

Université de Liège  
Faculté des Sciences  
Département de Géologie  
Laboratoire de Minéralogie



# Minéraux, gemmes et pierres précieuses

Prof. Frédéric Hatert

Liège, le 24 novembre 2022

# Plan de l'exposé



1. Définitions
2. Caractéristiques des gemmes
3. Principaux gisements
4. Imitations, traitements et synthèses

# Les cristaux

- Corps solides
- Homogènes
- Délimités par des faces planes
- Ces faces font entre elles des angles constants



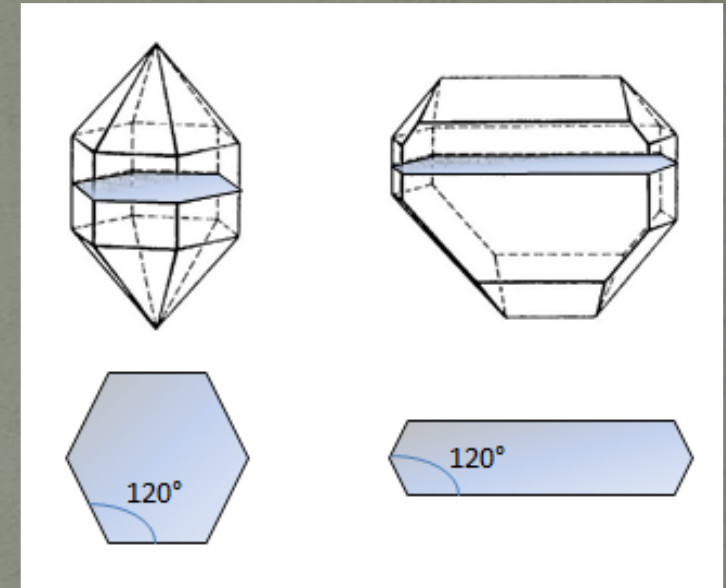
Jean-Baptiste Romé de l'Isle  
(1736-1790)

J.-B. Romé de l'Isle  
(1736-1790)

Nicolas Sténon  
(1638-1686)

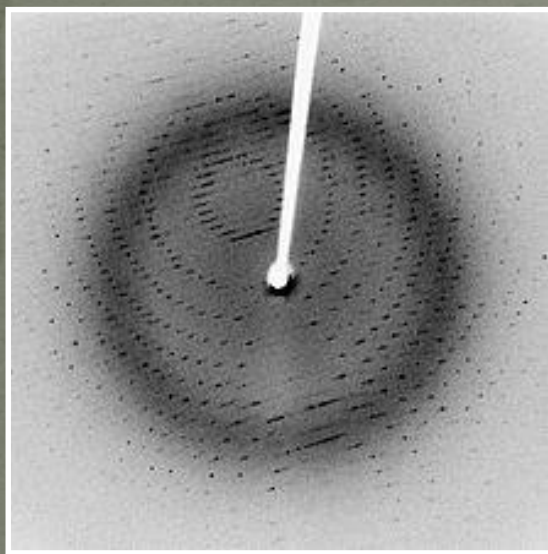


«Peu importe dans quelle mesure les faces d'un cristal peuvent varier dans leur taille ou dans leur forme; l'angle interfacial reste constant, pourvu que les mesures soient effectuées à la même température ».

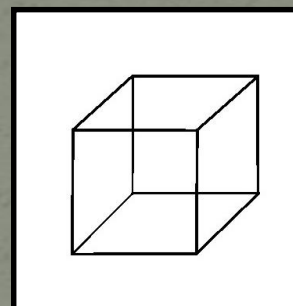
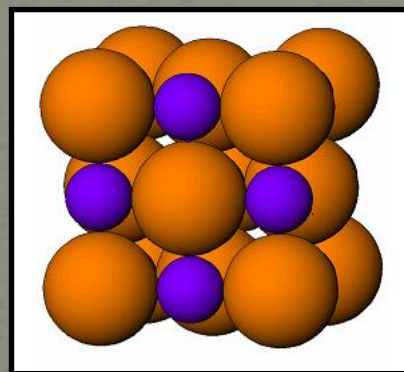


# La structure interne des cristaux

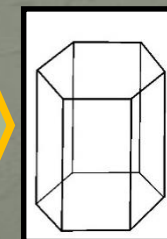
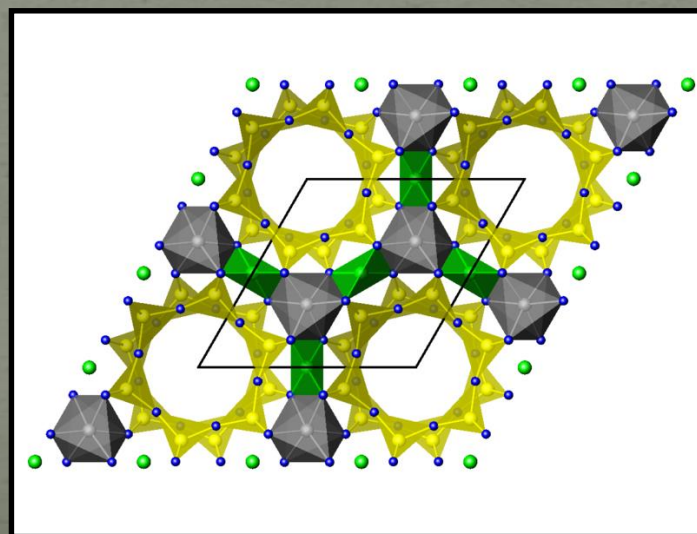
Les faces du cristal sont le reflet de l'arrangement périodique tridimensionnel des atomes



1911: Découverte de la diffraction des rayons X par les cristaux



Halite, NaCl, Système cubique



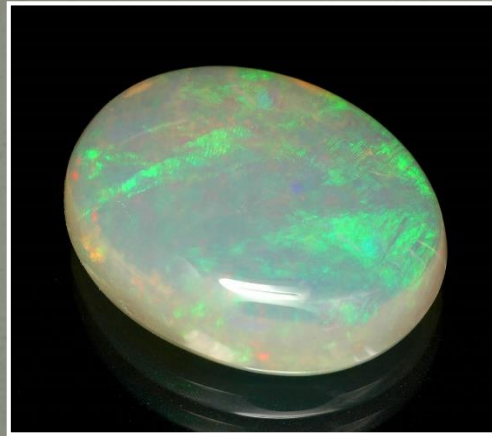
Béryl,  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , syst. hexagonal

# Les minéraux

- Corps solides
- Inorganiques
- Cristallins
- Produits par des processus géologiques



Mercure, Hg  
Minéral liquide



Opale,  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   
Minéral amorphe



Ambre  
Minéral organique



Whewellite,  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
Bio-minéral

# Les gemmes



- Minéral (origine naturelle)
- Taillé ou poli
- Qualités esthétiques suffisantes pour l'utiliser en joaillerie, en orfèvrerie, ...

## Valeur d'une gemme:

- Esthétique (couleur, limpidité, type de taille)
- Rareté
- Durabilité (caractéristiques physiques: dureté, clivages, ...)

## Couleur des gemmes:

- La même espèce minérale peut présenter diverses couleurs.
- Ces variétés sont considérées comme des gemmes différentes, alors que pour le minéralogiste, il s'agit d'un seul et même minéral.

- 1 seule espèce minérale (corindon,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- 2 variétés gemmologiques



Rubis



Saphir

# Les « pierres précieuses »

Diamant



Saphir



Emeraude



Rubis



# Les pierres « semi-précieuses » ou « pierres fines »

Table 15.1  
**GEM MINERALS\***

NATIVE ELEMENTS	TUNGSTATES	SILICATES (continued)
<b>Diamond</b>	Scheelite	Axinite
SULFIDES	PHOSPHATES	<b>Beryl</b>
Sphalerite	Beryllonite	Cordierite
Pyrite	Apatite	<b>Tourmaline</b>
OXIDES	Amblygonite	Enstatite-
Zincite	Brazilianite	hypersthene
<b>Corundum</b>	<b>Turquoise</b>	Diopside
Hematite	Variscite	<b>Jadeite</b> (jade)
Rutile	SILICATES	Spodumene
Anatase	Phenacite	Rhodonite
Cassiterite	Willemite	<b>Tremolite-</b>
<b>Spinel</b>	<b>Olivine</b>	<b>actinolite</b>
Gahnite	<b>Garnet</b>	(nephrite jade)
<b>Chrysoberyl</b>	<b>Zircon</b>	Serpentine
HALIDES	Euclase	Talc
Fluorite	Andalusite	Prehnite
CARBONATES	Sillimanite	Chrysocolla
Calcite	Kyanite	Dioptase
Rhodochrosite	<b>Topaz</b>	<b>Quartz</b>
Smithsonite	Staurolite	<b>Opal</b>
Aragonite	Datolite	Feldspar
Malachite	Titanite	Danburite
Azurite	Benitoite	Sodalite
SULFATES	Zoisite	Lazurite
Gypsum	Epidote	Petalite
	Vesuvianite	Scapolite
		Thomsonite

\*Colored photographs of many of these minerals and gems cut from them are given in Plates I-IV.

## Tourmaline



## Améthyste



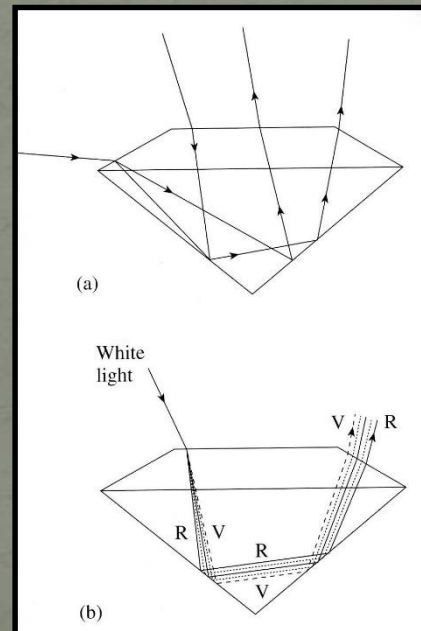
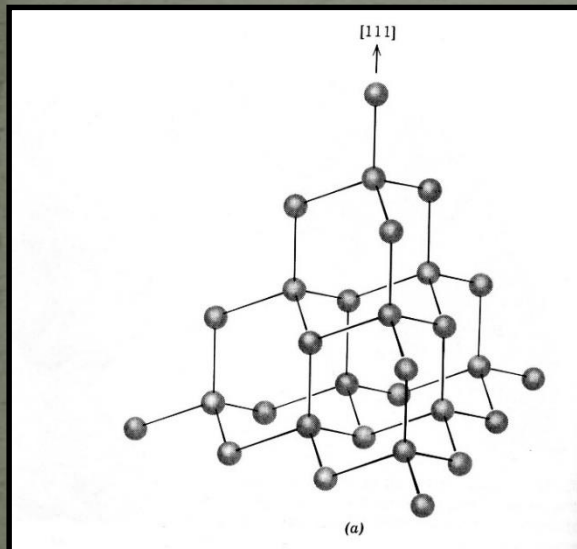
## Aigue-marine





# Le diamant

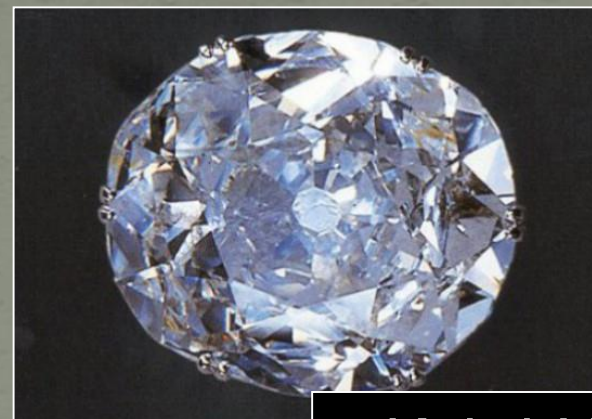
- Formule chimique : C
- Système cristallin : Cubique
- Propriétés physiques : Clivage {111} parfait ; **dureté 10** ; densité 3,52 ; éclat adamantin à gras ; **n = 2,42**, dispersion forte



# Diamants célèbres

Table 31.3 | Large and famous diamonds

Name	Weight in carats		Origin	Present display
	Original	Cut		
Cullinan	3106	550, etc. <sup>a</sup>	Premier, South Africa	British Crown
Excelsior	995	21 stones	Jagersfontein, South Africa	Tiffany, New York
Star of Sierra Leone	969	770	Sierra Leone	British Crown
Great Mogul	793	280	India	Unknown
Vargas, brown	728		Brazil	Unknown
Jubilee	650	245	Jagersfontein, South Africa	Saudi Arabia
Regent	410	140	India	Louvre, Paris
Star of Yakutia	343	232	Yakutia, Russia	Treasury, Moscow
Orloff	787	190	India	Treasury, Moscow
Oppenheimer, yellow	254		Kimberley, South Africa	Smithsonian
Centenary	600	274	Premier, South Africa	British Crown
Tiffany, yellow	287	129	Kimberley, South Africa	Tiffany & Co., New York
Koh-i-Noor	>600	109	India	British Crown
Sancy	55		India	Louvre, Paris
Hope, blue	112	45	India	Smithsonian



« Koh-i-Noor »



« Hope »

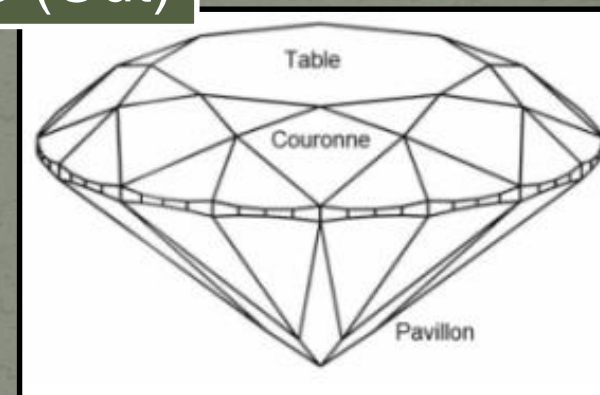
# Qualité des diamants (règle des 4C)



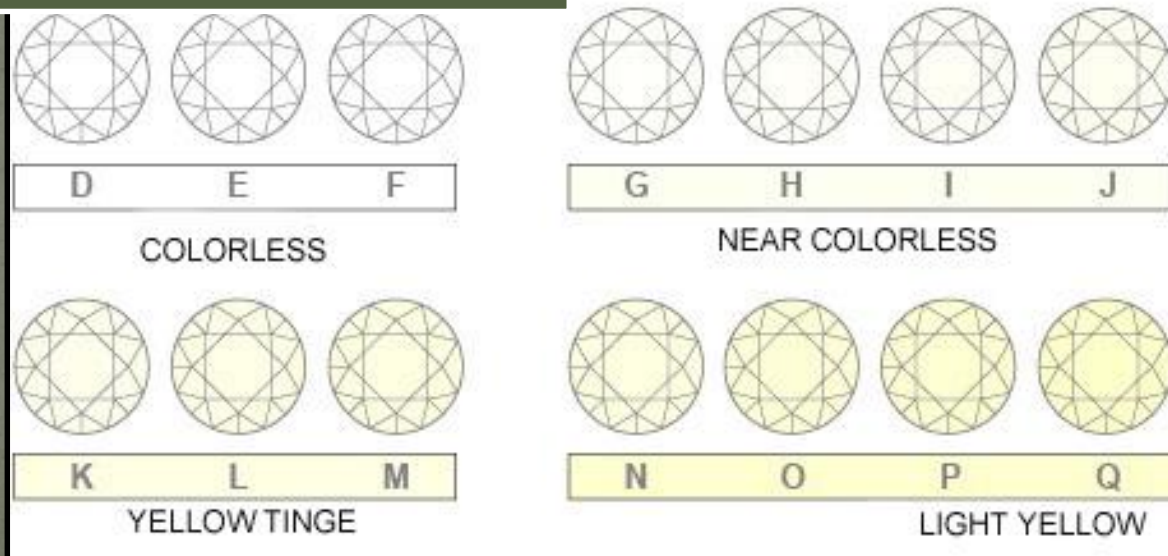
## Le poids (Carat)



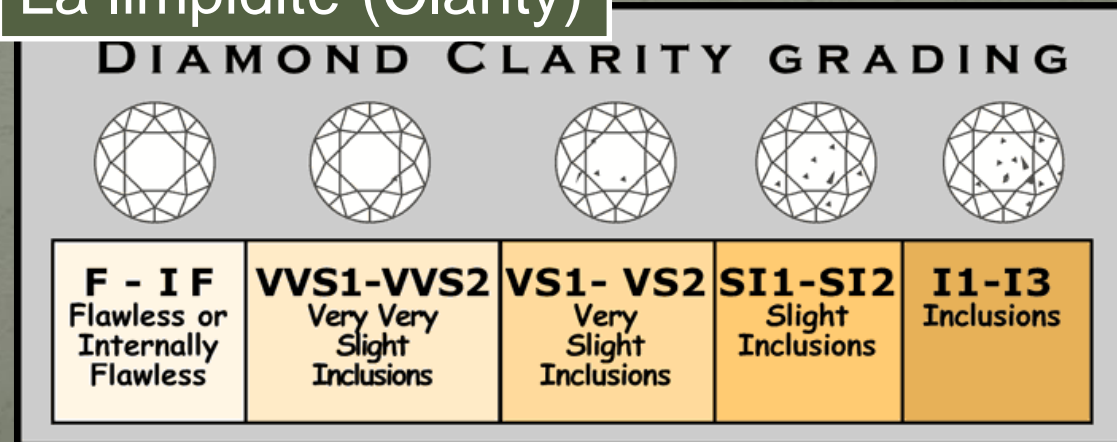
## La taille (Cut)



## La couleur (Colour)



## La limpidité (Clarity)

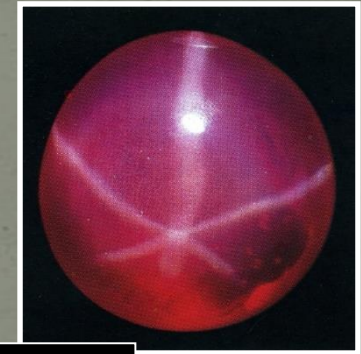


# Les variétés de corindon (rubis et saphir)

- Formule chimique :  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Système cristallin : Rhomboédrique
- Propriétés physiques : Plans de débitage {0001} et {101} ; **dureté 9** ; densité 4,02 ; éclat adamantin à vitreux ;  $n_e = 1,760$ ,  $n_o = 1,769$ , U-.



Saphirs

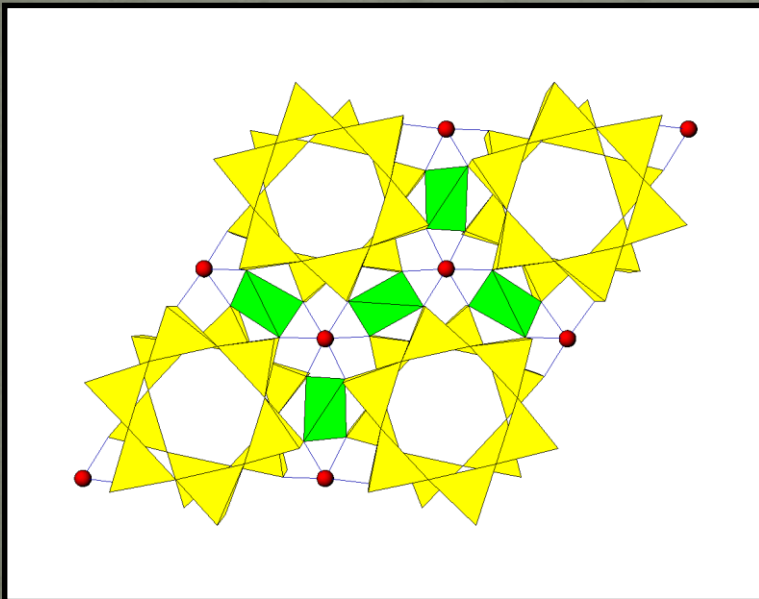


Rubis

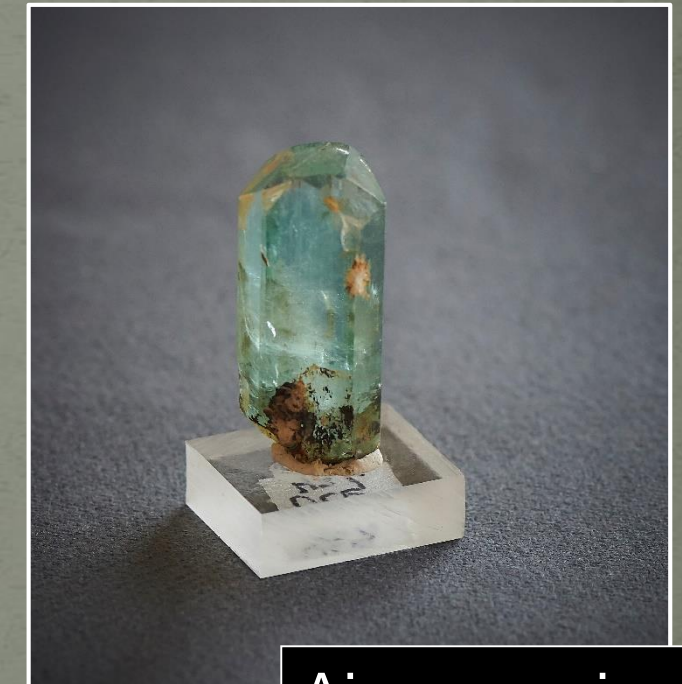


# Les variétés de béryl

- Formule chimique :  $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
- Système cristallin : Hexagonal
- Propriétés physiques : Clivage {0001} imparfait ; **dureté 8** ; densité 2,65-2,80 ; éclat vitreux ;  $n_e = 1,557-1,599$ ,  $n_o = 1,560-1,602$ , U-.



Émeraude



Aigue-marine

# Le groupe du béryl



Héliodore



Pezzottaite



Morganite

Goshénite



# Les variétés de quartz

- Formule chimique :  $\text{SiO}_2$
- Système cristallin : Rhomboédrique



Quartz fumé



Améthyste

Citrine

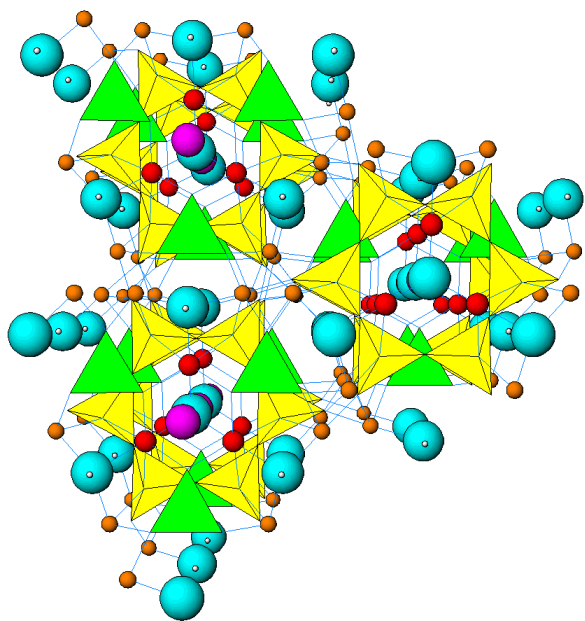


Cristal de roche



# Le groupe de la tourmaline

- Formule chimique :  $\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_4$
- Système cristallin : Rhomboédrique



- Schorl:  $\text{NaFe}_3\dots$
- Dravite:  $\text{NaMg}_3\dots$
- Elbaïte:  $\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\dots$



Dravite

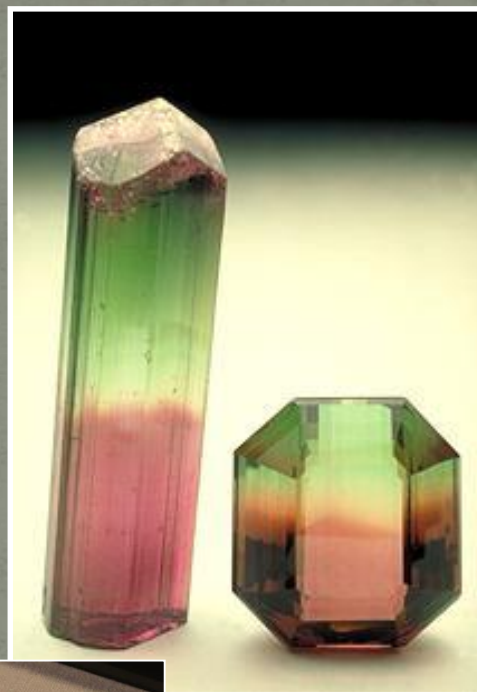
Schorl





# L'elbaïte multicolore

Elbaïte



Tourmaline « Paraiba »



# Le groupe des grenats

- Formule chimique :  $R^{2+}_3R^{3+}_2[SiO_4]_3$
- Système cristallin : Cubique



Spessartine,  $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$



Almandin,  $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$



Pyrope,  $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$



# Variétés de grenats

Hessonite



Grossulaire,  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$



Tsavorite



Démantoïde

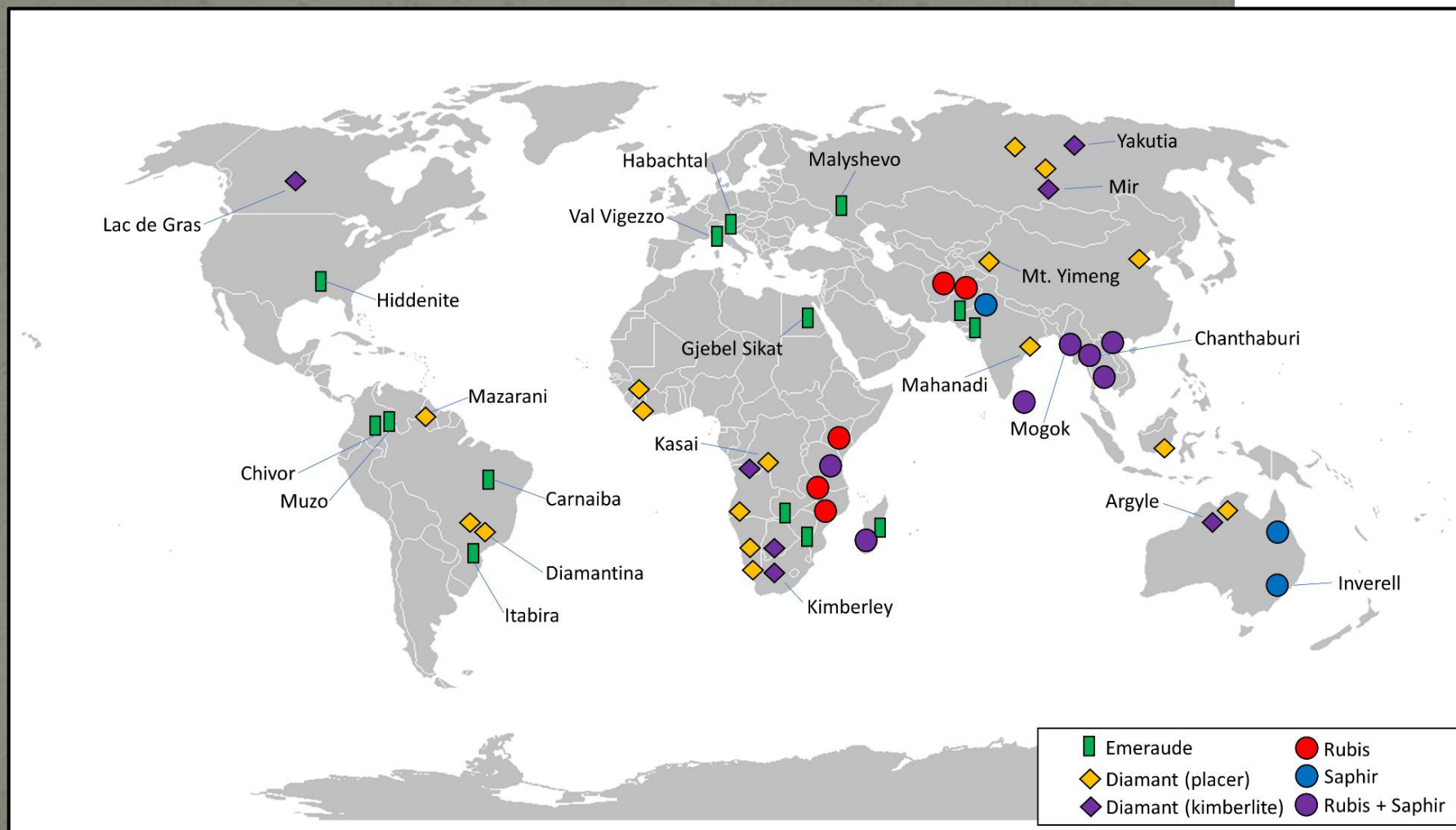


Andradite,  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$



Mélanite

# Les gisements de pierres précieuses

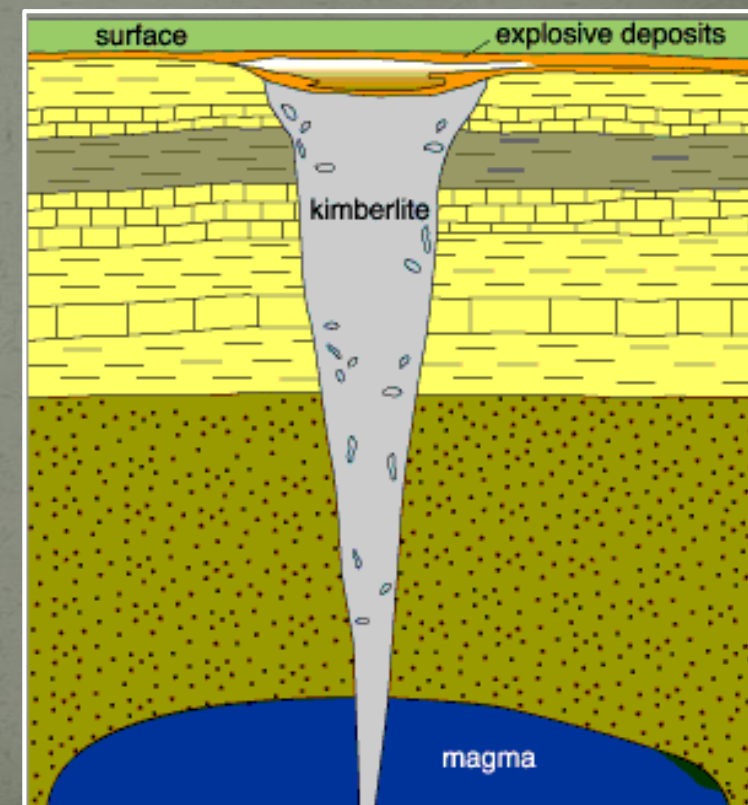
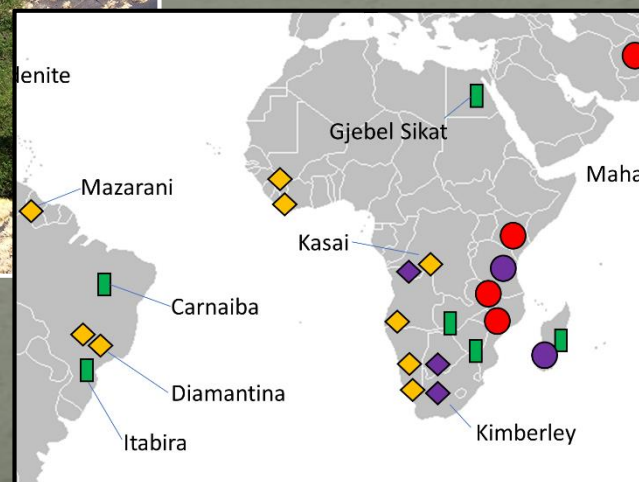


# Formation du diamant: les kimberlites

- 140-190 km
- 1100-1400°C
- 1 à 3 milliards d'annéesC



« Big Hole »



# Les pegmatites granitiques

Spodumène



Aigue-marine



Elbaïte



- Roche magmatiques à grands cristaux
- Concentrent des éléments rares (Li, B, Ta, Be, Cs...)
- Cavités miarolitiques contenant des gemmes

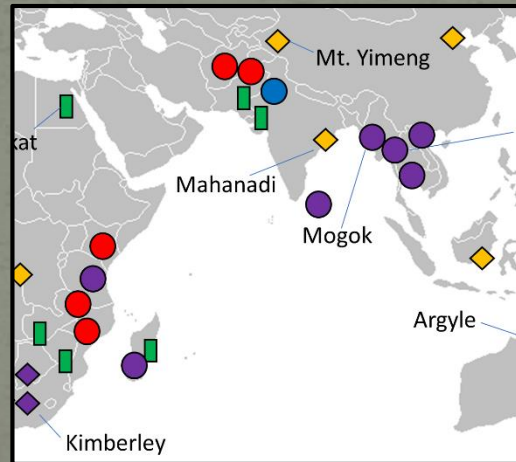


Topaze

# Les gisements de rubis et saphirs

Birmanie  
Mozambique  
Madagascar

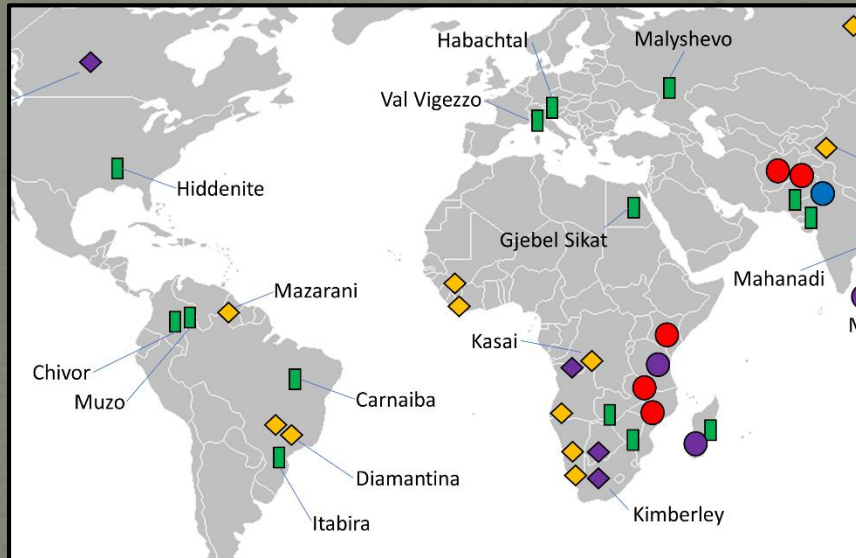
- Marbres métamorphiques
- Roches métamorphiques recristallisées



Ceylan  
Birmanie  
Cambodge  
Madagascar



# Les gisements d'émeraude



## Emeraude, Russie



## Emeraude, Habachtal



## Emeraude, Colombie

- Micaschistes
- Veines de carbonates dans des schistes graphitiques



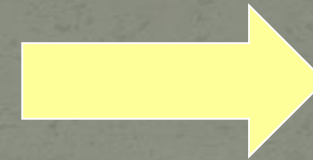
# Traitements des gemmes

- Imprégnations (émeraude)
- Irradiation
- Chauffage
- Traitements de surface
- Pierres reconstituées

Topaze



Irradiation



Améthyste

Chauffage



Citrine

# Doublets et triplets

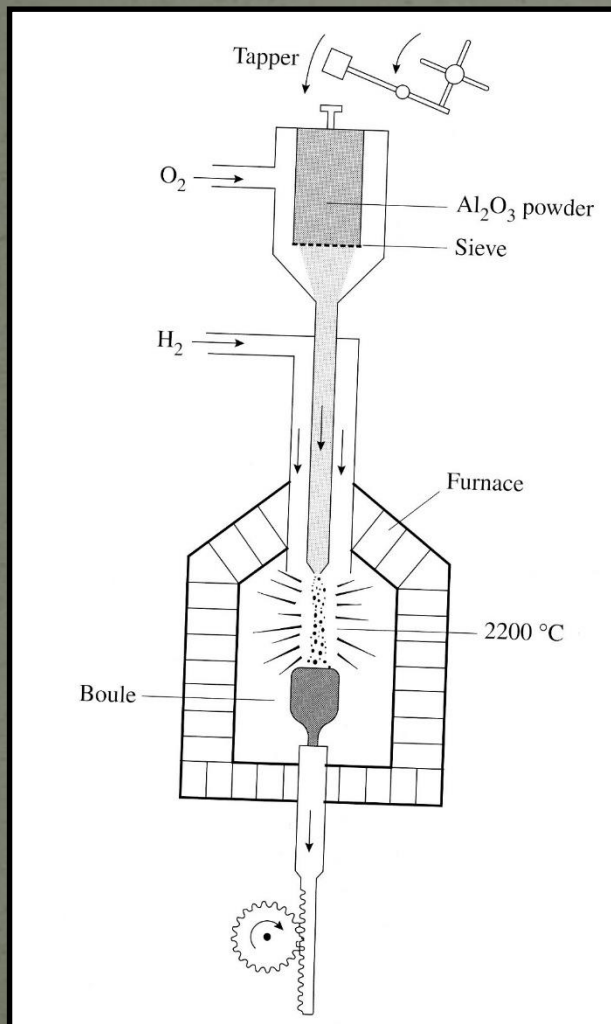


Grenat – Verre coloré

Quartz – Verre coloré - Quartz



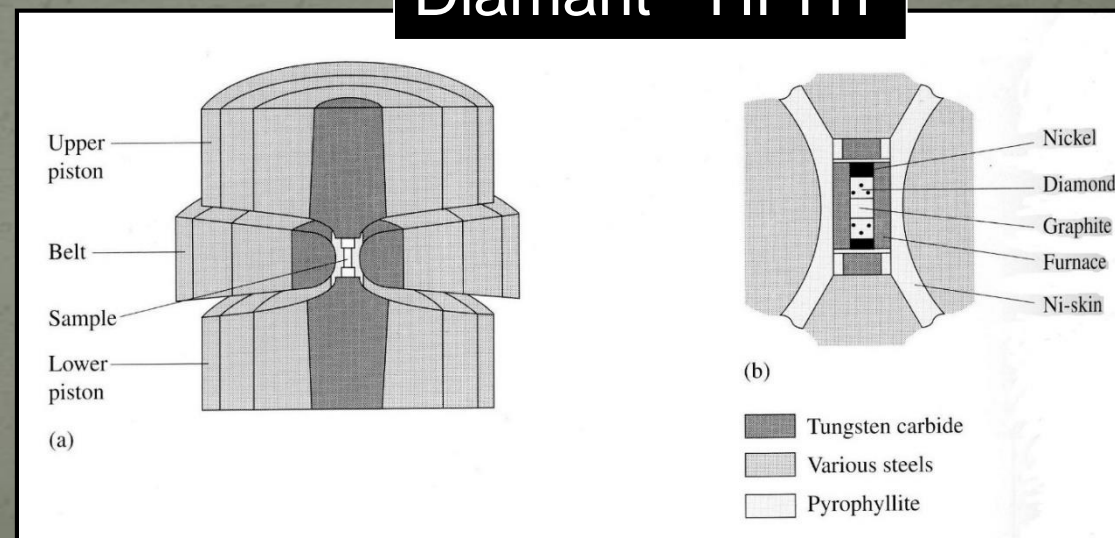
# Méthodes de synthèse



**Corindons  
« Verneuil »**



**Diamant - HPHT**



# Conclusions



- Les gemmes sont constituées de minéraux
- Une vingtaine d'espèces fournissent la plupart des gemmes
- Les « pierres précieuses » sont diamant, rubis, saphir et émeraude
- Il existe de nombreuses variétés gemmologiques pour plusieurs minéraux comme les béryls, corindons, tourmalines, quartz, grenats...
- Chaque gemme se forme dans des conditions géologiques très particulières
- Les traitements, imitations et synthèses sont fréquents et parfois difficiles à détecter