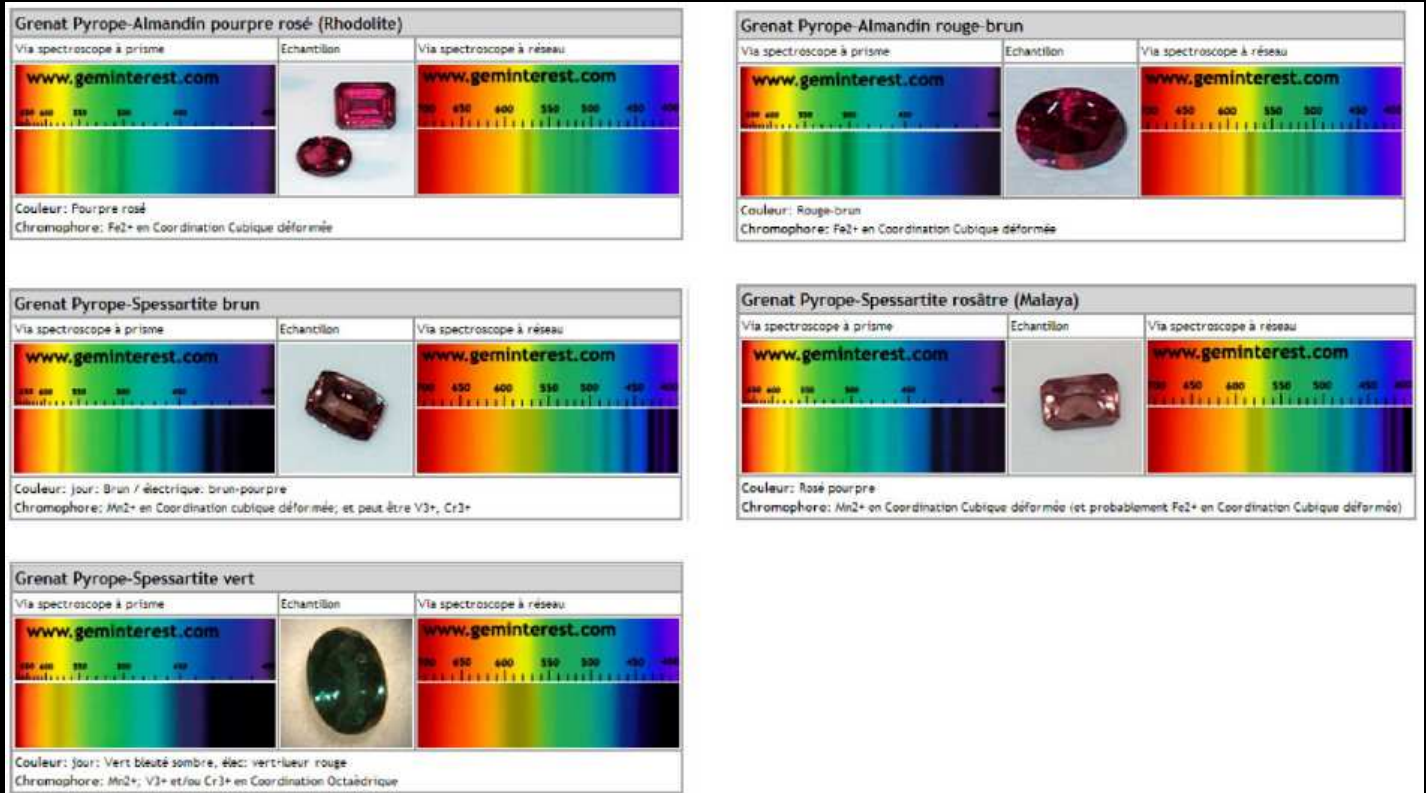
Toutefois, cette coloration peut varier en fonction de la présence d'autres éléments :

- cette coloration peut virer au rouge sang pour les spessartines des pegmatites dont la teneur en almandin peut avoisiner les 50% mol
- une teneur importante (aux alentours de 30-50%mol) de pyrope avec présence de quelques pour cents de  $Cr^{3+}$  confère aux spessartines l'étrange pouvoir de paraître sous différentes nuances de couleur en fonction de la nature de la lumière incidente. On parle de grenats « change couleur » (cf paragraphe s'y reportant)



## Pyrope

Ne renfermant pas de cations 3d dans sa forme pôle limite pur, le pyrope est naturellement incolore. Toutefois, cette absence de couleur idiochromatique le rend particulièrement sensible à la substitution d'éléments structuraux  $Mg^{2+}$  et  $Al^{3+}$ , par des cations 3d, ainsi qu'à la solution solide d'autres grenats. En particulier les grenats rhodolites, solutions solides intermédiaires entre les pôles limites almandin- pyrope, peuvent couvrir toute la gamme du rose au brun en passant par le rouge, en fonction de la concentration relative des deux pôles dans le grenat réel.



### Pyrope – Spectres d'absorption

Spectre d'absorption d'un pyrope pur, Wesselton, il n'y a pas de bande d'absorption due à la présence de cations 3d  
 Spectres d'absorption de deux pyrope renfermant une solution solide de spessartine à gauche et de trois pyropes naturels renfermant une solution solide d'almandin à droite. Ces grenats présentent des bandes d'absorption qui vont colorer les pyropes.

## Almandin

L'almandin est le pôle limite de la série Pyralspite le plus fréquemment rencontré dans la nature. Ces éléments structuraux aluminium, silicium oxygène et fer étant les éléments en quantité dominante dans l'écorce terrestre. On a donc tendance à assimiler la couleur des grenats en général, à la couleur de l'almandin, à assimiler la couleur grenat à la pierre fine grenat. Or, s'il est vrai que la grande majorité des grenats sont quantitativement rouge brunâtres, cette gamme de couleur ne représente en fait qu'une faible proportion de toutes la gammes de composition des grenats.

D'ailleurs la couleur du pôle limite almandin est le pourpre plus ou moins violacée. Elle est due à la présence de  $\text{Fe}^{2+}$  en site pseudo-cubique (Manning, 1967b), qui provoque des bandes d'absorption relativement larges situées à 503, 525, 569 et 687 nm, (d'autres bandes à 459 et 610 nm sont citées par Flies,2008). Les couleurs les moins absorbées sont donc le bleu-violet et le rouge-rangé, formant ainsi par addition une coloration pourpre.

Les rhodolites, solutions solides de pyrope (incolores) et d'almandin, trouvent d'ailleurs leur attrait dans ses teintes roses à pourpre selon les concentrations relatives en l'un ou l'autre des deux pôles limites.

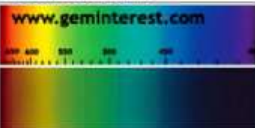

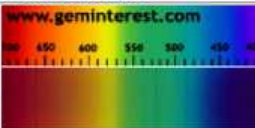
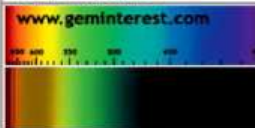

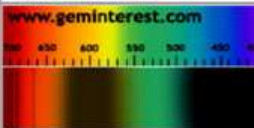


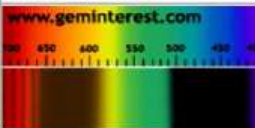
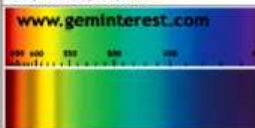

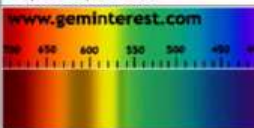
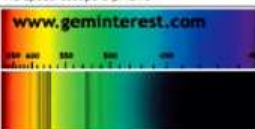

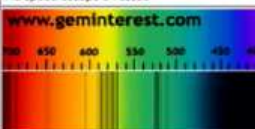





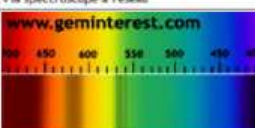


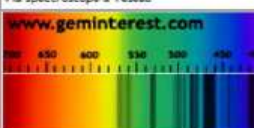
Les grenats almandins peuvent également tirer davantage vers le rouge brun si la composante bleu-violet de leur coloration normale vient à être absorbée. Cela se produit principalement dans deux cas :

- Présence de titane avec absorption par le transfert de charge  $\text{Fe}^{2+}\text{-Ti}^{4+}$  (Flies 2008)
- 
- Présence de  $\text{Fe}^{3+}$  en site octaédrique



## Grenats artificiels

Voici quelques exemples de grenats artificiels qui présentent un panel de couleur sans limite, si ce n'est l'imagination des chercheurs ou le nombre d'éléments chimiques pouvant donner des cations 3d.

<b>Grenat d'Aluminium Yttrium synthétique (YAG) bleu (imitation tanzanite)</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Bleu nuancé de violet Chromophore: YAG dopé par ?		
<b>Grenat d'Aluminium Yttrium synthétique (YAG) vert</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Vert vif Chromophore: Probablement Cr <sup>3+</sup>		
<b>Grenat de Gallium Europium synthétique (EGG) vert vif</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Vert clair vif Chromophore: Probablement Erblum ou autres terres rares		
<b>Grenat de Gallium Gadolinium synthétique (GGG) bleu clair</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Bleu clair Chromophore: Cobalt?		
<b>Grenat de Gallium Gadolinium synthétique (GGG) orange-rouge</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Orange-rouge Chromophore: Terres rares?		
<b>Grenat de Gallium Gadolinium synthétique (GGG) rouge vif</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Rouge vif vibrant Chromophore: Probablement Manganèse (Mn) (et terres rares?)		
<b>Grenat de Gallium Gadolinium synthétique (GGG) vert bleuté</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Vert bleuté Chromophore: ?		
<b>Grenat de Gallium Samarium synthétique (SGG) jaune vif</b>		
Via spectroscopie à prisme 	Echantillon 	Via spectroscopie à réseau 
Couleur: Jaune vif Chromophore: Probablement Samarium (et/ou autre terres rares?)		