



**LFG**

**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

# L'analyse des diamants de type IIa au LFG

*Aurélien Delaunay*

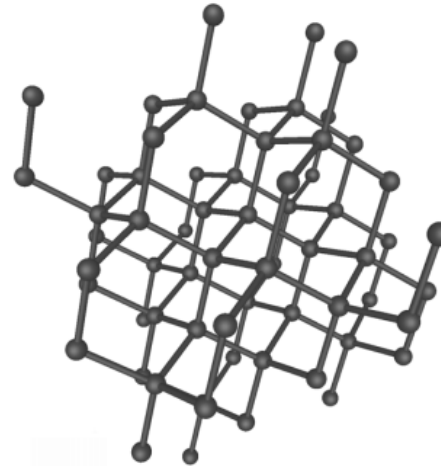
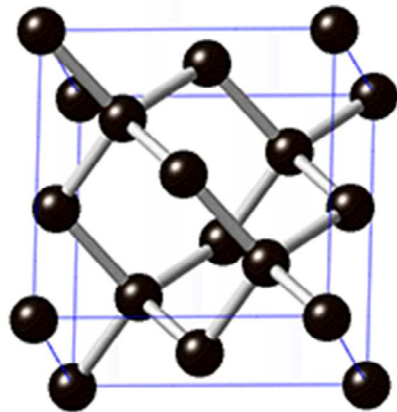
Directeur du Laboratoire Français de Gemmologie

+33 (0)1 40 26 25 45, [a.delaunay@lfg.paris](mailto:a.delaunay@lfg.paris)

09/09/2019

# Le diamant

- ◆ Diamant : carbone C + impuretés (N, H, B, Ni, etc.)
- ◆ Système cubique à faces centrées (chaque atome d'azote est entouré de 4 atomes d'azote formant un tétraèdre)



# Qu'est ce qu'un diamant de type II ?

- ◆ Diamant : carbone C + impuretés (N, H, B, Ni, etc.)

Robertson et al., 1934

**Opaques aux UVC**

Type I  
(avec azote)

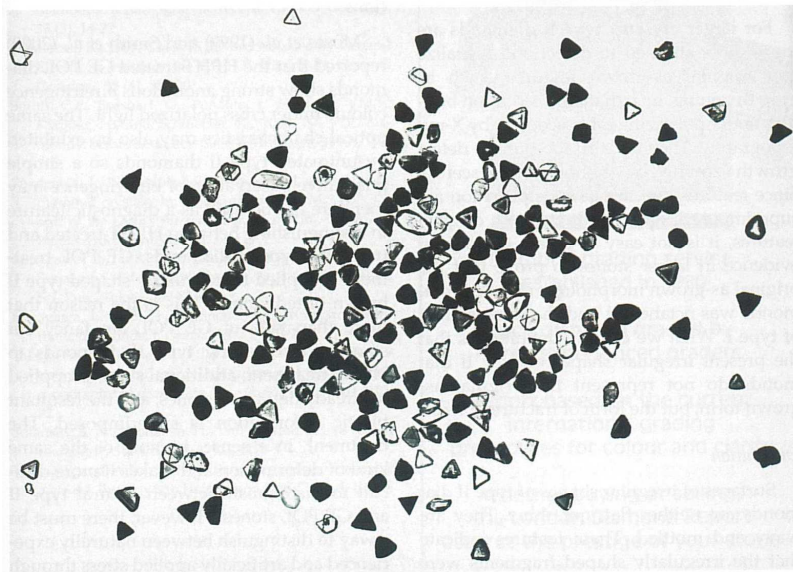


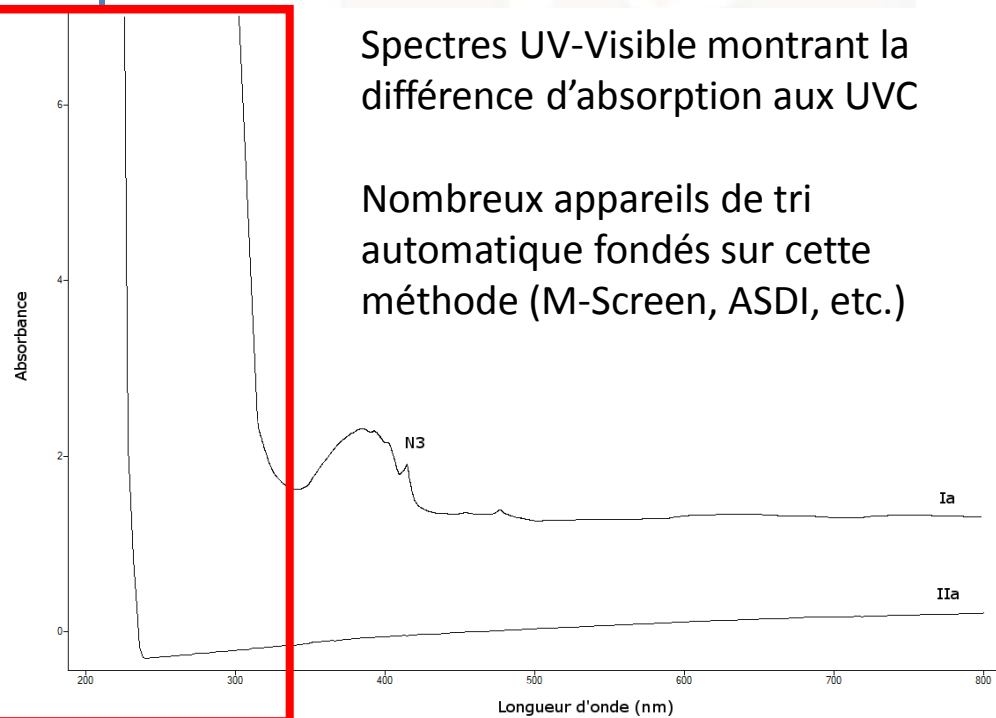
Figure 3: Positive image of micro-diamonds on a photographic plate under UV irradiation of  $\lambda = 2537\text{\AA}$ . Black images correspond to type I, transparent ones to type II, and grey crystals composed of types I and II. Magnification  $\times 4$ . No essential difference in morphology is noted between type I and II crystals. Reproduced from Figure 1 of Tolansky and Komatsu, (1967). By courtesy of Prof. H. Komatsu.

A discussion on the origin of irregular shapes of type II diamonds

Sunagawa, JoG 2001

**Transparents aux UVC**

Type II  
(« sans azote »)



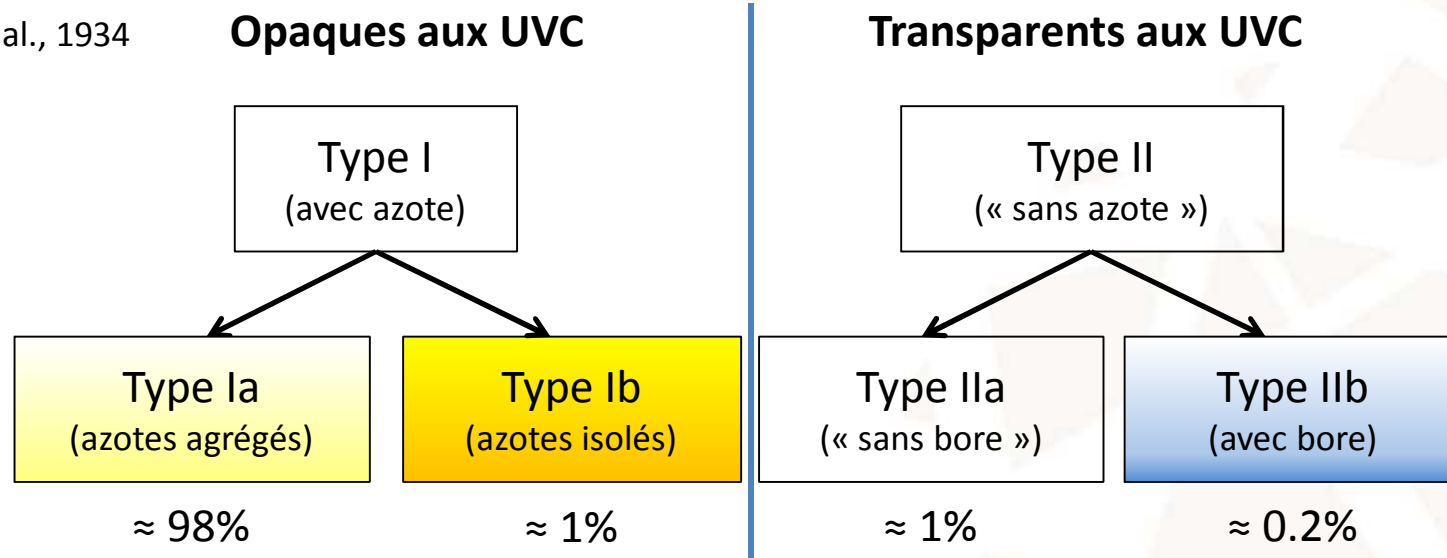
Spectres UV-Visible montrant la différence d'absorption aux UVC

Nombreux appareils de tri automatique fondés sur cette méthode (M-Screen, ASDI, etc.)

# Qu'est ce qu'un diamant de type II ?

- ◆ Diamant : carbone C + impuretés (N, H, B, Ni, etc.)

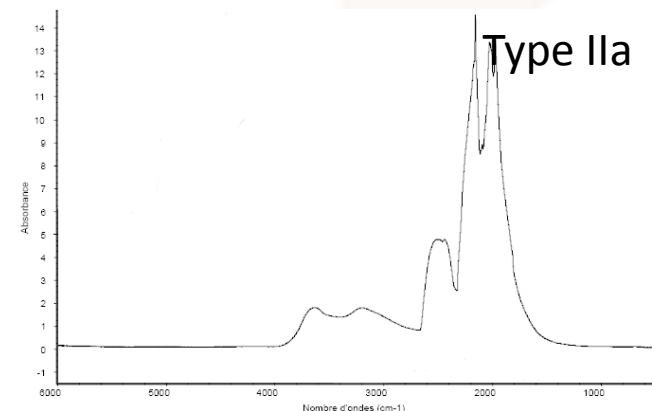
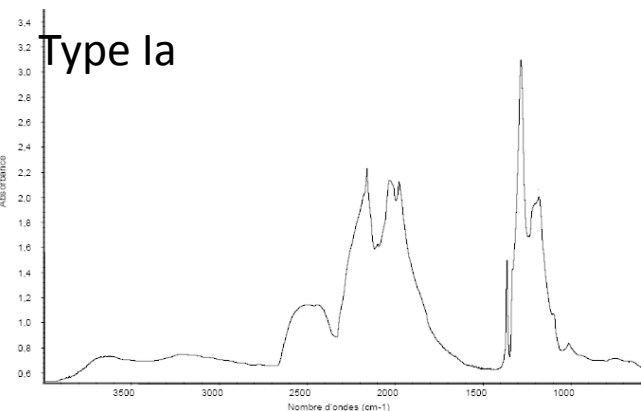
Robertson et al., 1934



Au laboratoire, nous utilisons un spectromètre infrarouge pour l'identification du type.



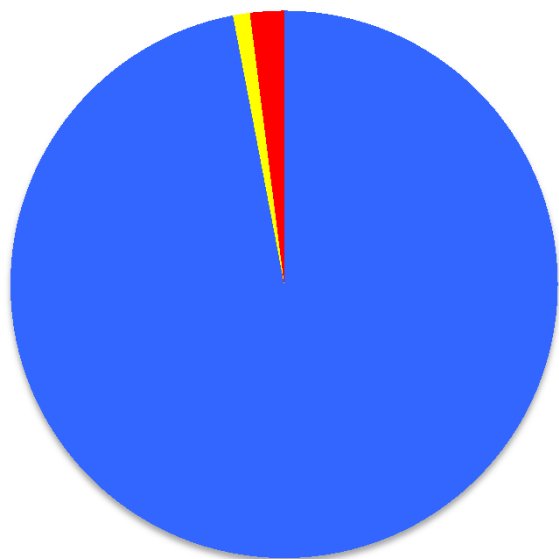
**LFG**  
**P A R**  
Laboratoire  
de Gemmologie



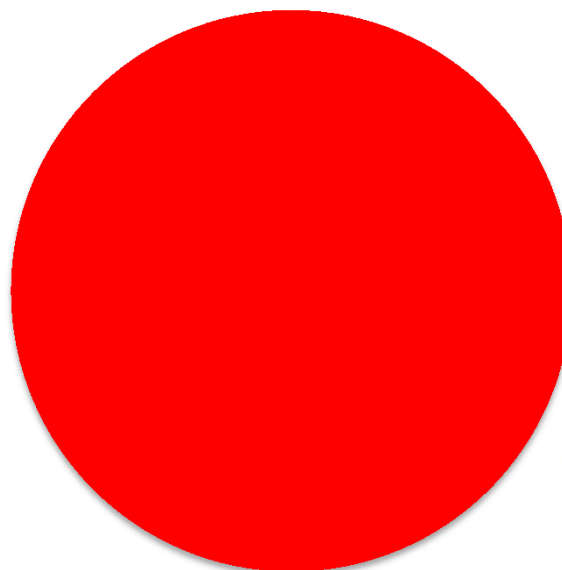


# Proportions des types de diamants presque incolores

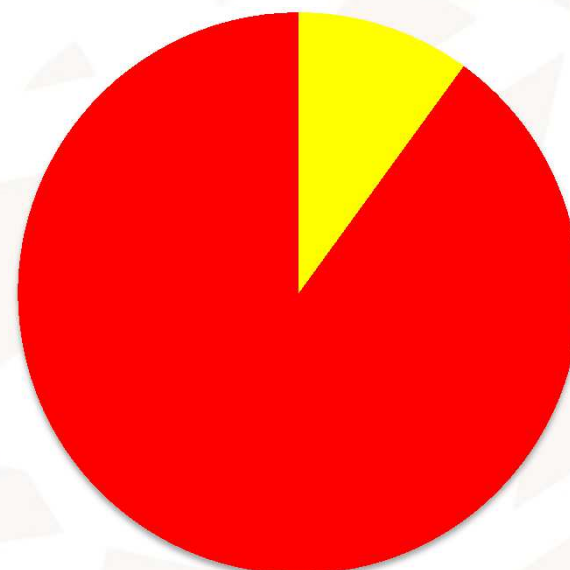
Naturels



Synthétiques CVD et HPHT



Traité HPHT



**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

■ Ia

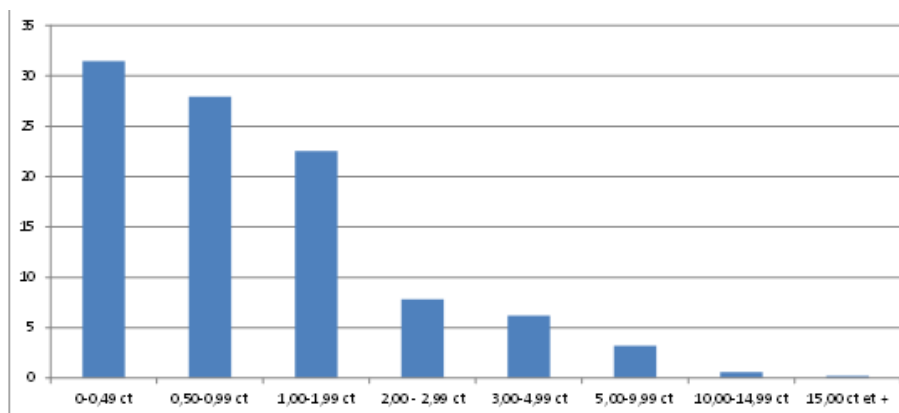
■ II

■ IaB

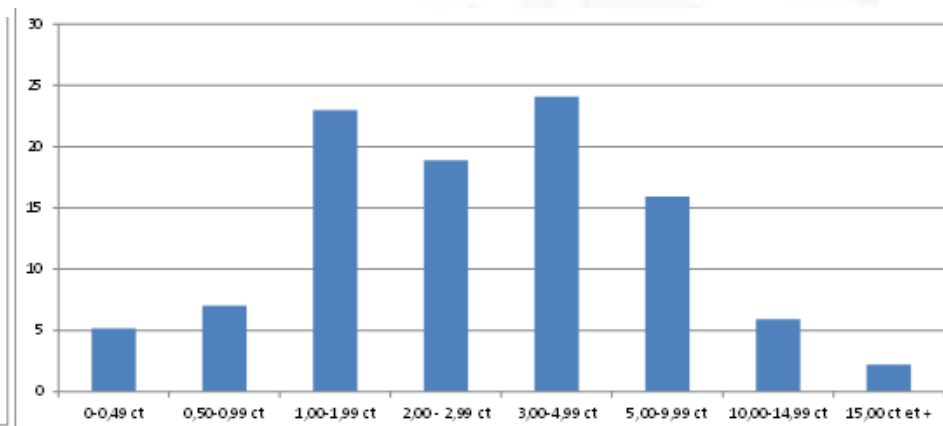
# Quelques statistiques sur les diamants de type II analysés au laboratoire

- ◆ Généralement un diamant de dimension « importante »

Ia



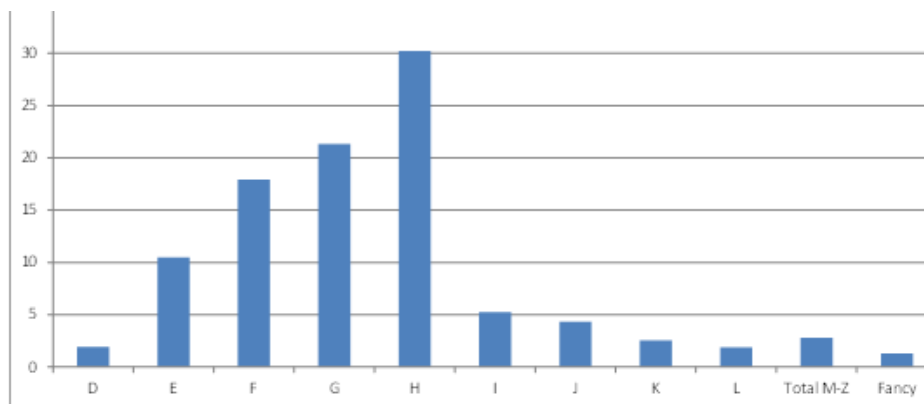
Ila



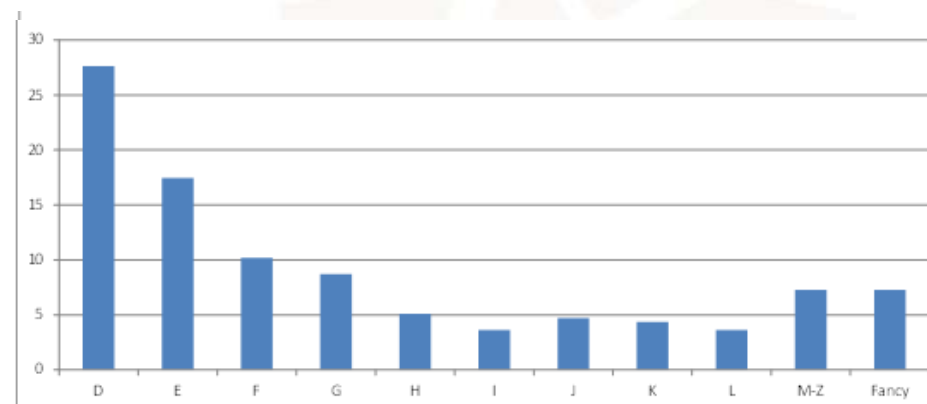
# Quelques statistiques sur les diamants de type II analysés au laboratoire

- ◆ Généralement un diamant de dimension « importante »
- ◆ Généralement un diamant de « bonne » couleur

Ia



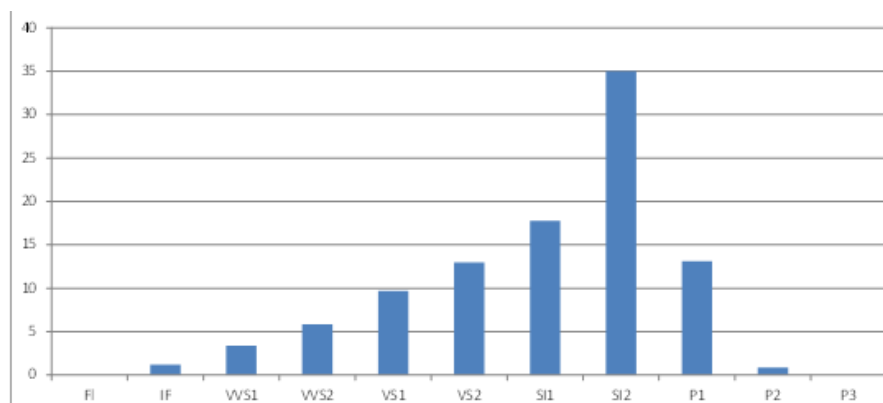
Ila



# Quelques statistiques sur les diamants de type II analysés au laboratoire

- ◆ Généralement un diamant de dimension « importante »
- ◆ Généralement un diamant de « bonne » couleur
- ◆ Généralement un diamant de « bonne » pureté

Ia



Ila



**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

- ◆ De nombreux diamants de type II ont des tailles fantaisies : poire, navette, coussin, etc. Cela est dû à la forme du brut souvent déformée ou aplatie.





Les diamants de type II sont réputés pour avoir une bonne couleur, une bonne pureté, des adjectifs que nous donnons souvent aux pierres anciennes, historiques provenant du gisement de Golconde en Inde. Mais comme vous pouvez le voir sur ces photos, nous analysons aussi des diamants de type II colorés avec des inclusions importantes.



Env. 44 ct chacune D IF

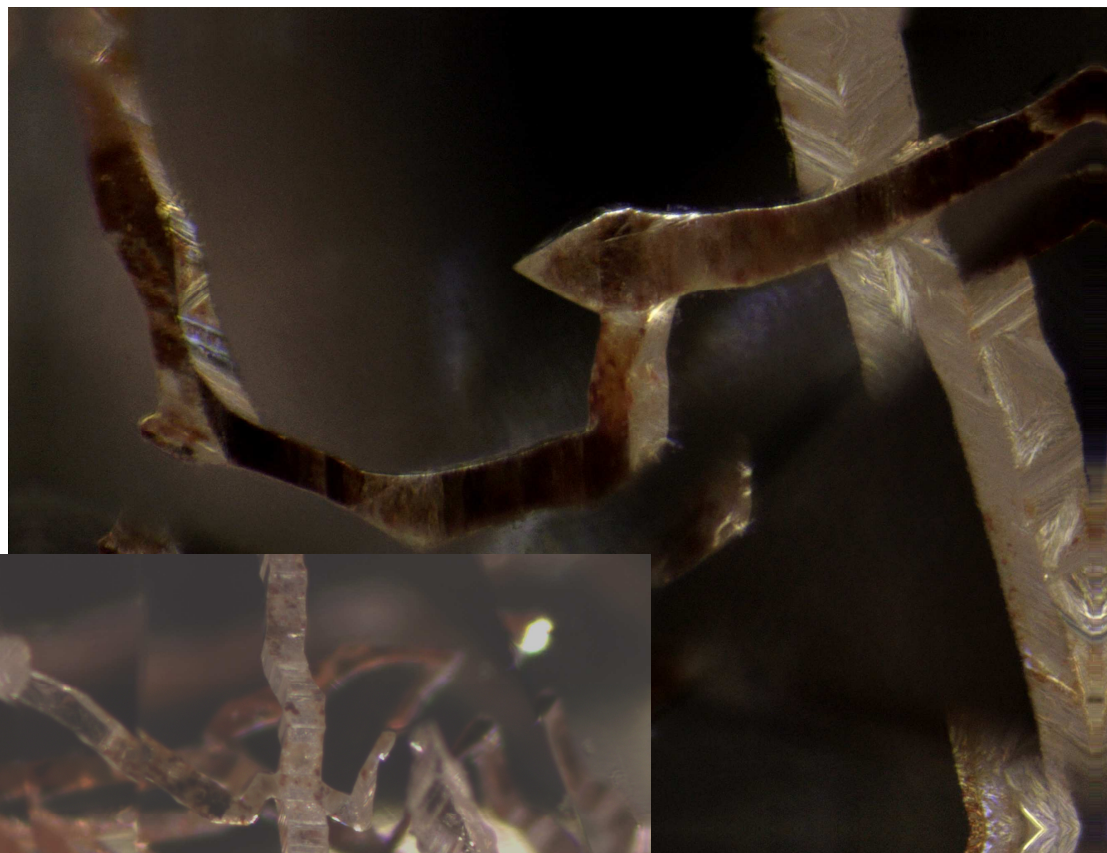


Env. 25 ct Fancy brun légèrement jaune P1

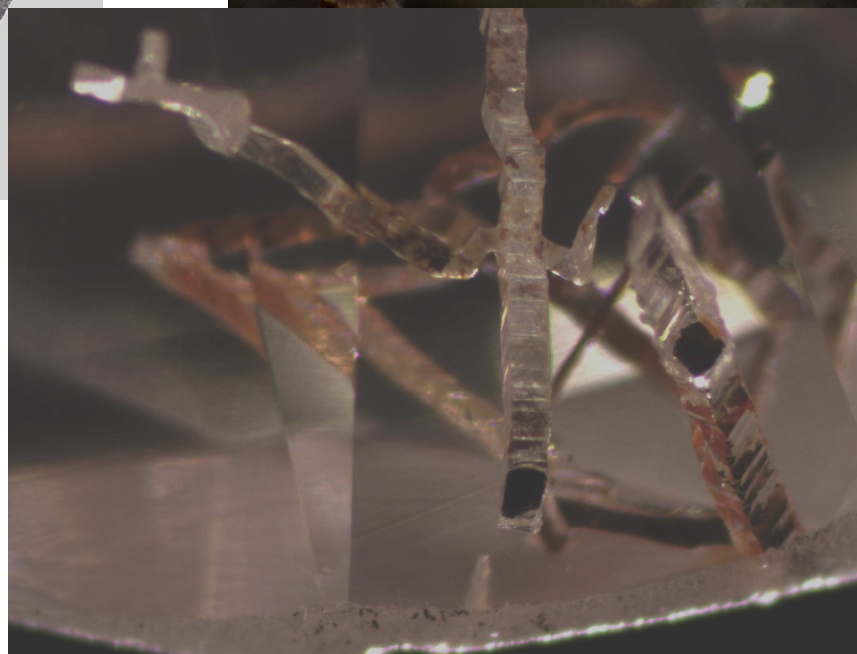
Inclusions exceptionnelles de dislocations dissoutes dans un diamant naturel de type IIa.



1.77 ct, IIa



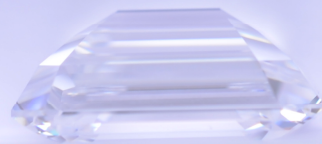
x80



x50



**Super D Ila**



**D Ia**



**Etalon D (type Ila)**





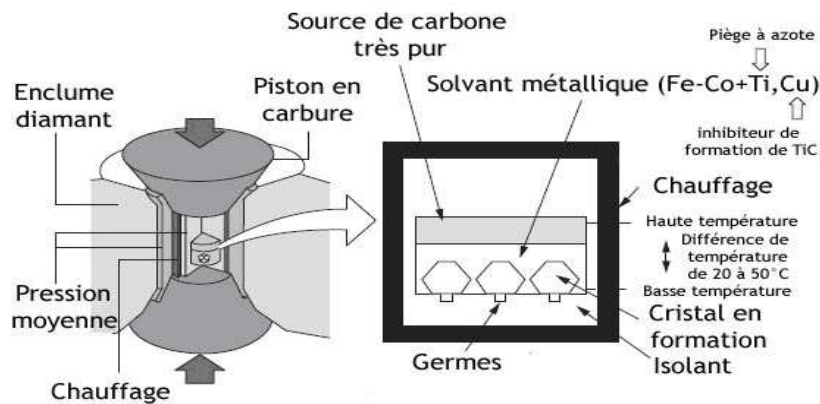
# Qu'est ce qu'un diamant synthétique ?

HPHT – Haute Pression Haute Température

Depuis 1953

Température : 1300 à 1800°C

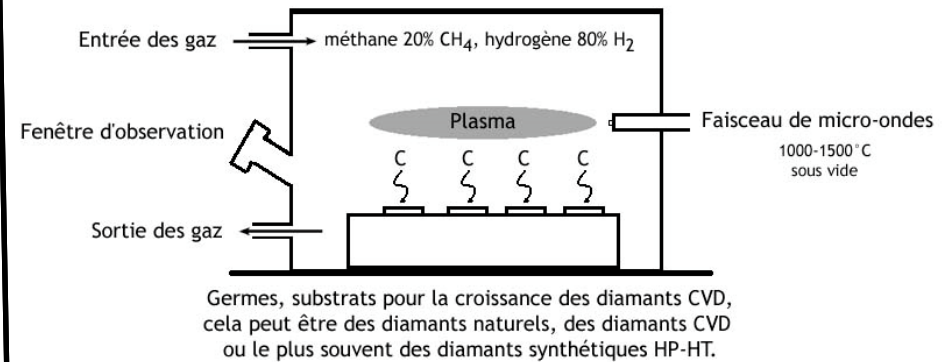
Pression : 50 à 70 kbars



CVD – Chemical Vapour Deposition

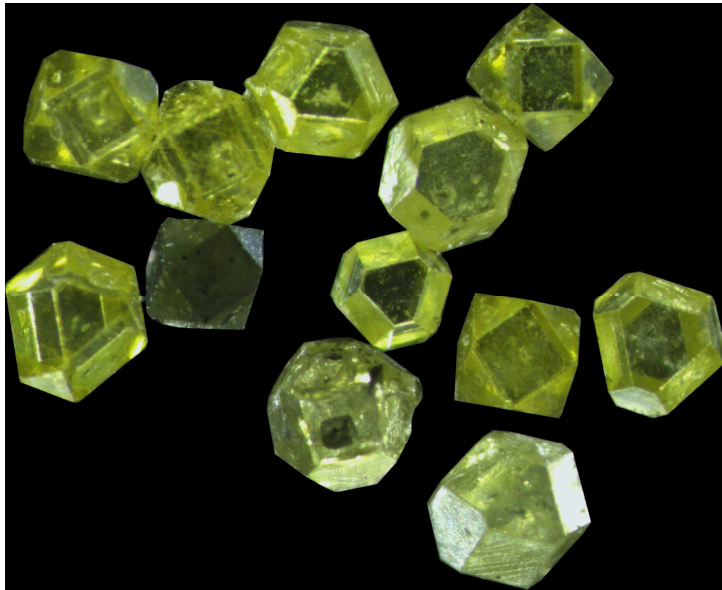
Depuis 1952

Température : 1000 à 1500°C



# Diamants synthétiques

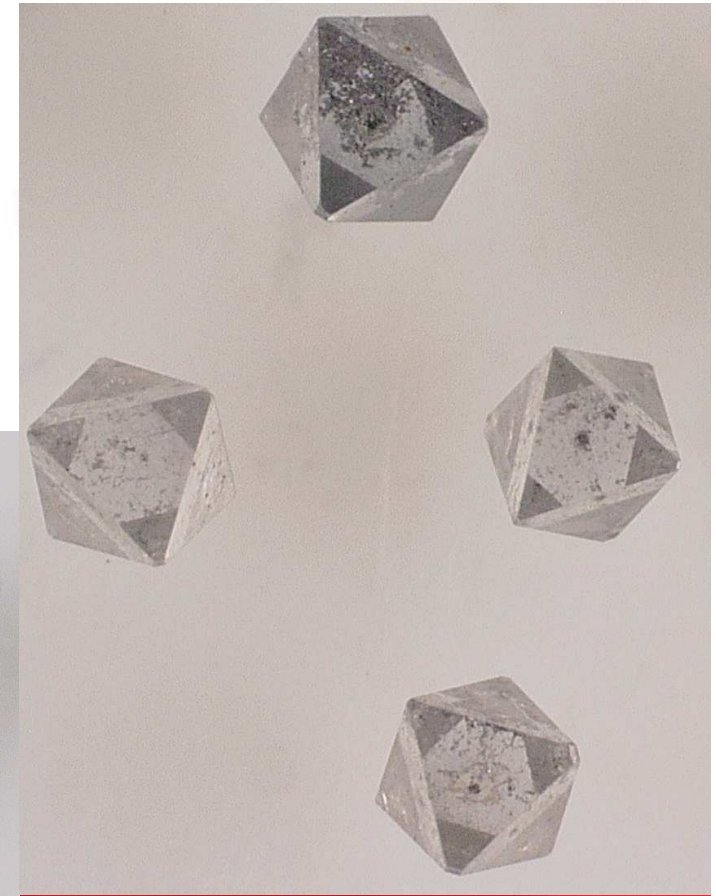
## ◆ Haute pression haute température



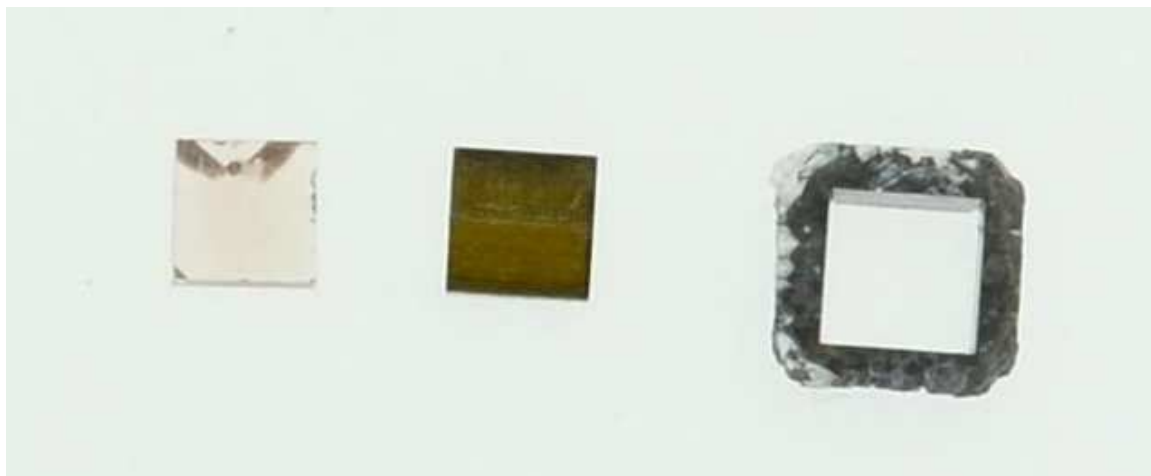
Diamants synthétiques HPHT de type Ib



Diamants synthétiques HPHT,  
pseudo-octaédrique, Taïwan



# Diamants synthétiques



Diamants synthétiques CVD « bruts »

# L'analyse des diamants de type IIa

- ◆ Caractérisation des 4Cs pour tous les diamants
  - Masse à l'aide d'une balance de précision comme toutes les gemmes naturelles taillées analysées au laboratoire. Les diamants synthétiques seront pesés en gramme.

# L'analyse des diamants de type IIa

- ◆ Caractérisation des 4Cs pour tous les diamants
  - Masse (carat)
  - Couleur à l'aide d'une cabine lumière normalisée et d'une série de pierres étalons

# L'analyse des diamants de type IIa

- ◆ Caractérisation des 4Cs pour tous les diamants
  - Masse (carat)
  - Couleur (colour)
  - Pureté à l'aide d'une loupe x10 et d'une microscope binoculaire

# L'analyse des diamants de type IIa

- ◆ Caractérisation des 4Cs pour tous les diamants
  - Masse (carat)
  - Couleur (colour)
  - Pureté (clarity)
  - Taille avec la caractérisation de la symétrie, du poli, et des proportions de la pierre



# L'analyse des diamants de type IIa

- ◆ Caractérisation des 4Cs pour tous les diamants
  - Masse (carat)
  - Couleur (colour)
  - Pureté (clarity)
  - Taille (cut)
  - Prises de photos de la pierre et de ses inclusions

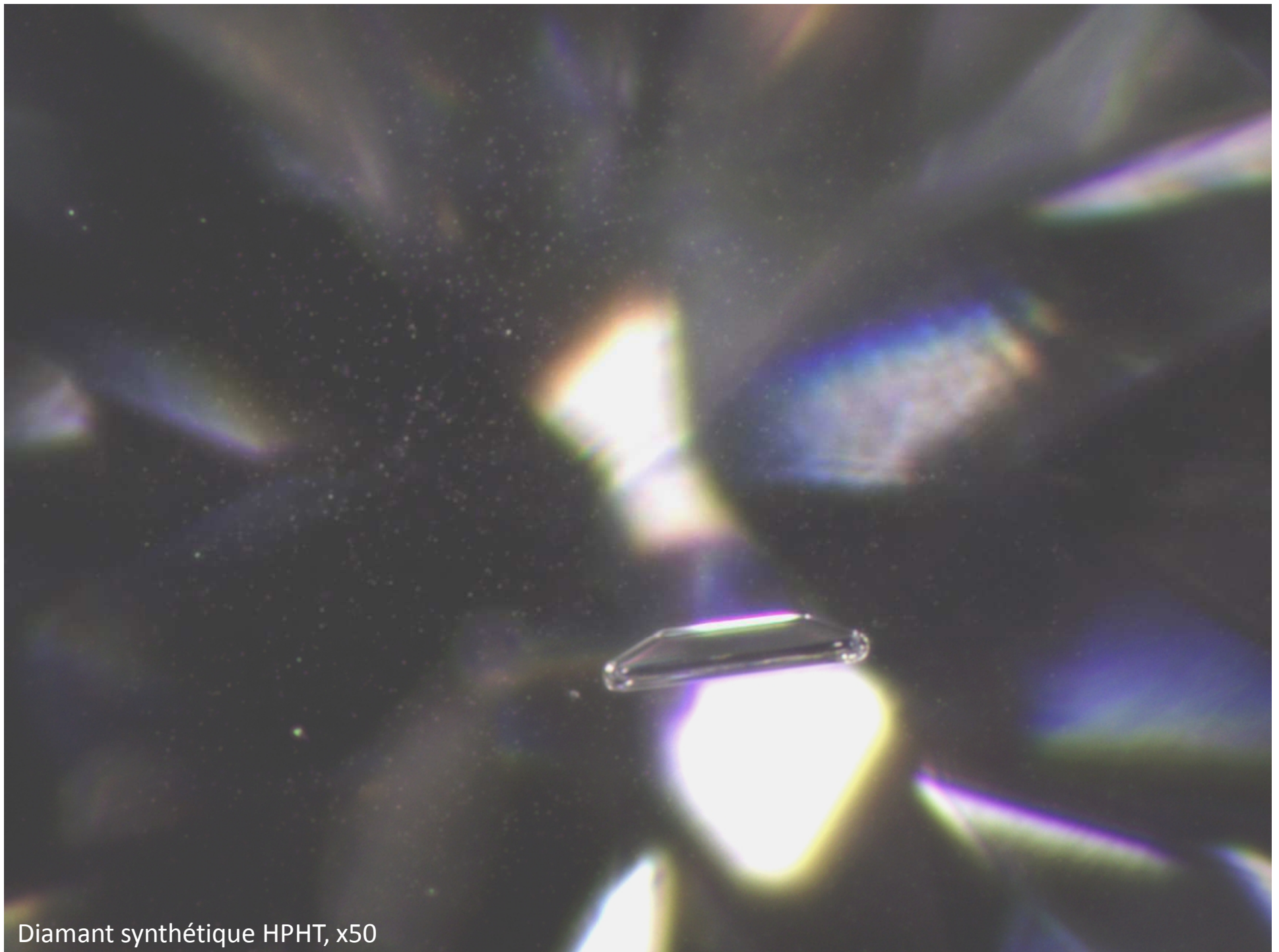


# 1<sup>ère</sup> étape : observation

- ◆ **Observation** des inclusions à la loupe (lorsque présentes : points, inclusions métalliques...)



Diamant synthétique HPHT, x120

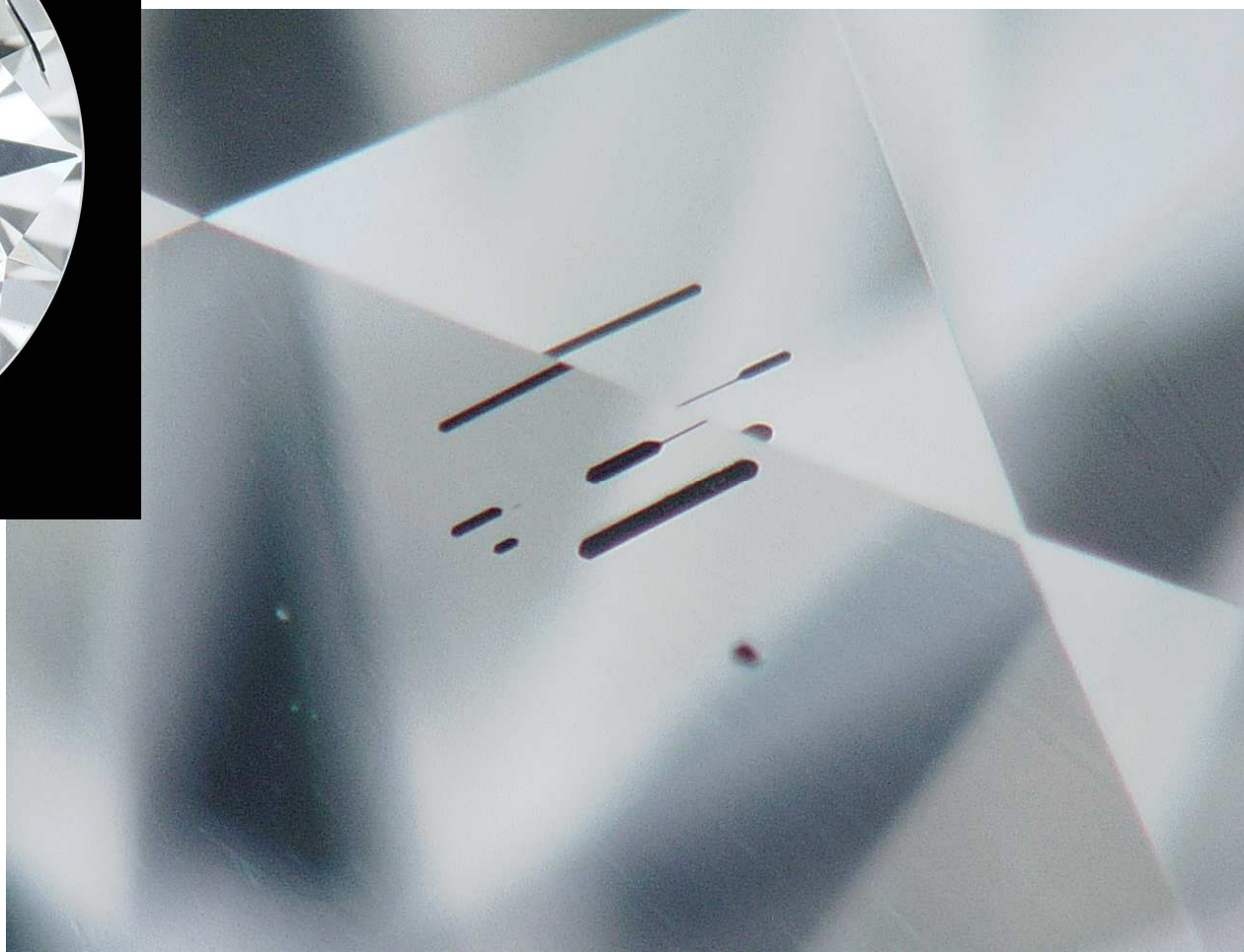


Diamant synthétique HPHT, x50



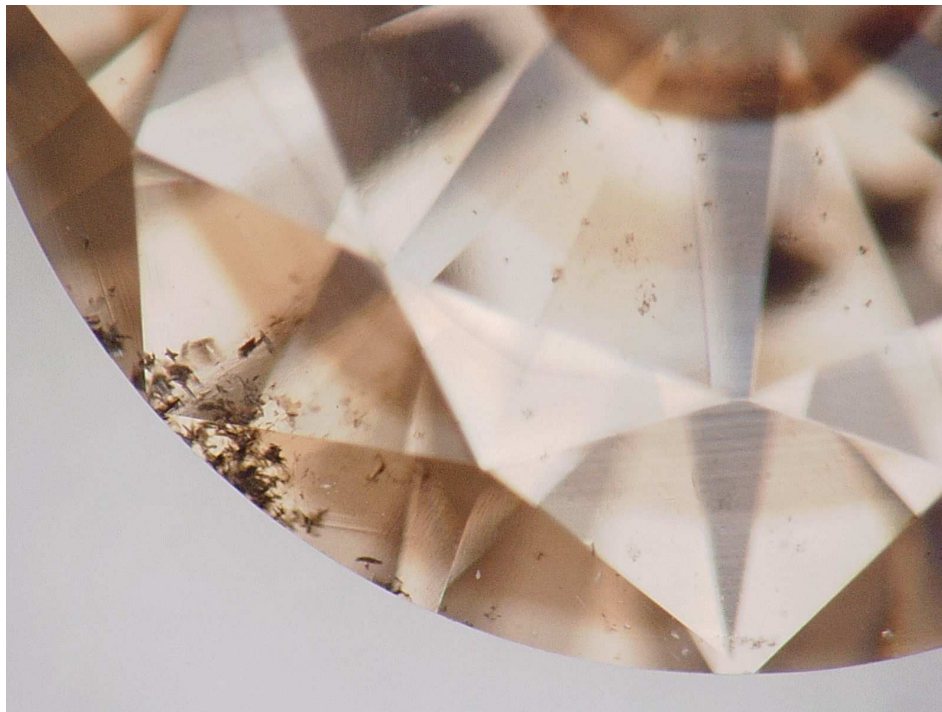


Diamant synthétique HPHT  
avec des inclusions  
métalliques orientées suivant  
les secteurs de croissance.



x160

Inclusions de carbone (graphite?) en nuage d'aiguilles ou sur un plan. A noter aussi les zonations de couleur brunes parallèles.

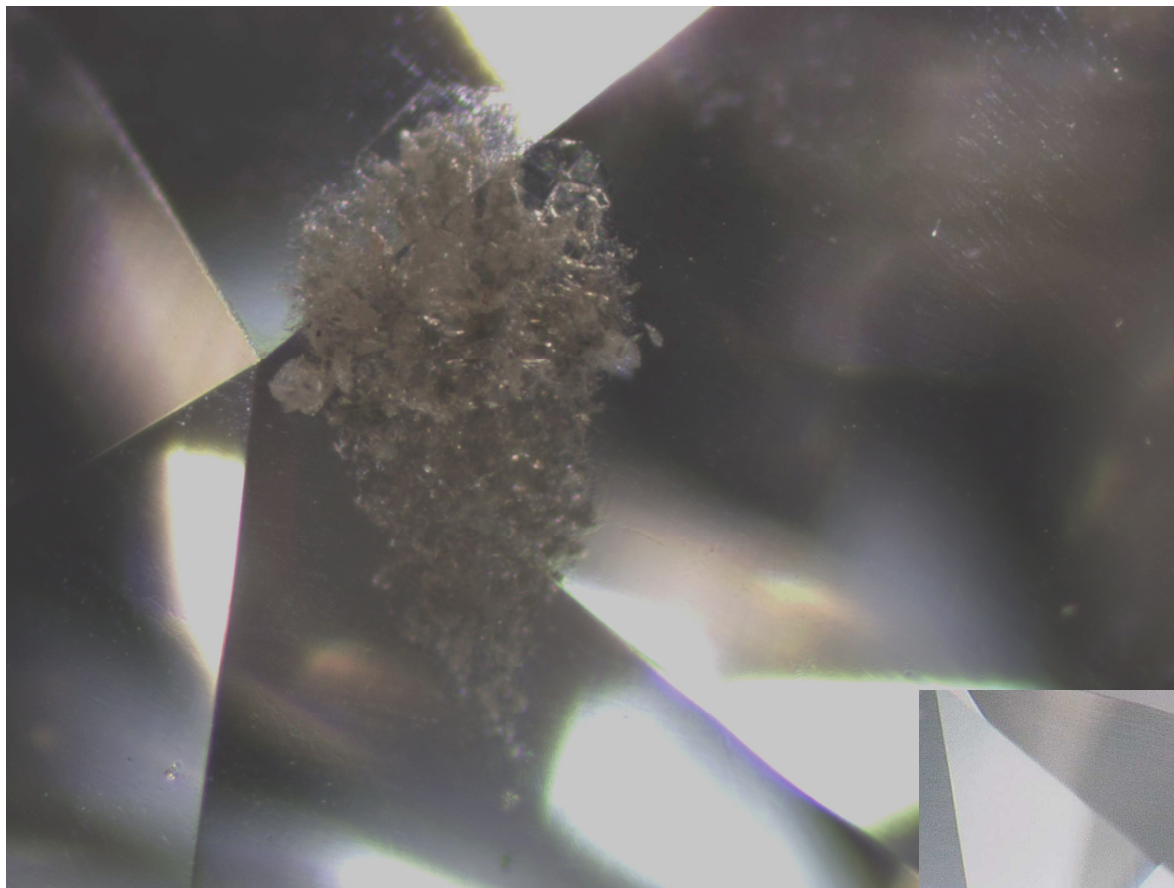


Diamant synthétique CVD, x110



Diamant synthétique CVD, x80





Diamant synthétique CVD, x50



Diamant synthétique CVD, x20

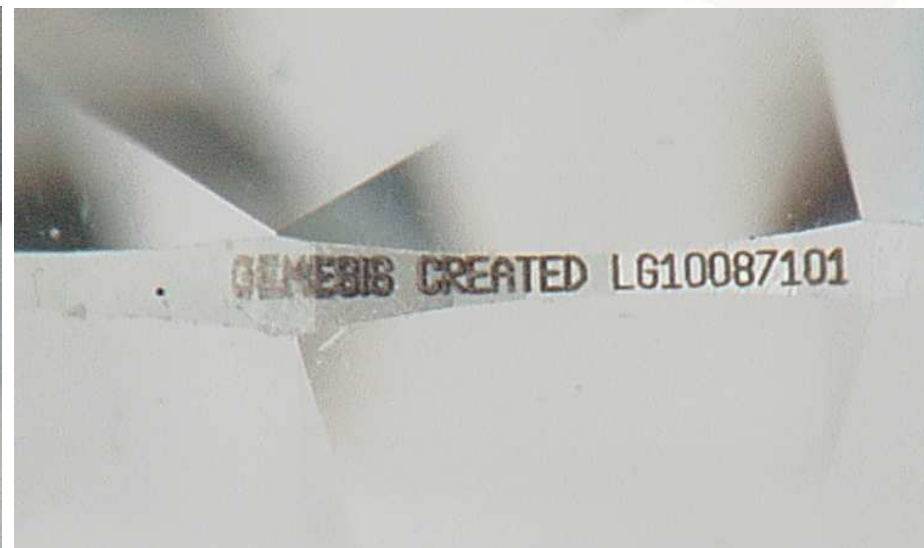


**LFG**

**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

# 1<sup>ère</sup> étape : observation



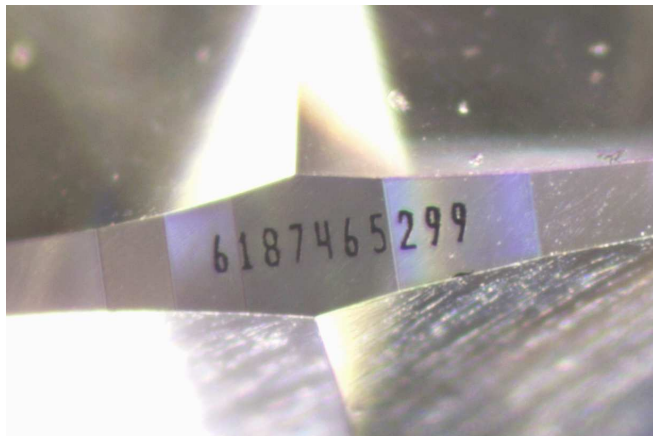
Inscription laser du fabricant sur le rondiste des diamants synthétiques

# 1<sup>ère</sup> étape : observation

- ◆ Mais attention aux fausses gravures...



Équivalent à 2.09 ct



Diamant synthétique HPHT avec une gravure d'un numéro de rapport d'un diamant naturel similaire.

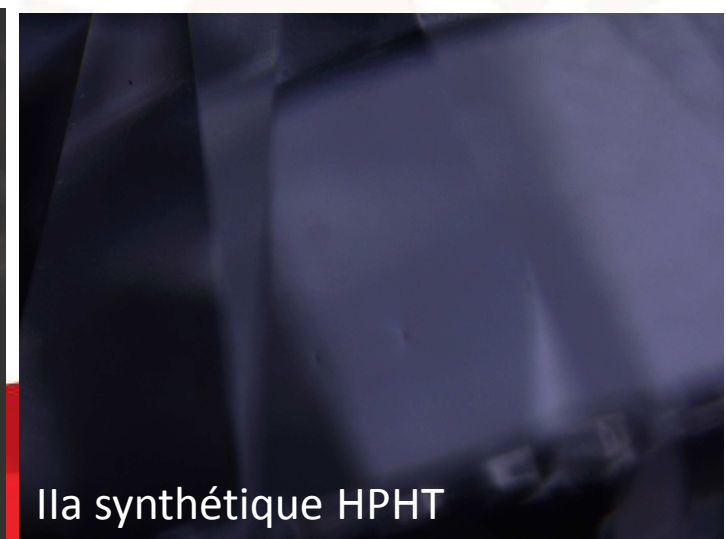
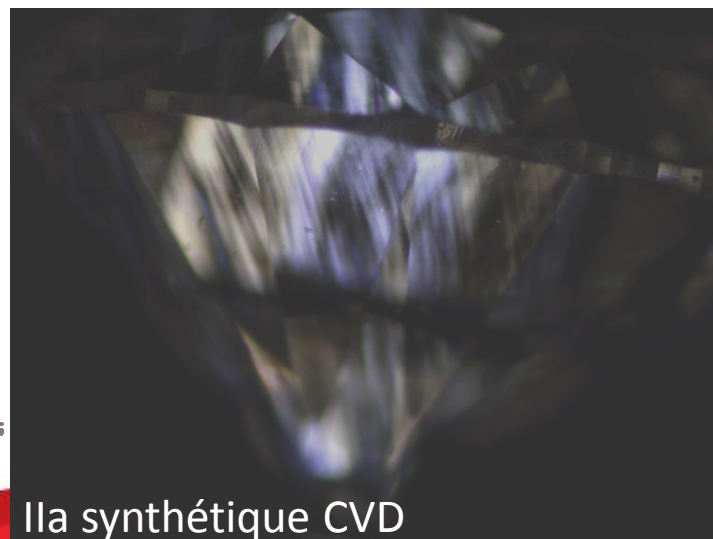
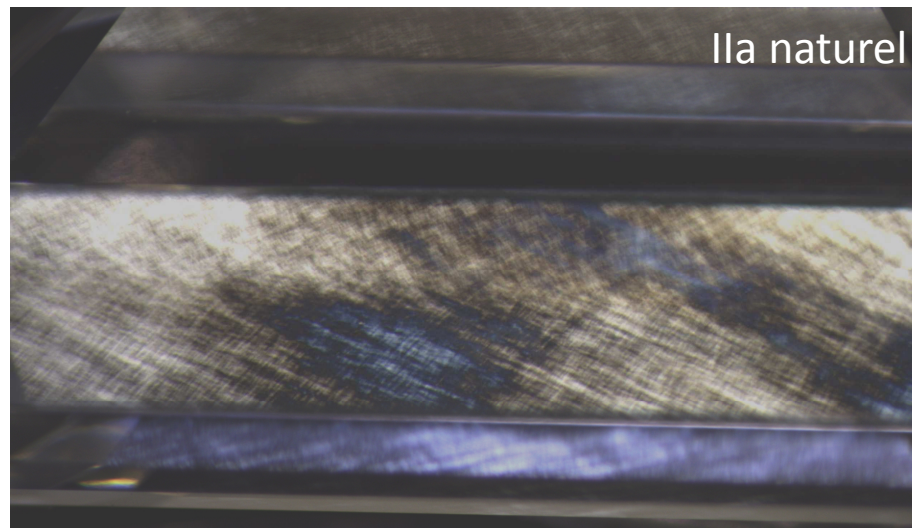
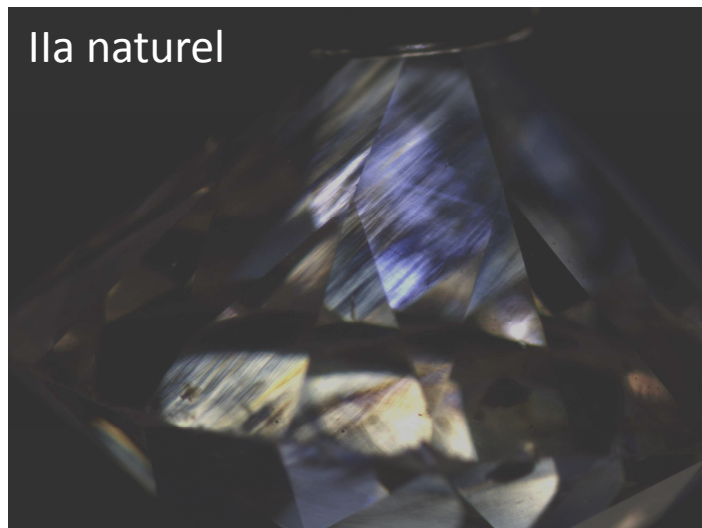


|   |                       |
|---|-----------------------|
|  <b>GIA®</b> |                       |
| <b>GIA DIAMOND GRADING REPORT</b>   |                       |
| August 31, 2017   |                       |
| GIA Report Number .....   | 6187465299            |
| Shape and Cutting Style .....   | Round Brilliant       |
| Measurements .....  | 8.35 - 8.40 x 4.92 mm |
| <b>GRADING RESULTS</b>  |                       |
| Carat Weight .....  | 2.07 carat            |
| Color Grade .....   | E                     |
| Clarity Grade .....   | VVS1                  |
| Cut Grade .....   | Very Good             |
| <b>ADDITIONAL GRADING INFORMATION</b>   |                       |
| Polish .....  | Excellent             |
| Symmetry .....  | Very Good             |
| Fluorescence .....  | Strong Blue           |
| Inscription(s):   | GIA 6187465299        |

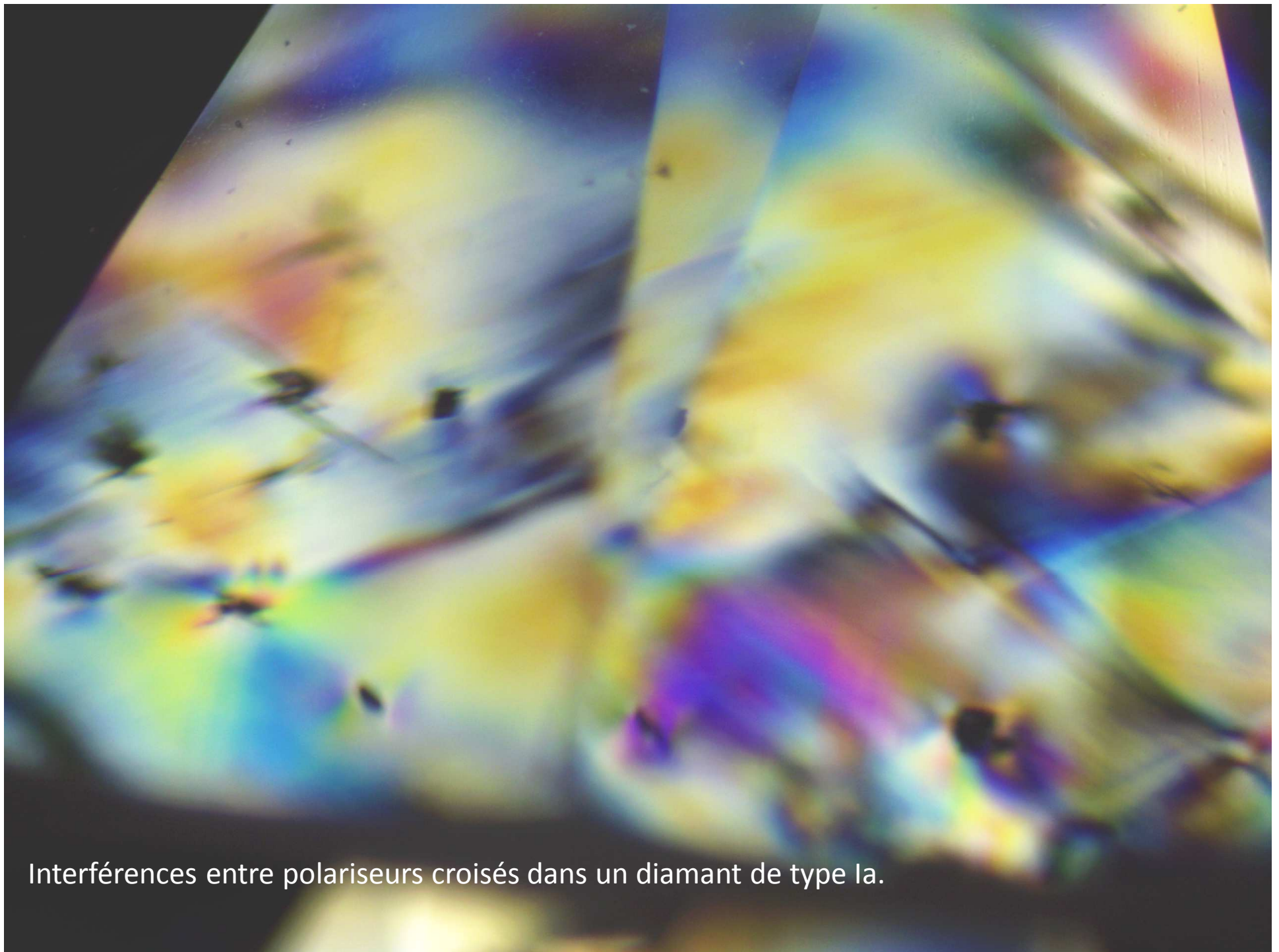


## 2<sup>ème</sup> étape : entre polariseurs croisés

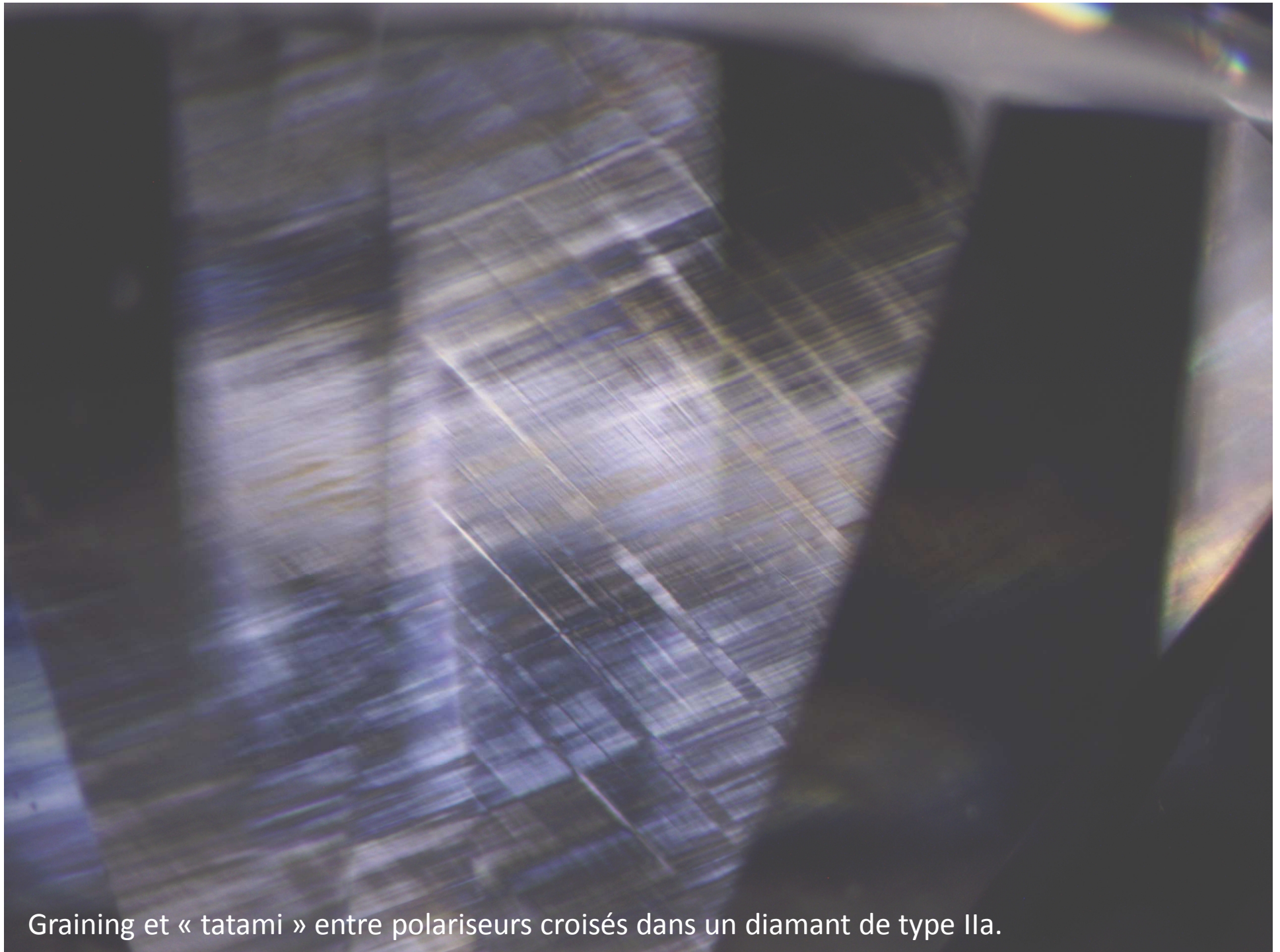
- ◆ Morphologies de croissance différentes des diamants naturels : observation entre filtres polariseurs croisés





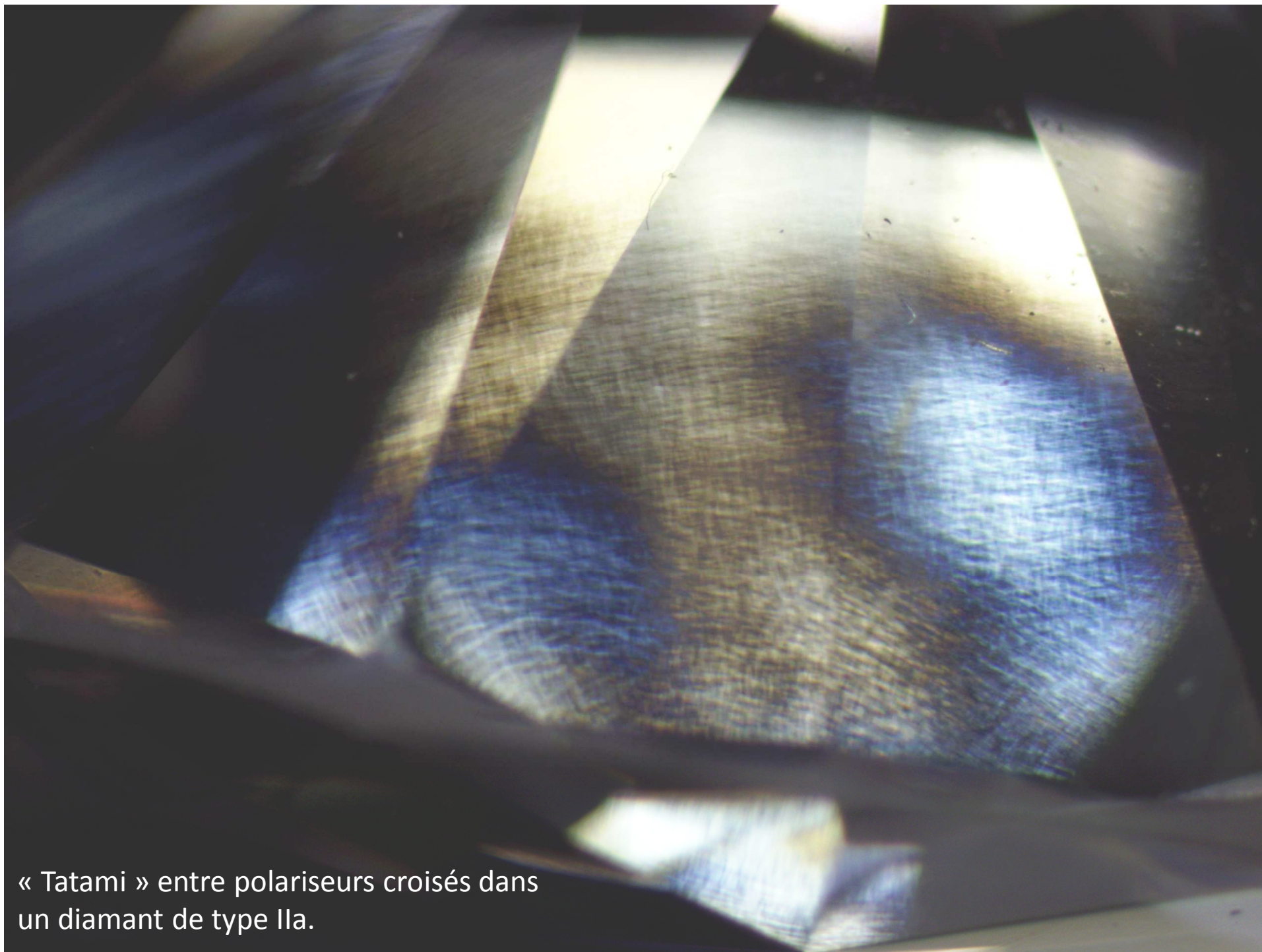


Interférences entre polariseurs croisés dans un diamant de type Ia.



Graining et « tatami » entre polariseurs croisés dans un diamant de type IIa.





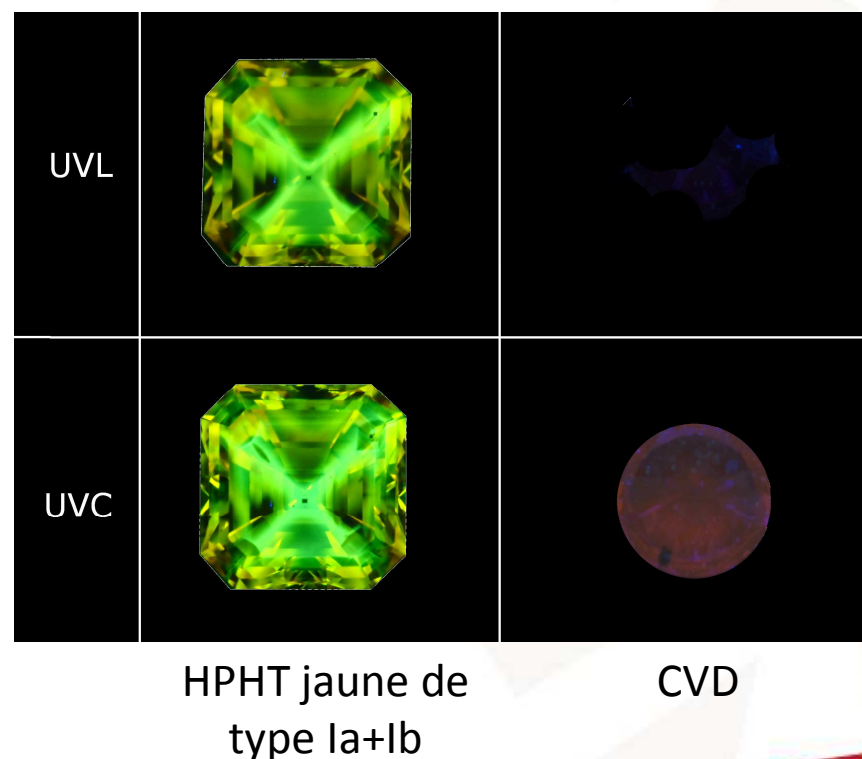
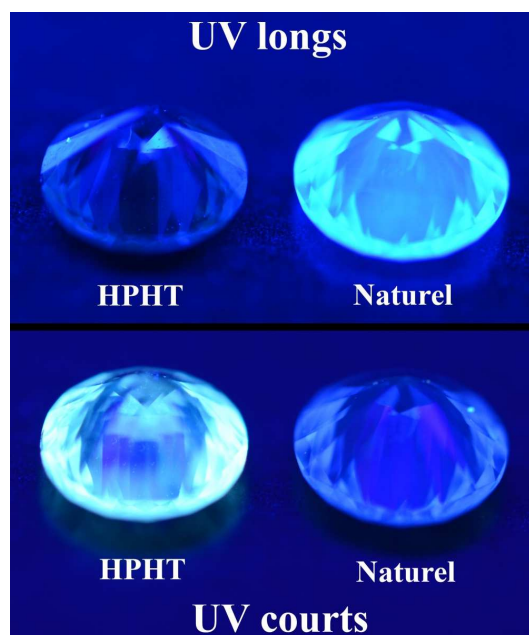
« Tatami » entre polariseurs croisés dans  
un diamant de type IIa.



« Effet brosse » caractéristiques dans  
des diamants synthétiques CVD

## 3<sup>ème</sup> étape : luminescence

- ◆ Luminescence inhabituelles (couleurs et zonations, avec une possible phosphorescence)





## 4<sup>ème</sup> étape : luminescence au DiamondView™

DiamondView™ : imagerie de luminescence (220 nm env.)

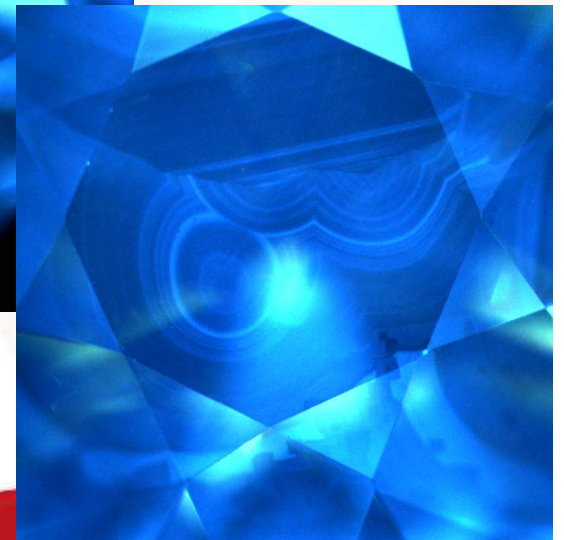
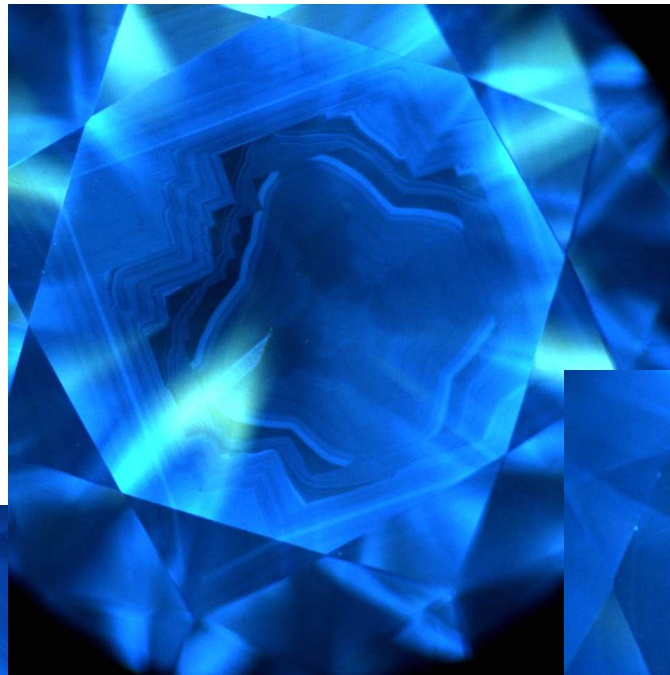
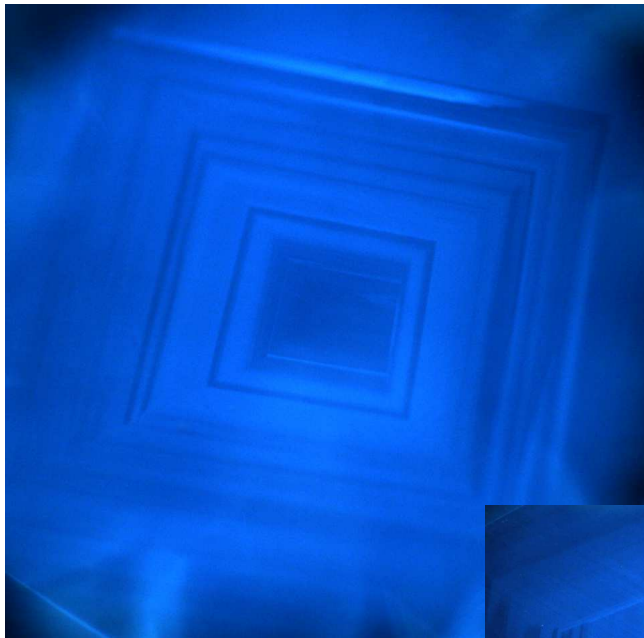
Histoire de croissance de diamants : morphologie interne

→ séparer diamants naturels / synthétiques



## 4<sup>ème</sup> étape : luminescence au DiamondView™

- ◆ Diamants naturels de type Ia



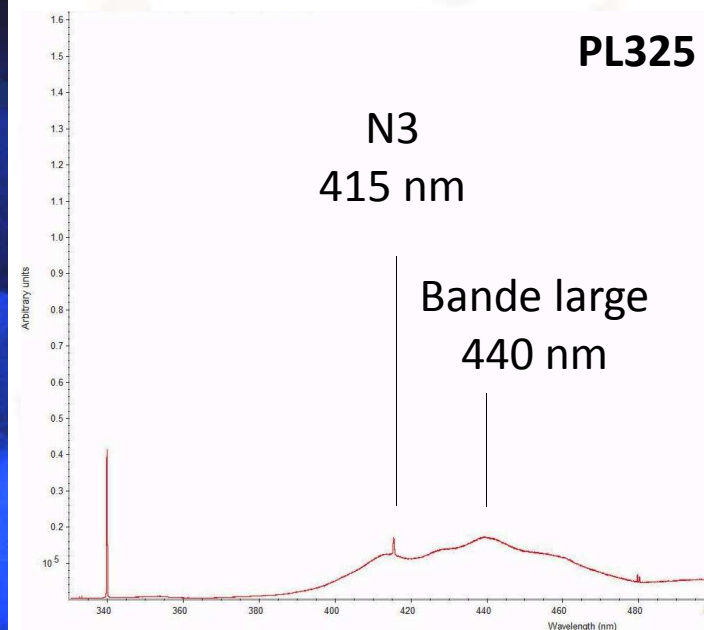
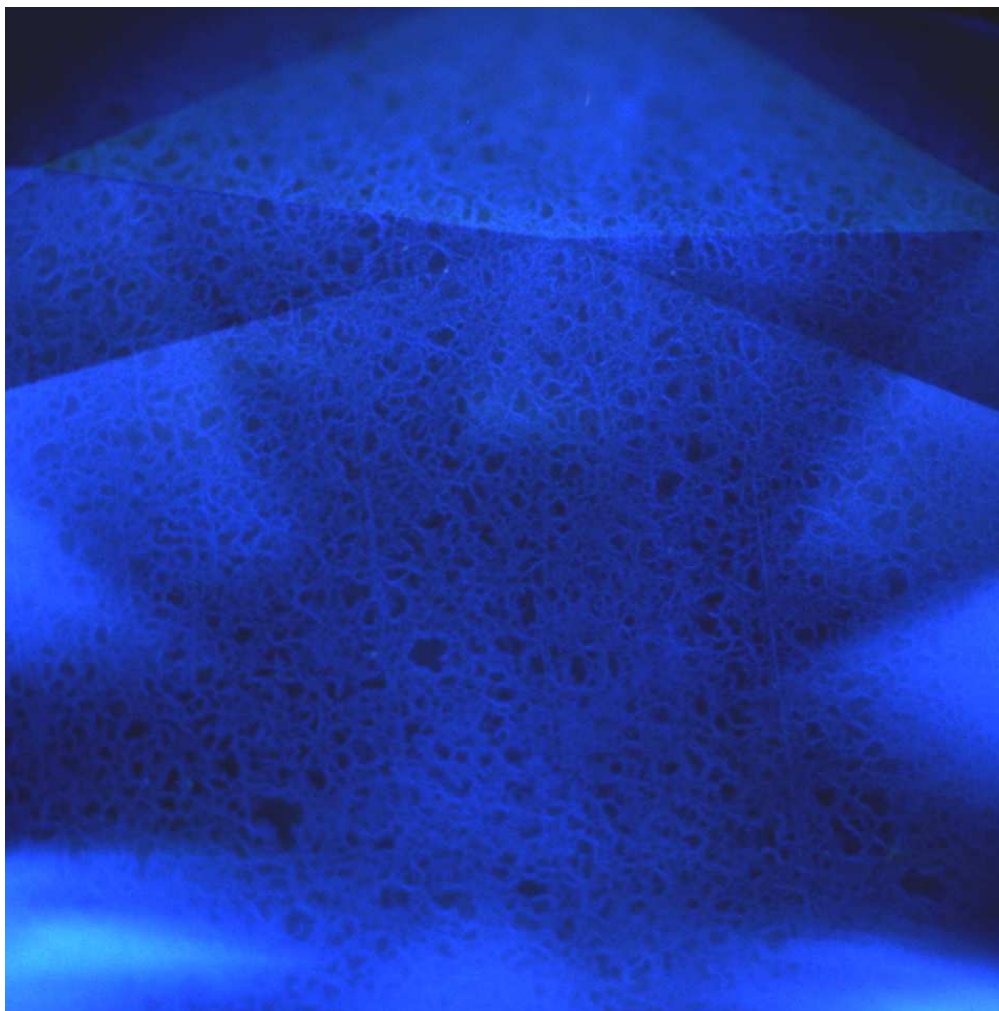
# Classification des diamants de type II sur la base de leur luminescence DiamondView™

- ◆ Couleur d'émission
- ◆ Texture
  - Liée à la croissance
  - Liée à la déformation



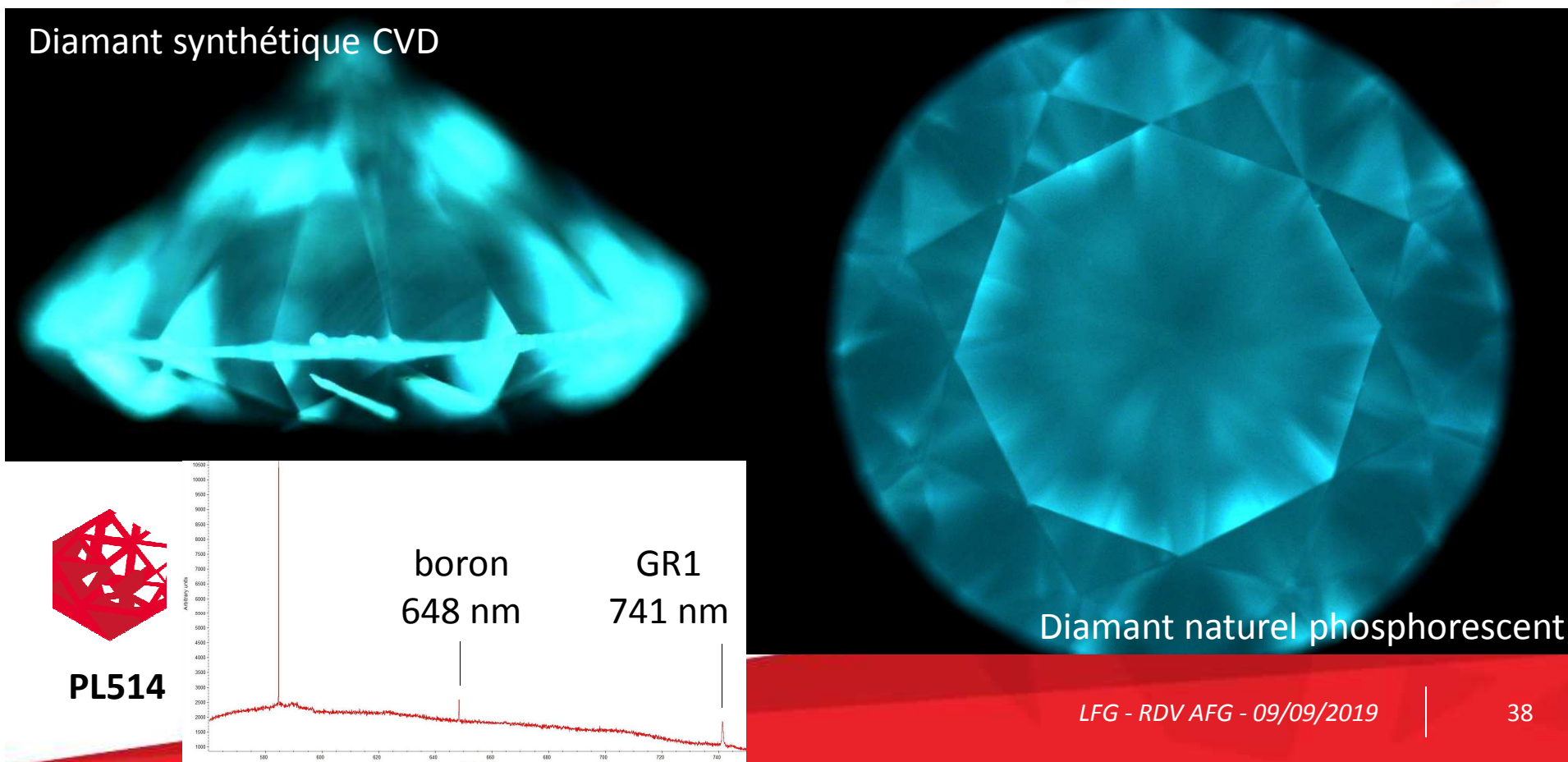
# Classification des couleurs d'émission

- ◆ Bleu violacé : liée au dislocations (band-A)



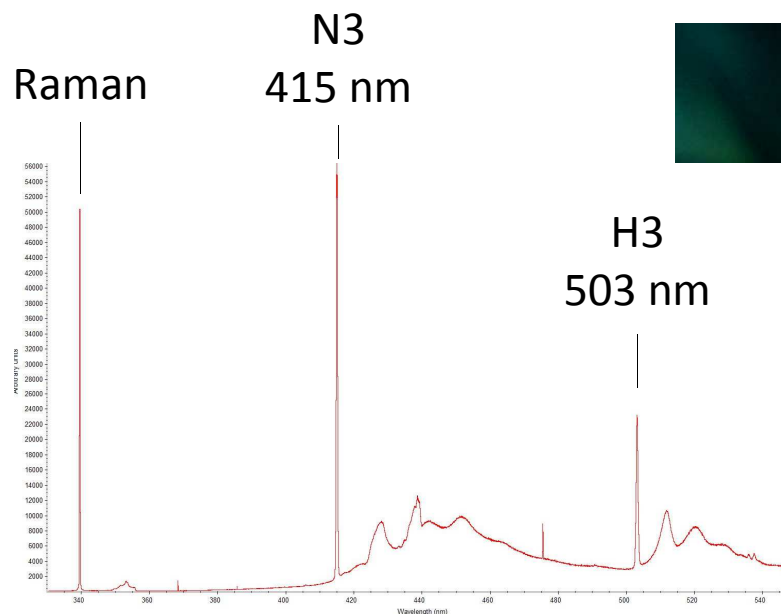
# Classification des couleurs d'émission

- ◆ Bleu vert :
  - Associée au diamants synthétiques HPHT et CVD traités
  - Phosphorescence liée à la présence de bore et d'azote



# Classification des couleurs d'émission

- ◆ Verte : liée probablement à la présence de centres H3

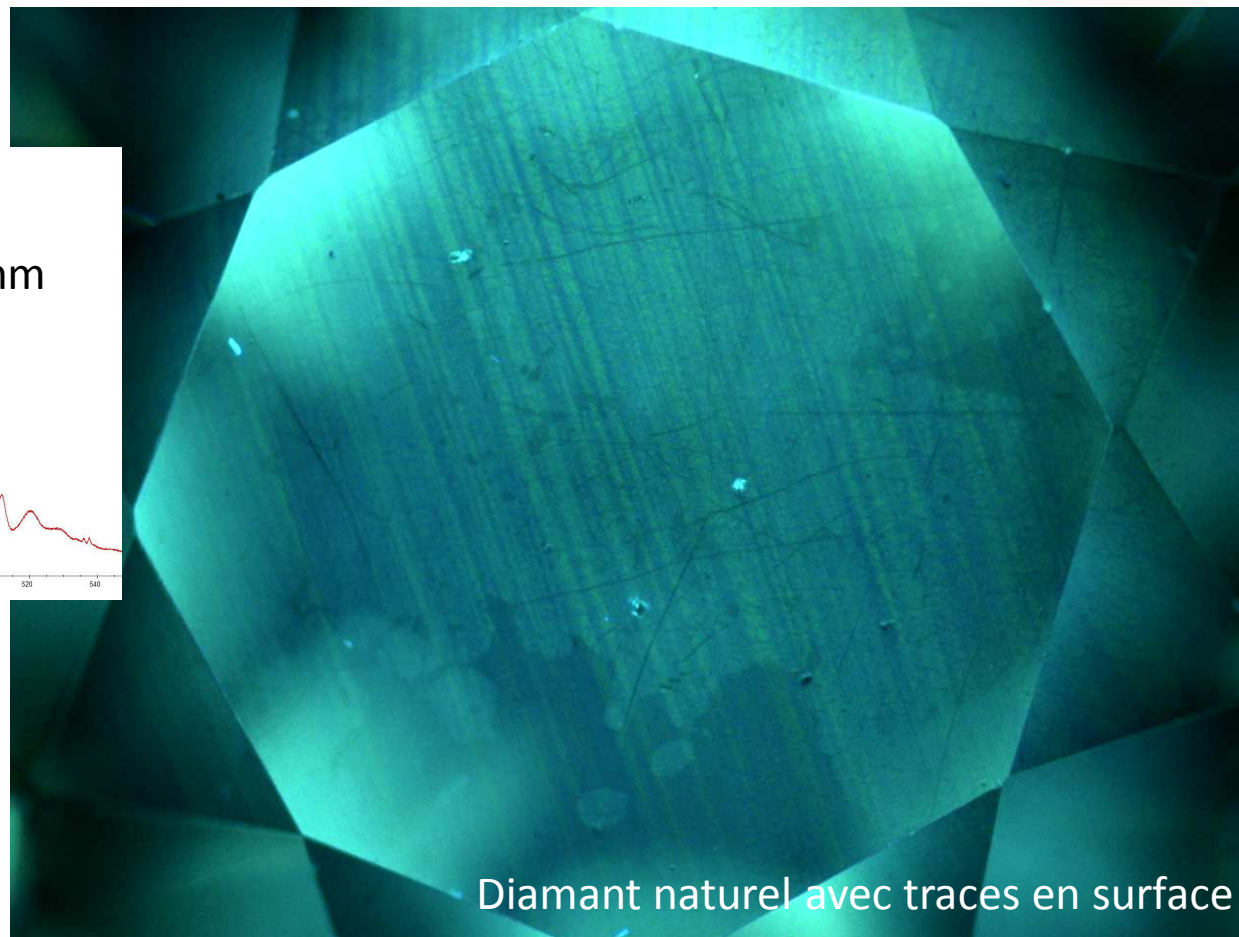


PL325



**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

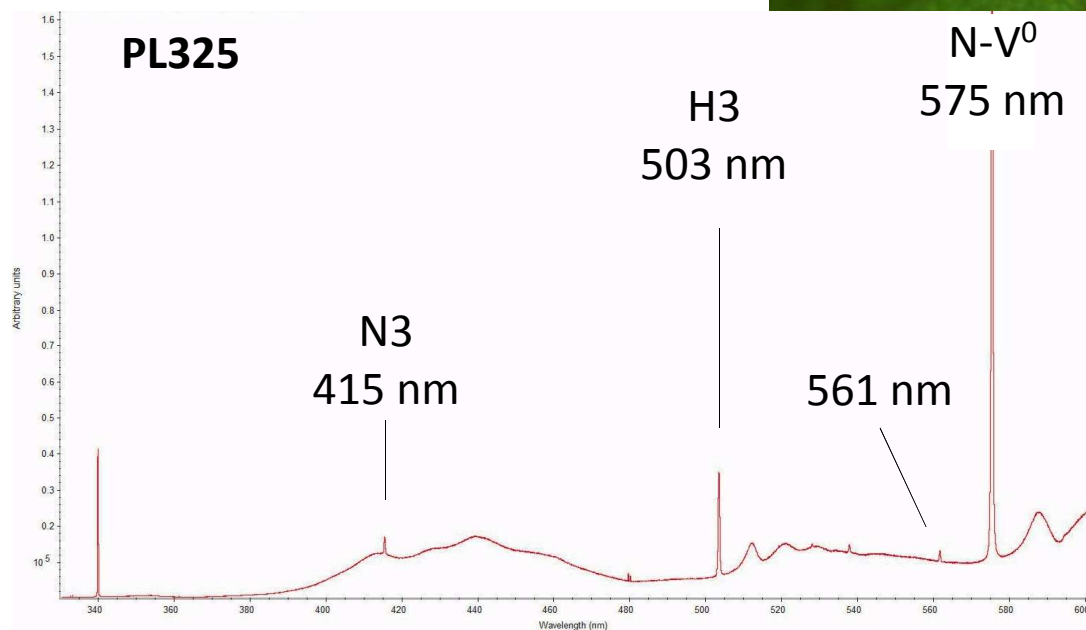
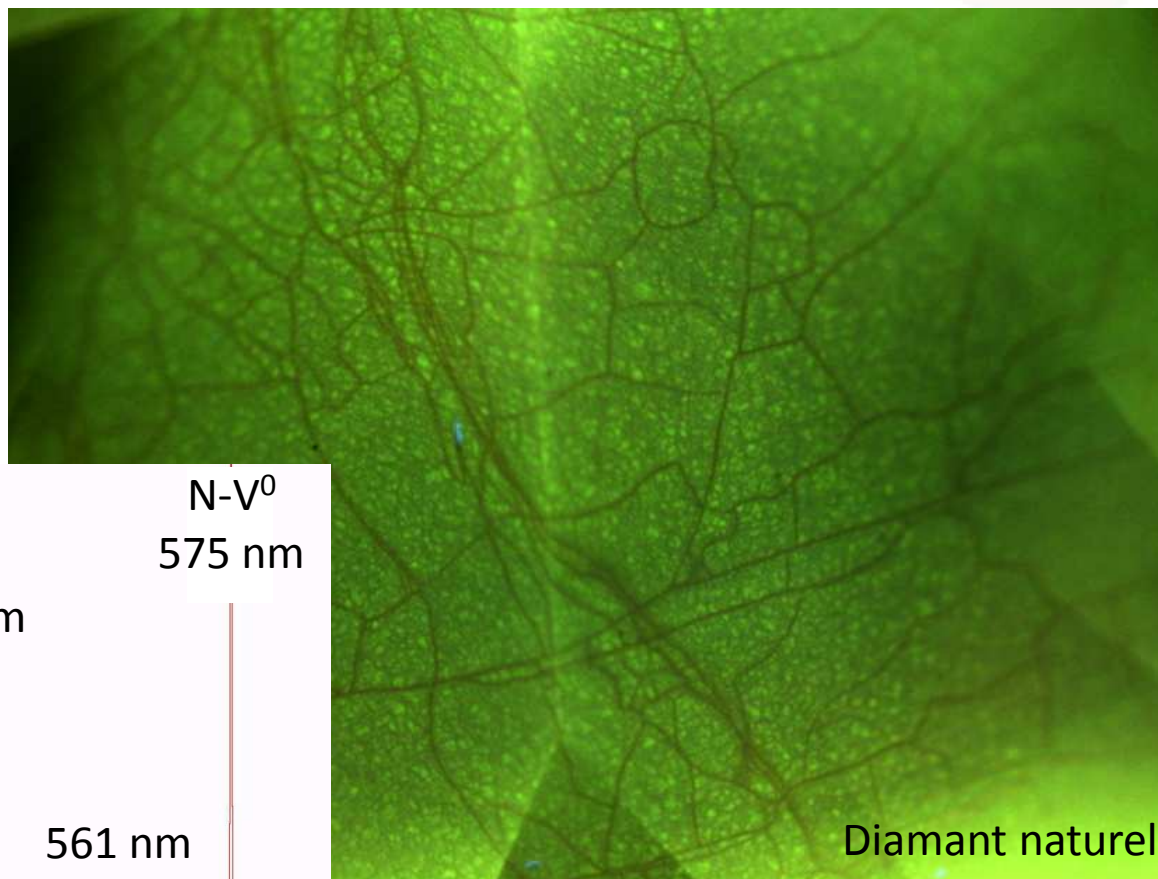


Diamant naturel avec traces en surface



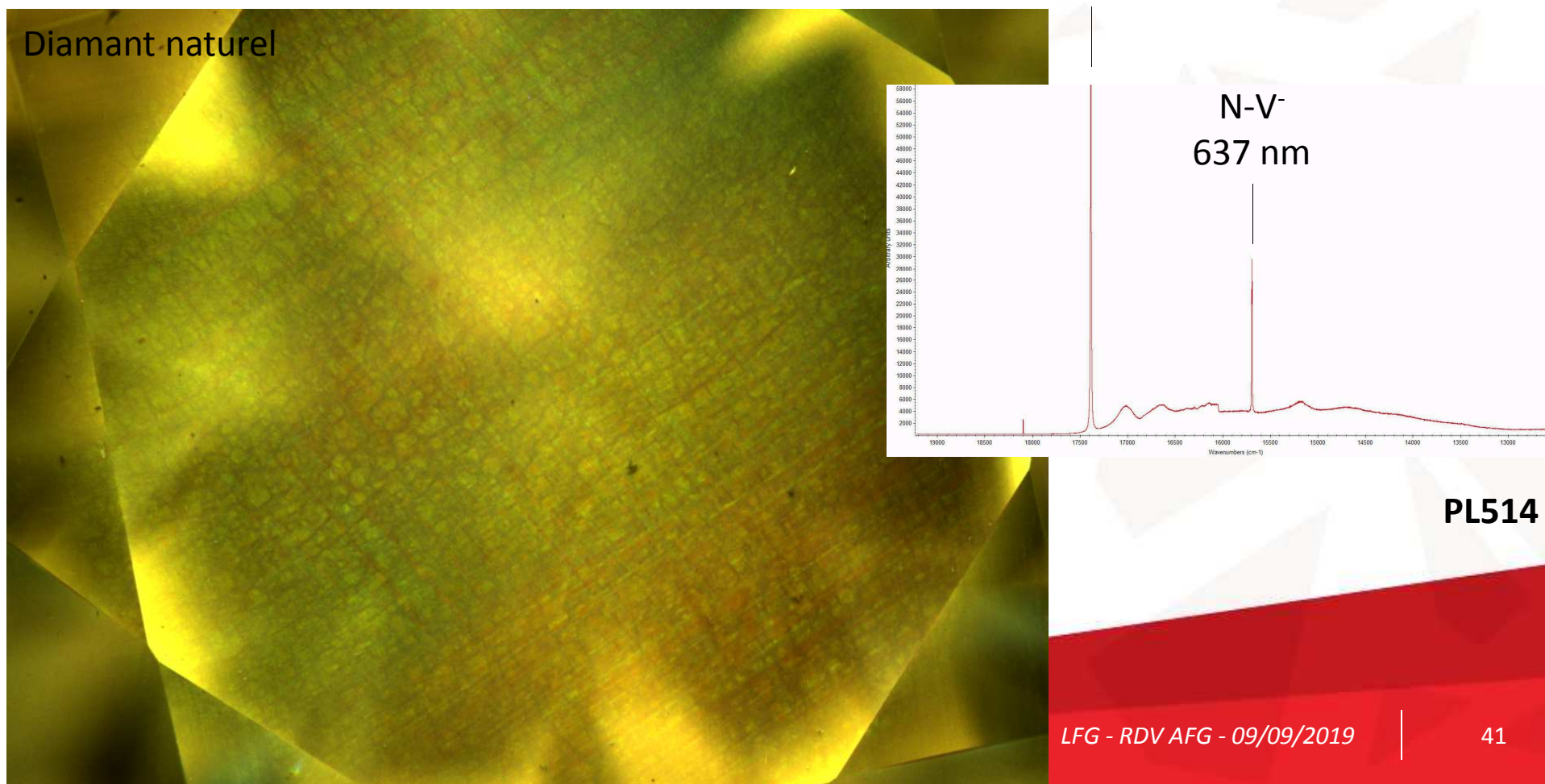
# Classification des couleurs d'émission

- ◆ Jaune vert : centres H3 plus N-V<sup>0</sup>



# Classification des couleurs d'émission

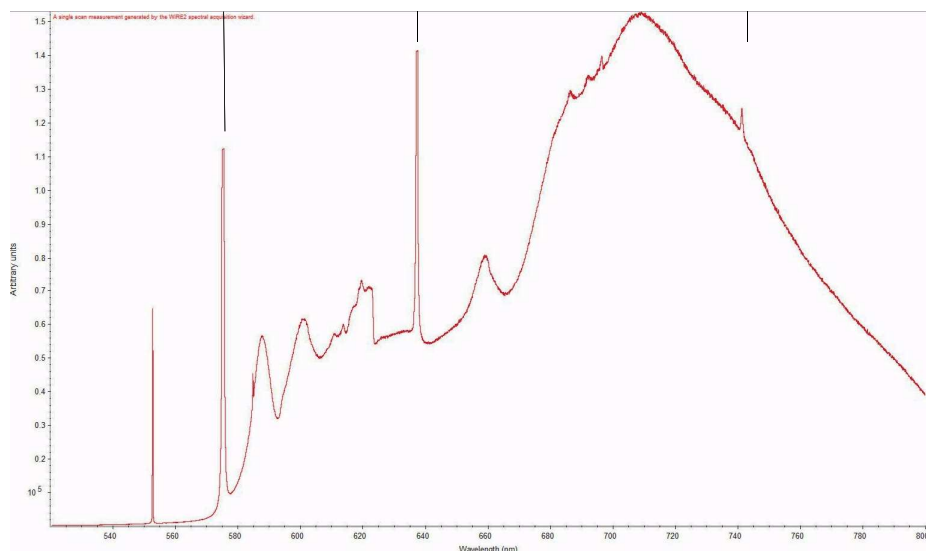
- ◆ Jaune orangé : liée au centres N-V avec probablement des centres H3



# Classification des couleurs d'émission

◆ Orange rouge : liée aux centres N-V

|                  |                  |        |
|------------------|------------------|--------|
| N-V <sup>0</sup> | N-V <sup>-</sup> | GR1    |
| 575 nm           | 637 nm           | 741 nm |



PL514



**LFG**  
**P A R I S**

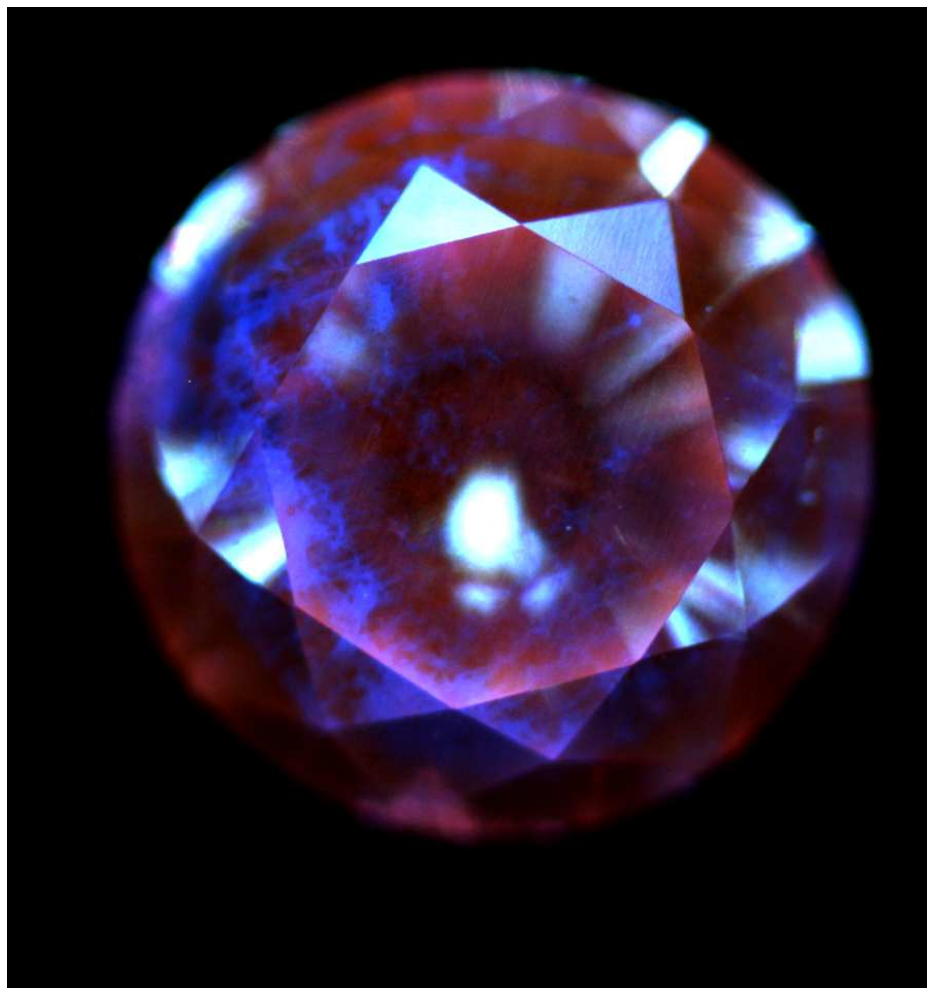
Laboratoire Français  
de Gemmologie

Diamant naturel



# Classification des couleurs d'émission

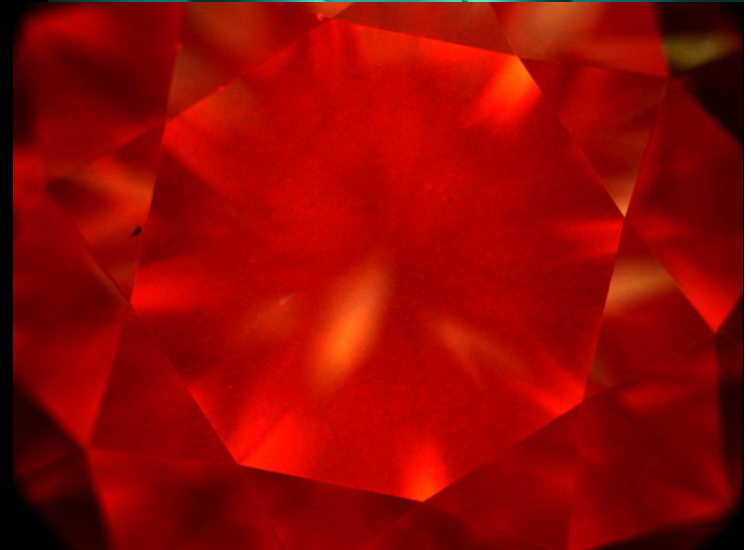
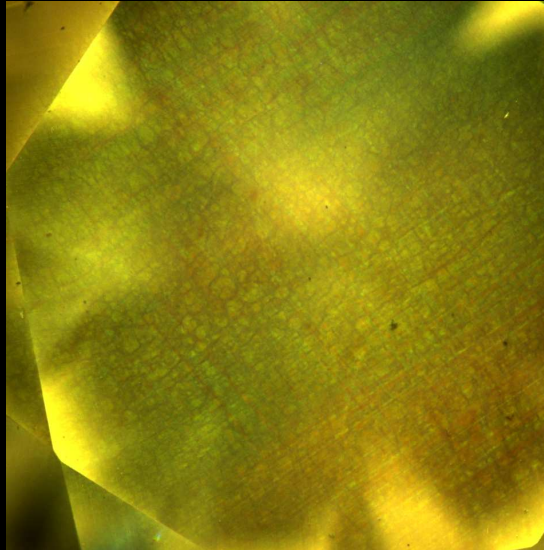
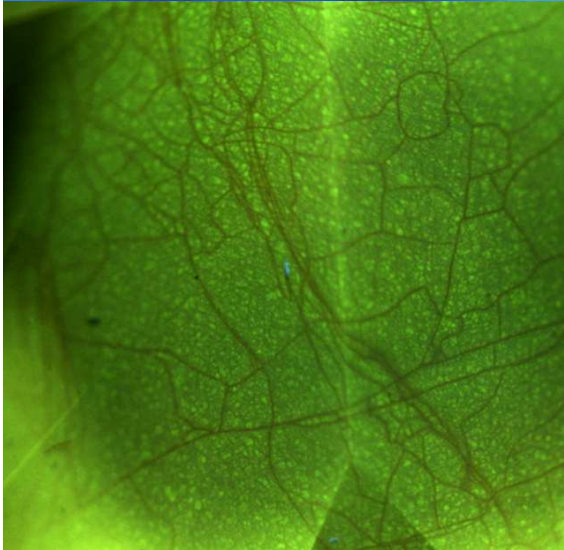
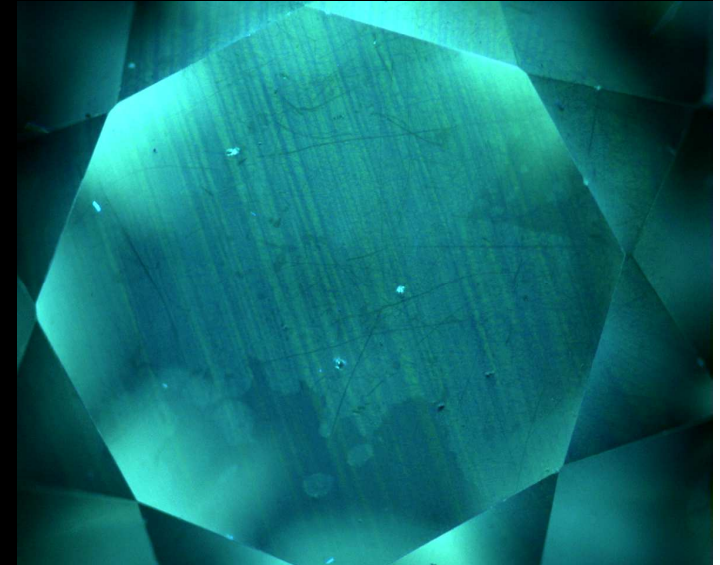
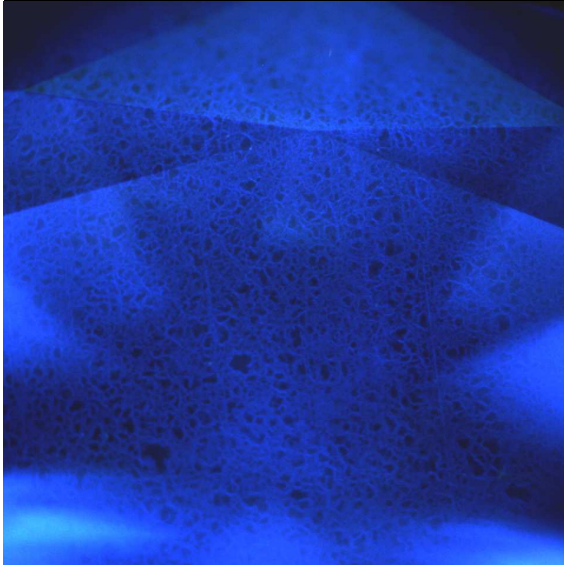
- ◆ Rouge : liée aux centres Si-V<sup>-</sup> dans les diamants synthétiques CVD



Diamant synthétique CVD

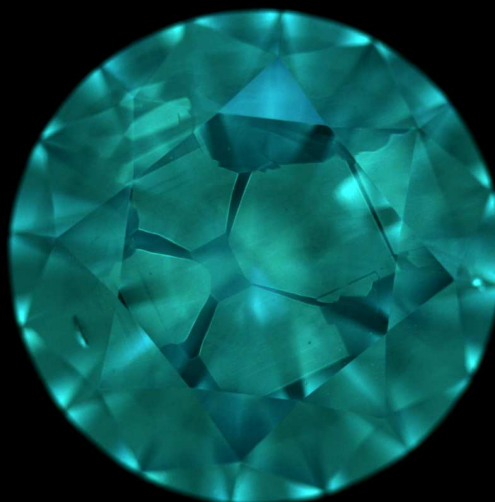
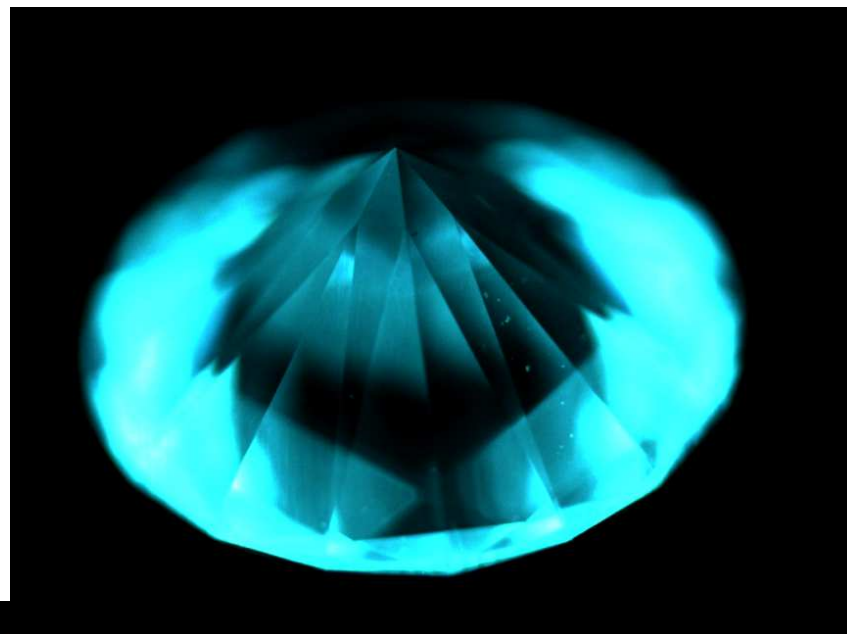
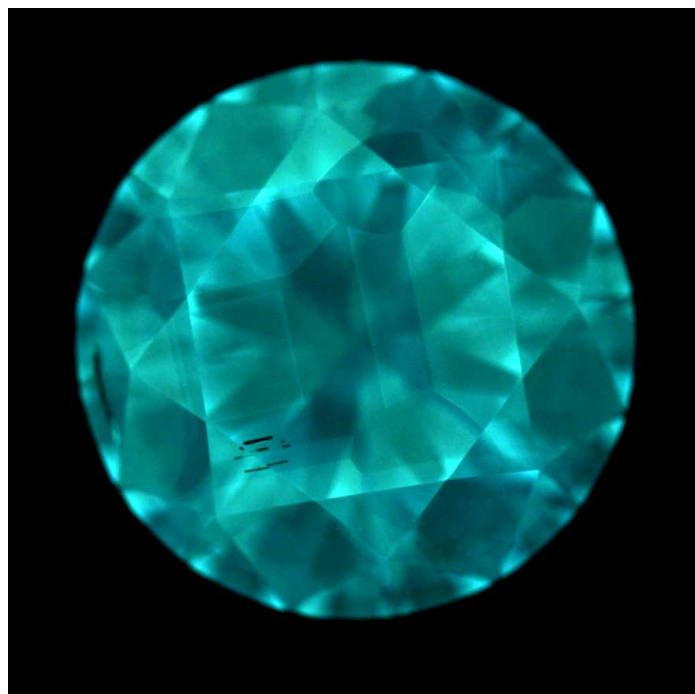


# Classification des couleurs d'émission



# Classification texturale : croissance

## ◆ Sectorisation : « classique »



**LFG**  
**PARIS**

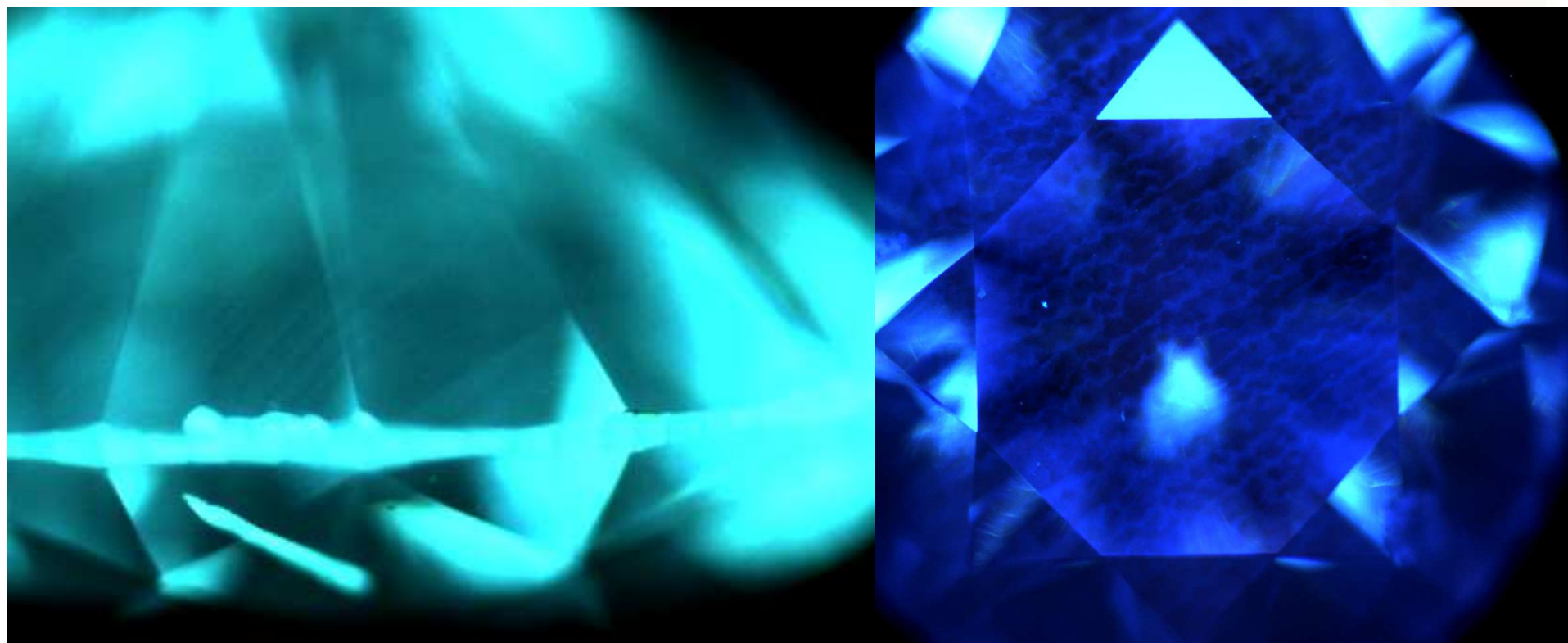
Laboratoire Français  
de Gemmologie

Diamants synthétiques HPHT



# Classification texturale : croissance

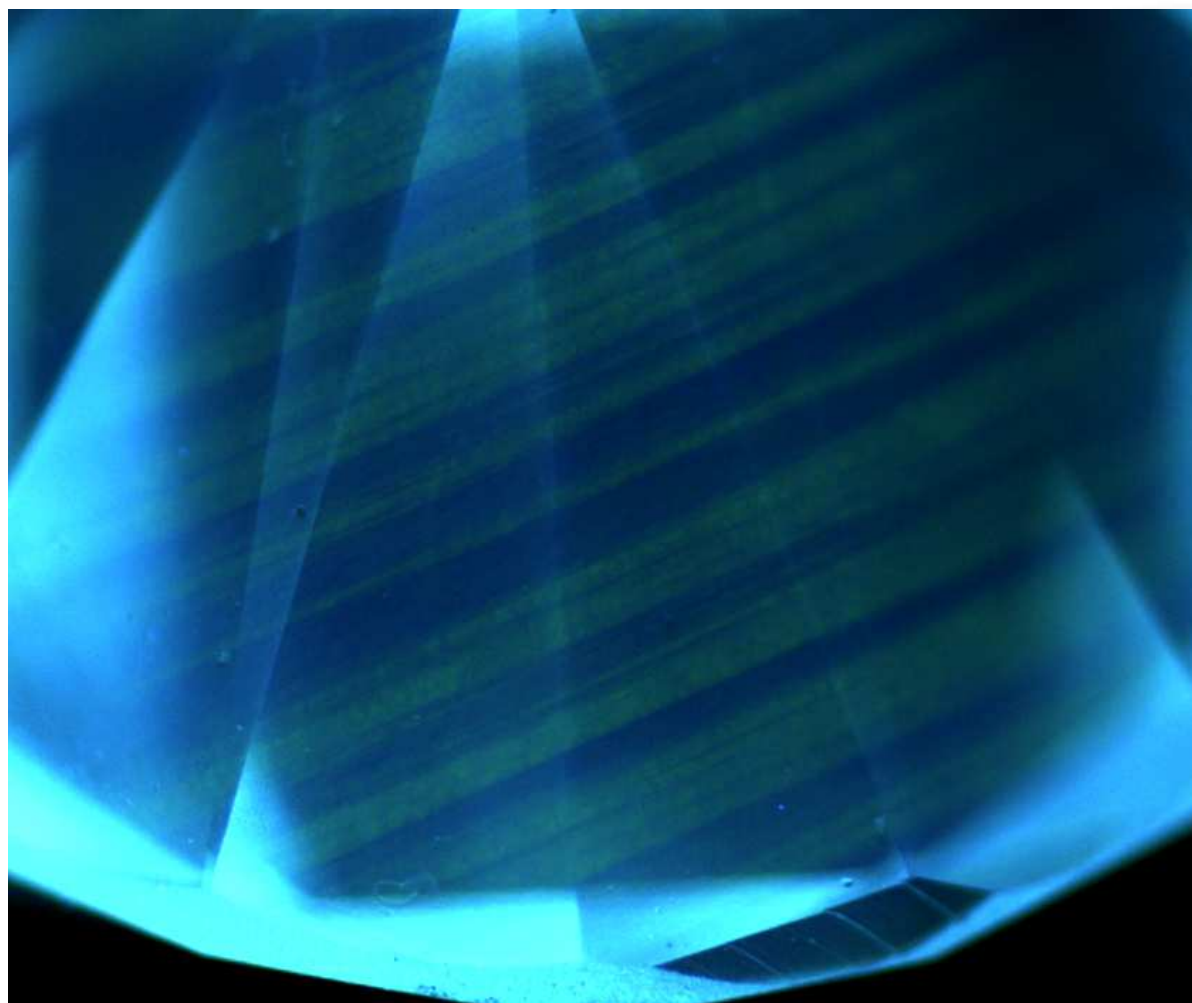
- ◆ Sectorisation : croissance progressive



# Classification texturale : croissance

## ◆ « Banding »

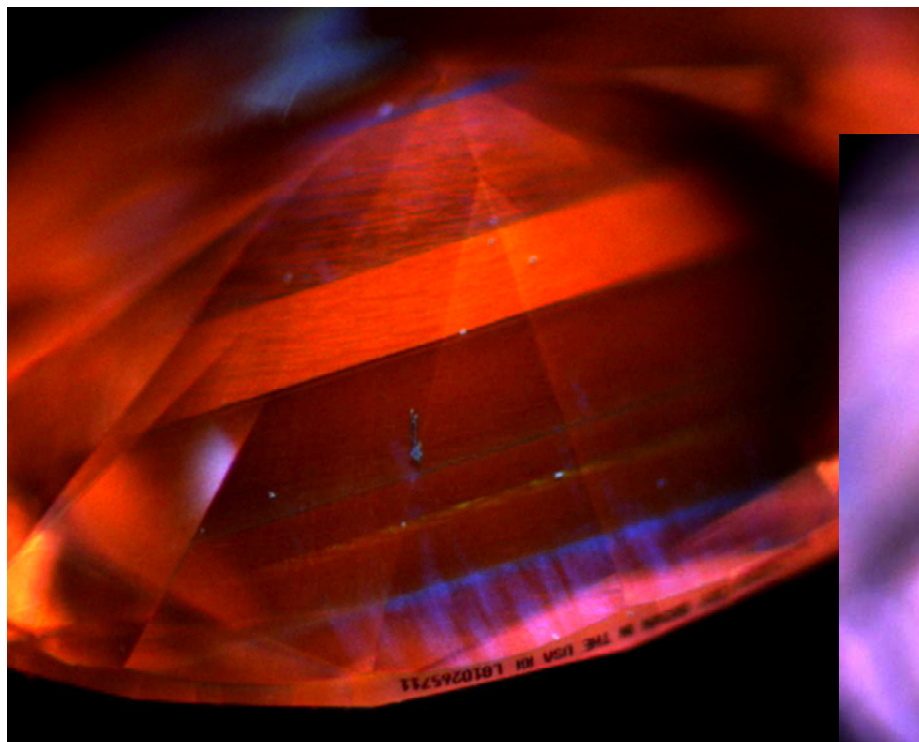
Diamant naturel



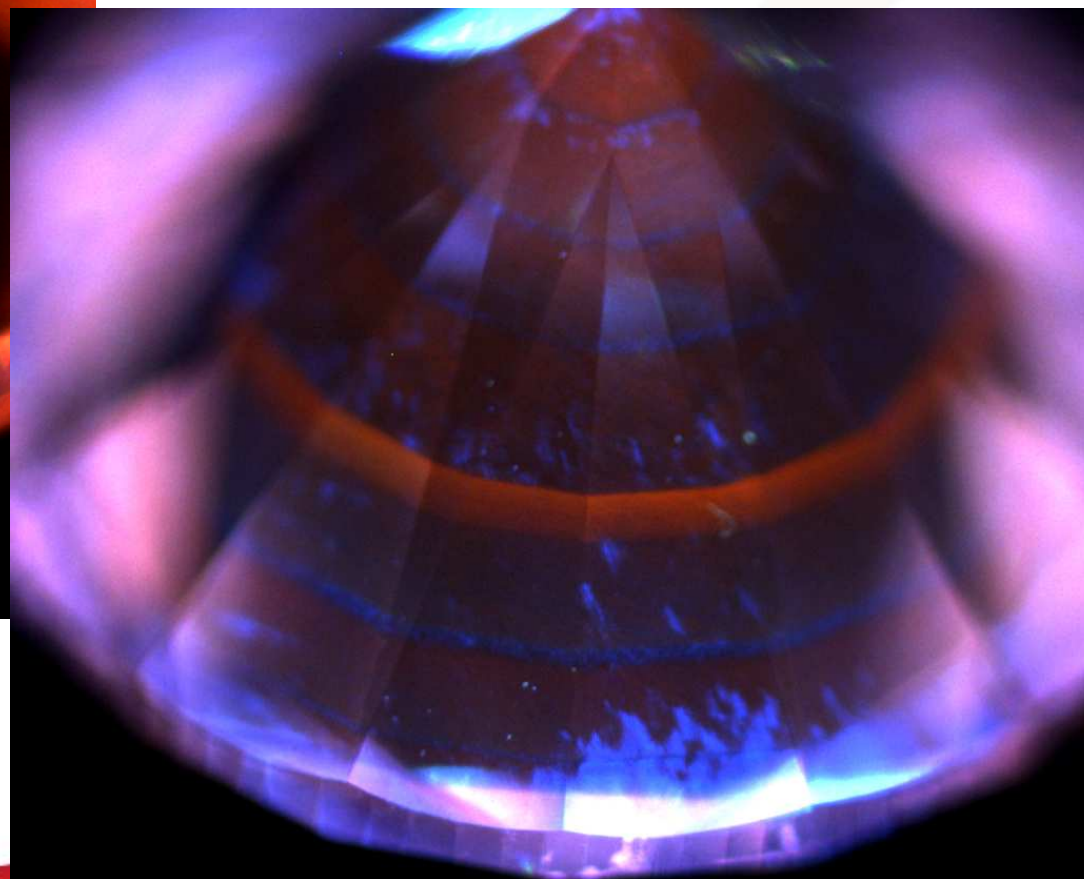


# Classification texturale : croissance

## ◆ Superposition



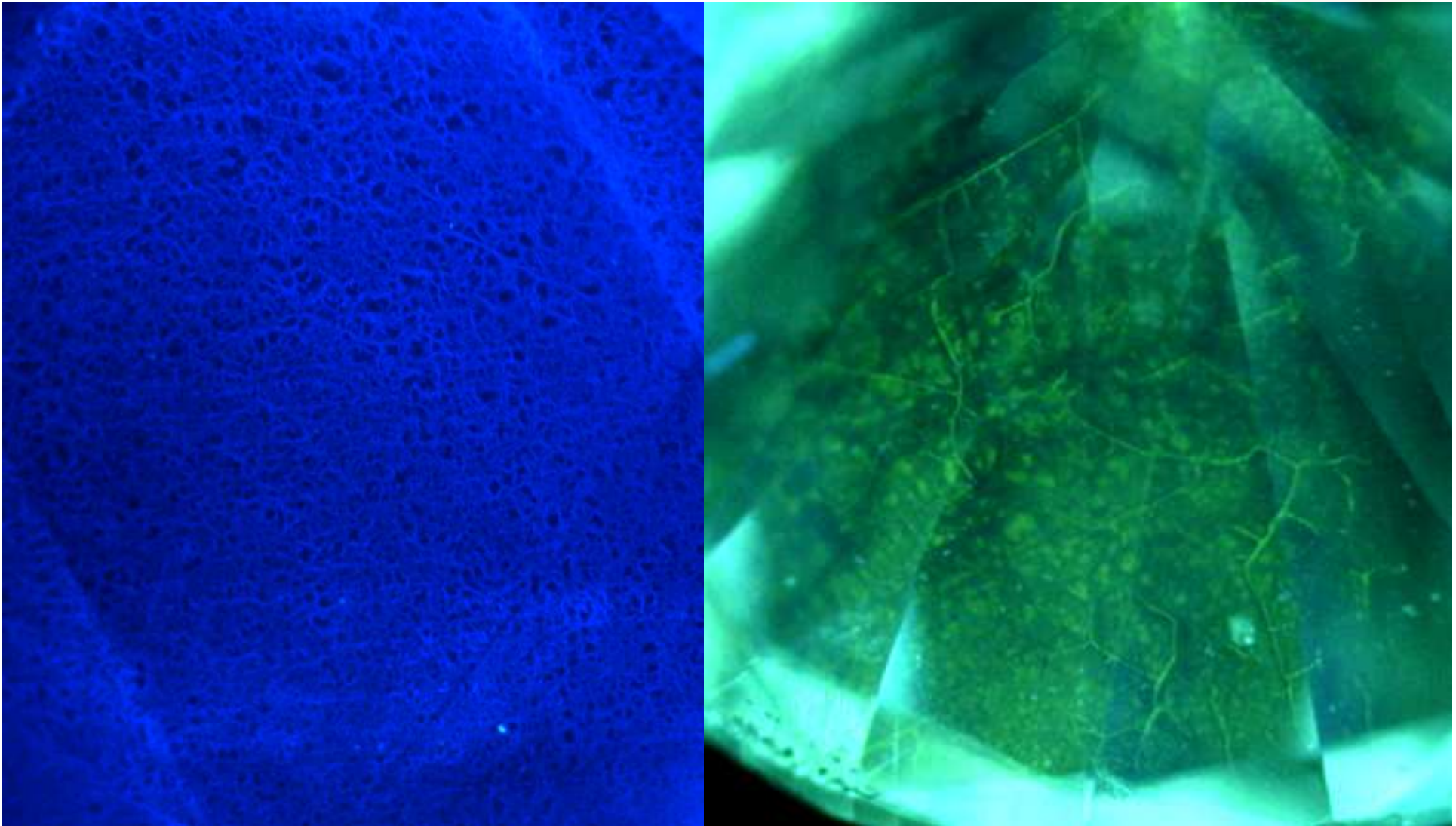
Diamants synthétiques CVD



# Classification texturale : déformation

- ◆ Réseau de dislocations polygonales

Diamants naturels





# Classification texturale : déformation

## ◆ Réseau de dislocations polygonales

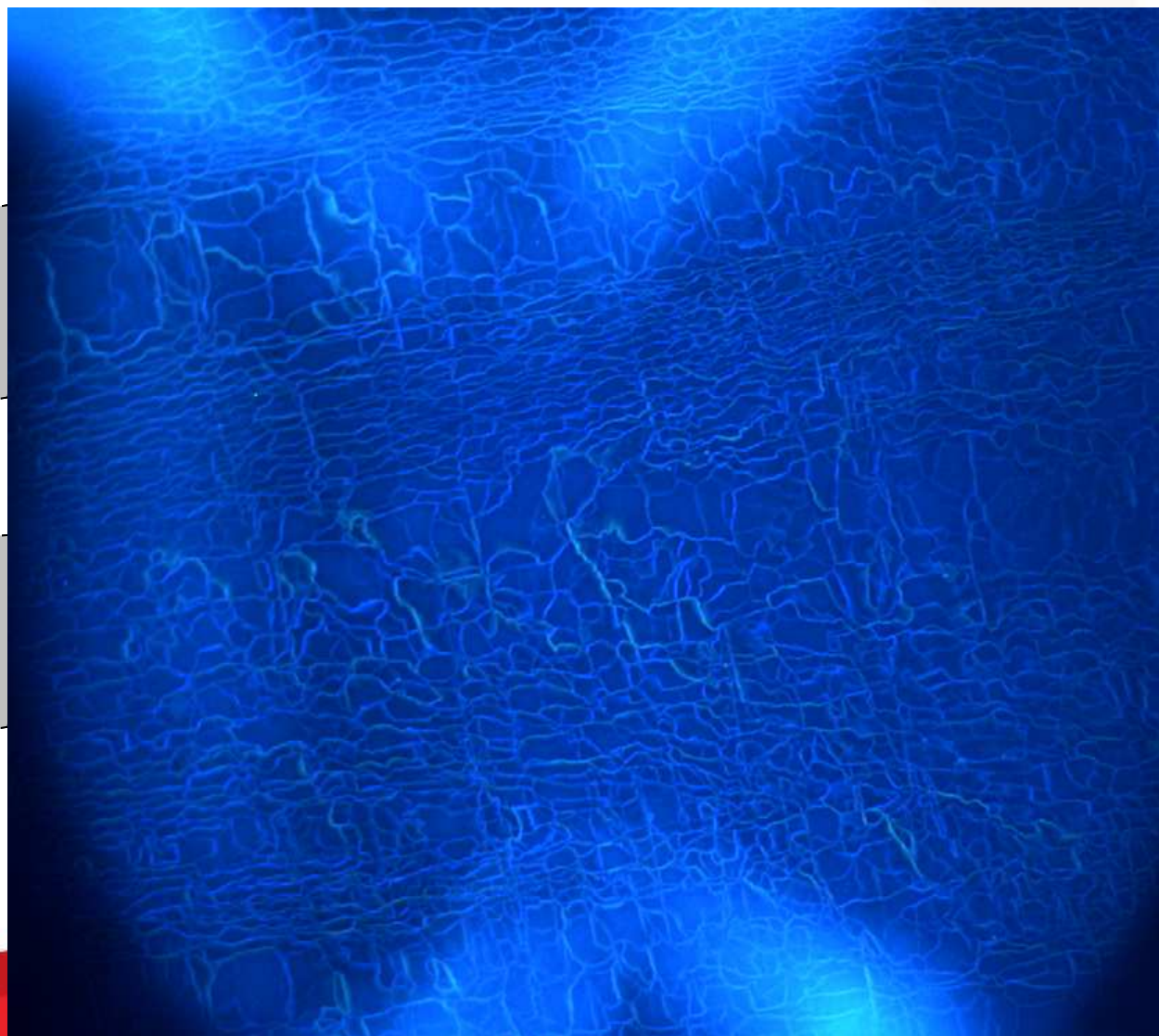
Diamant naturel

« Banding »



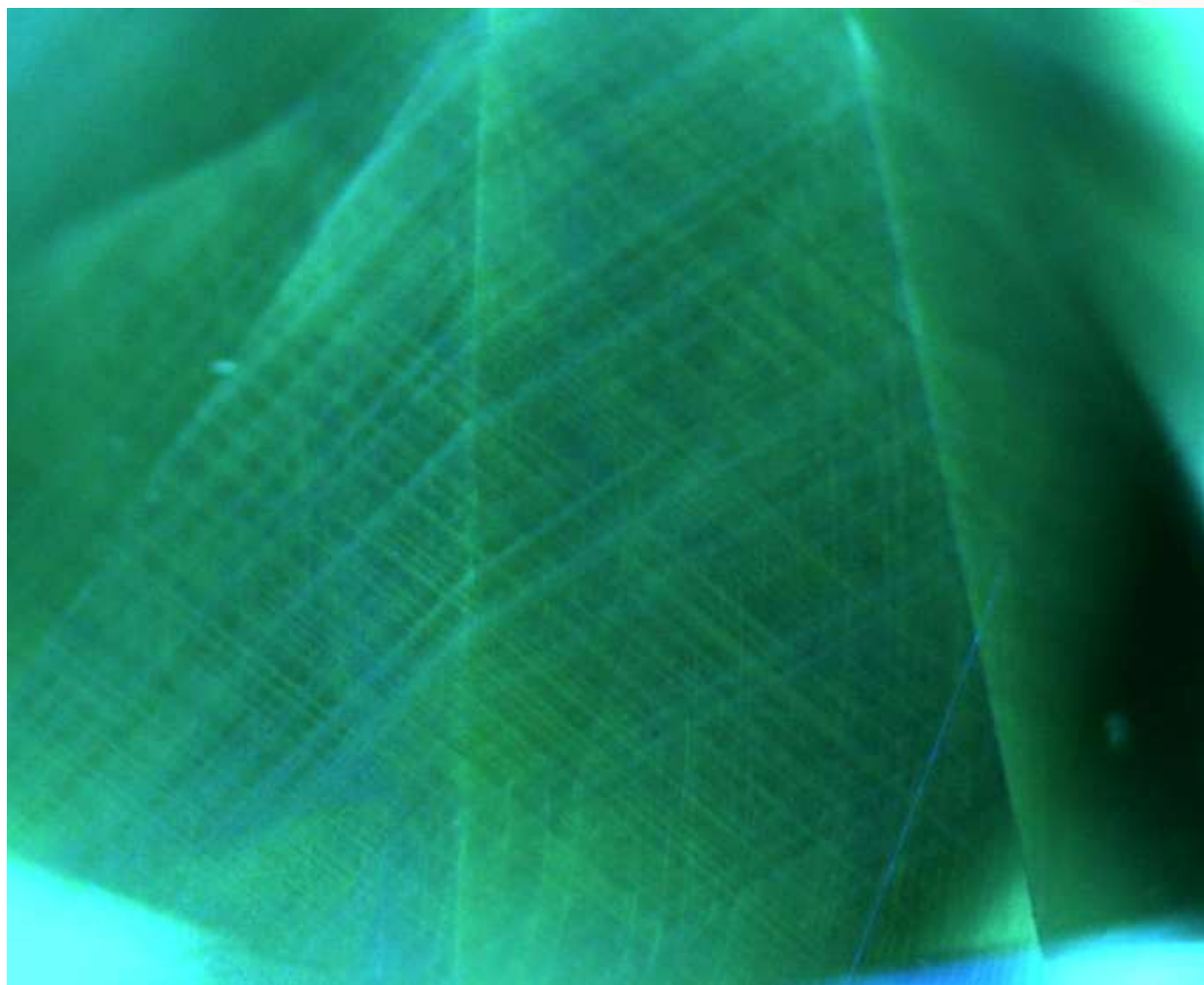
**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie



# Classification texturale : déformation

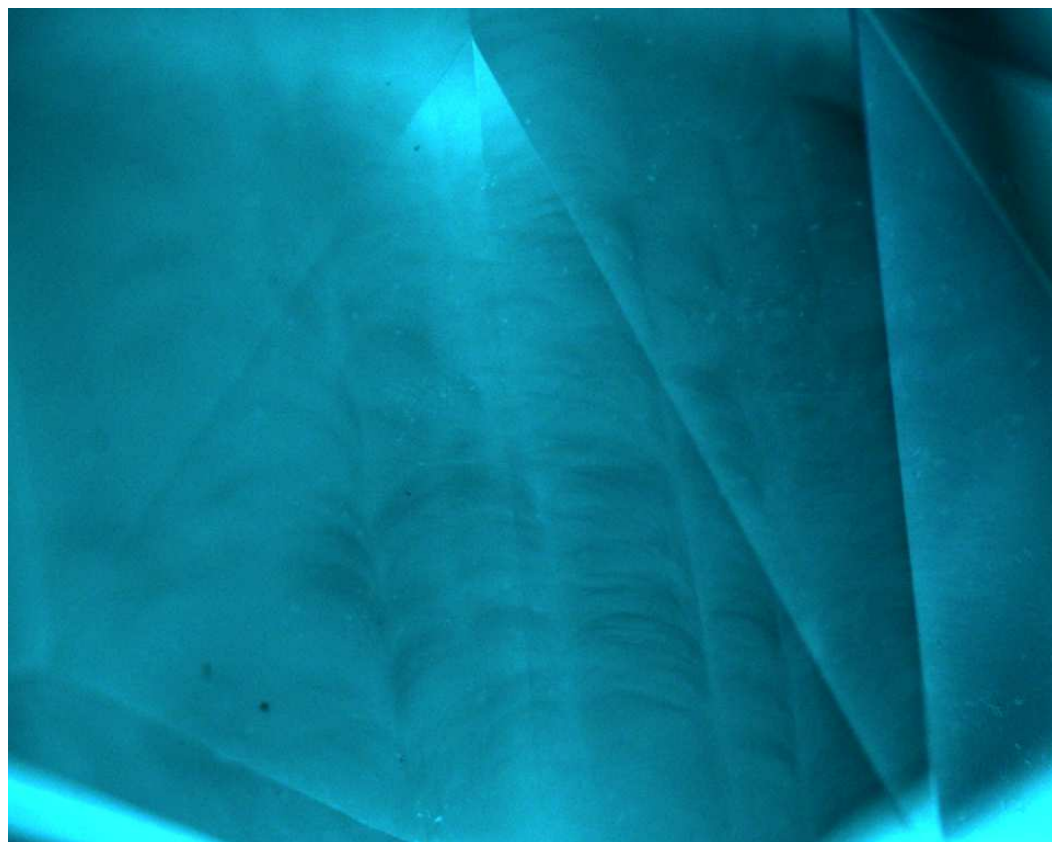
## ◆ Graining





# Classification texturale : déformation

- ◆ Motifs courbes, « plumes »



Diamant naturel

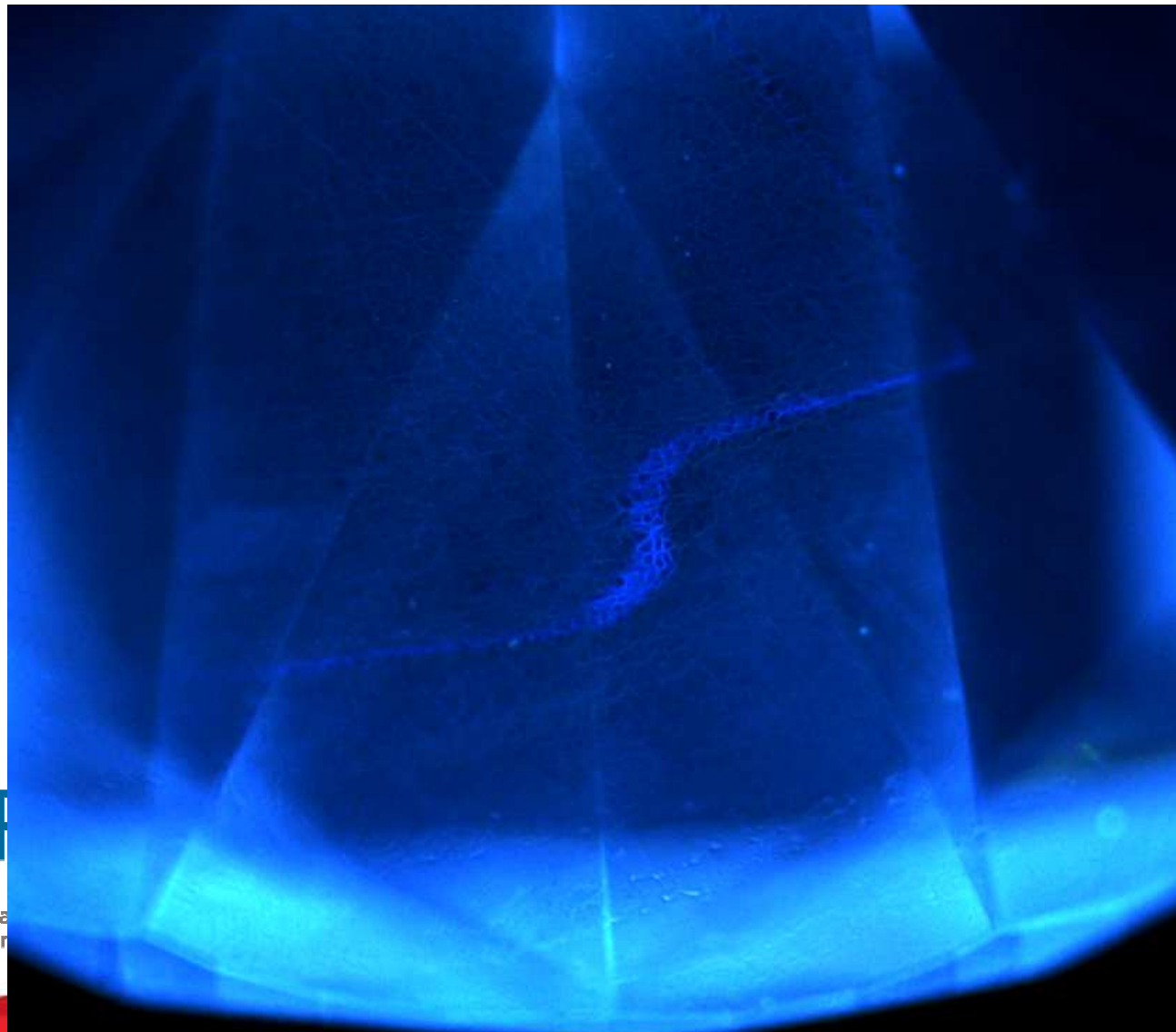


**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

# Classification texturale : déformation

- ◆ Motifs courbes, « banding déformé »

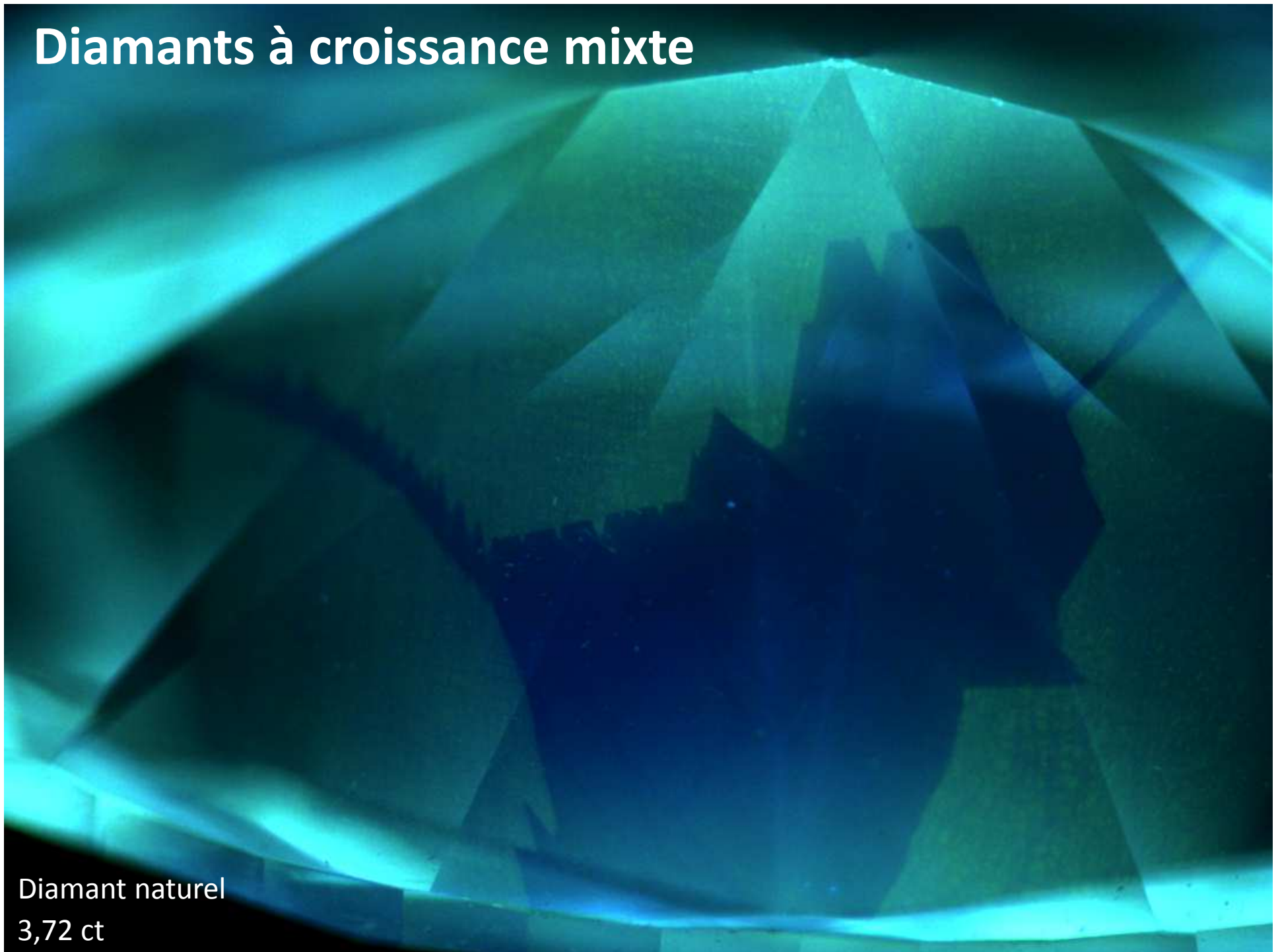


Diamant  
naturel



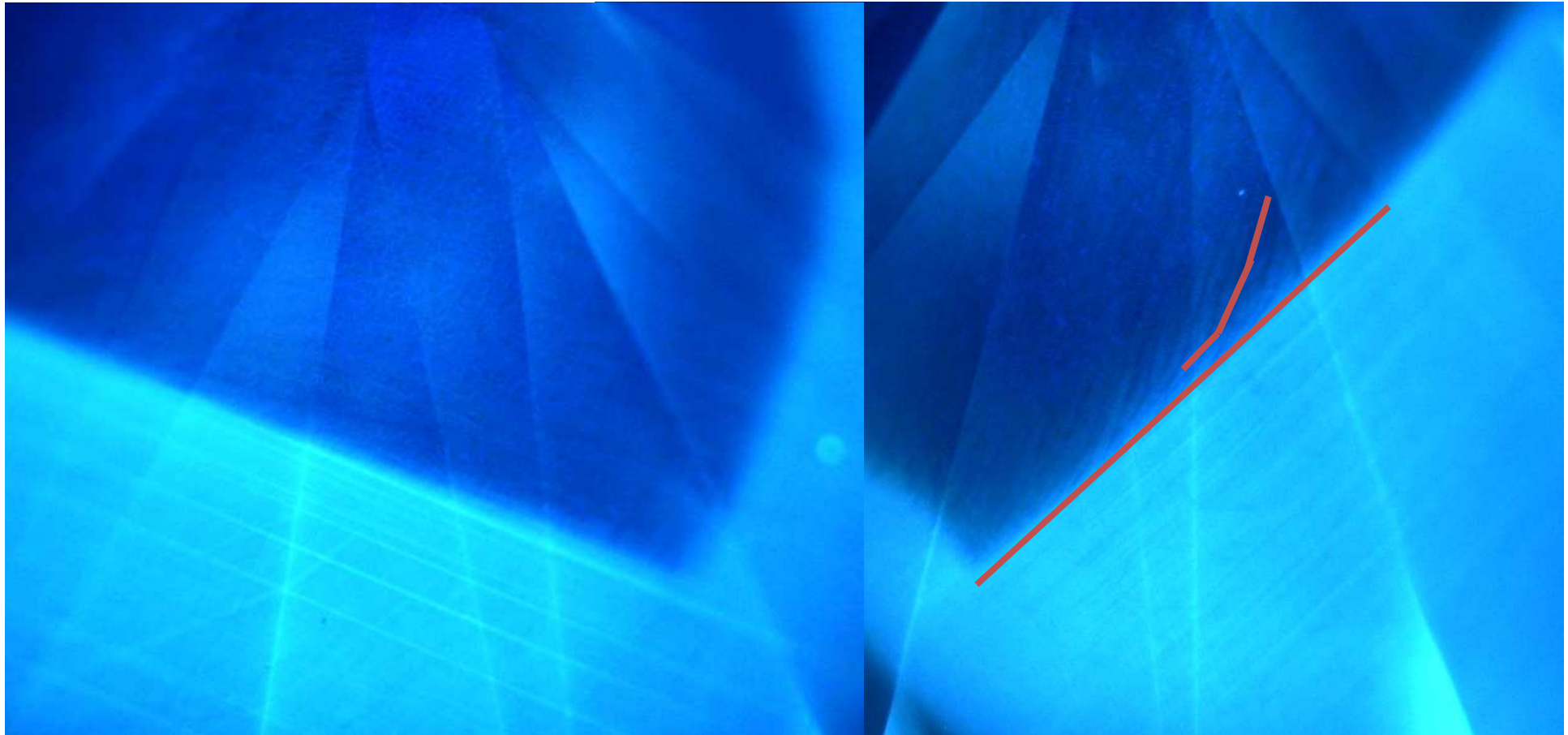
LP  
P A  
Labora  
de Ger

# Diamants à croissance mixte



Diamant naturel  
3,72 ct

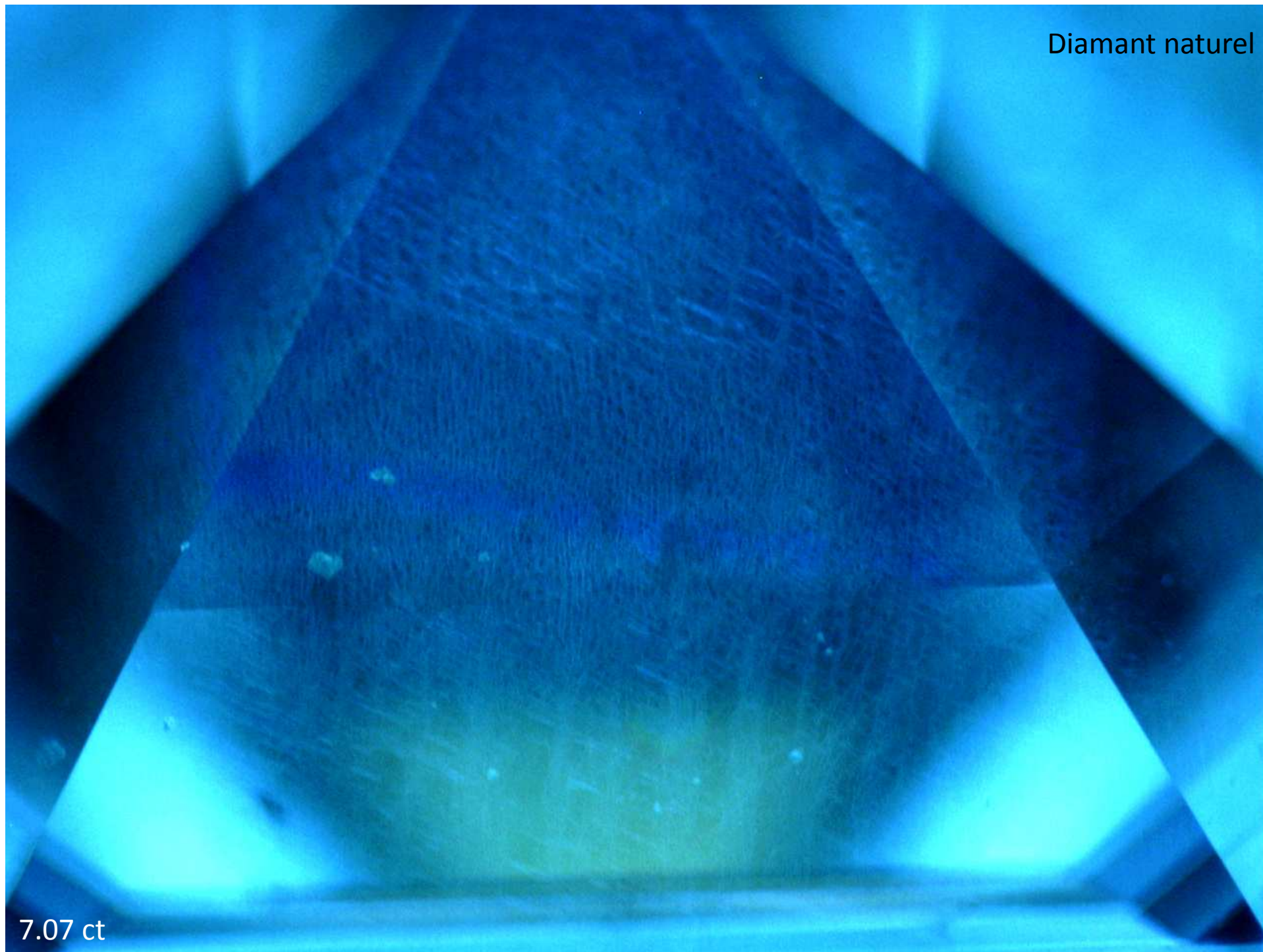
# Diamants de « plusieurs types »

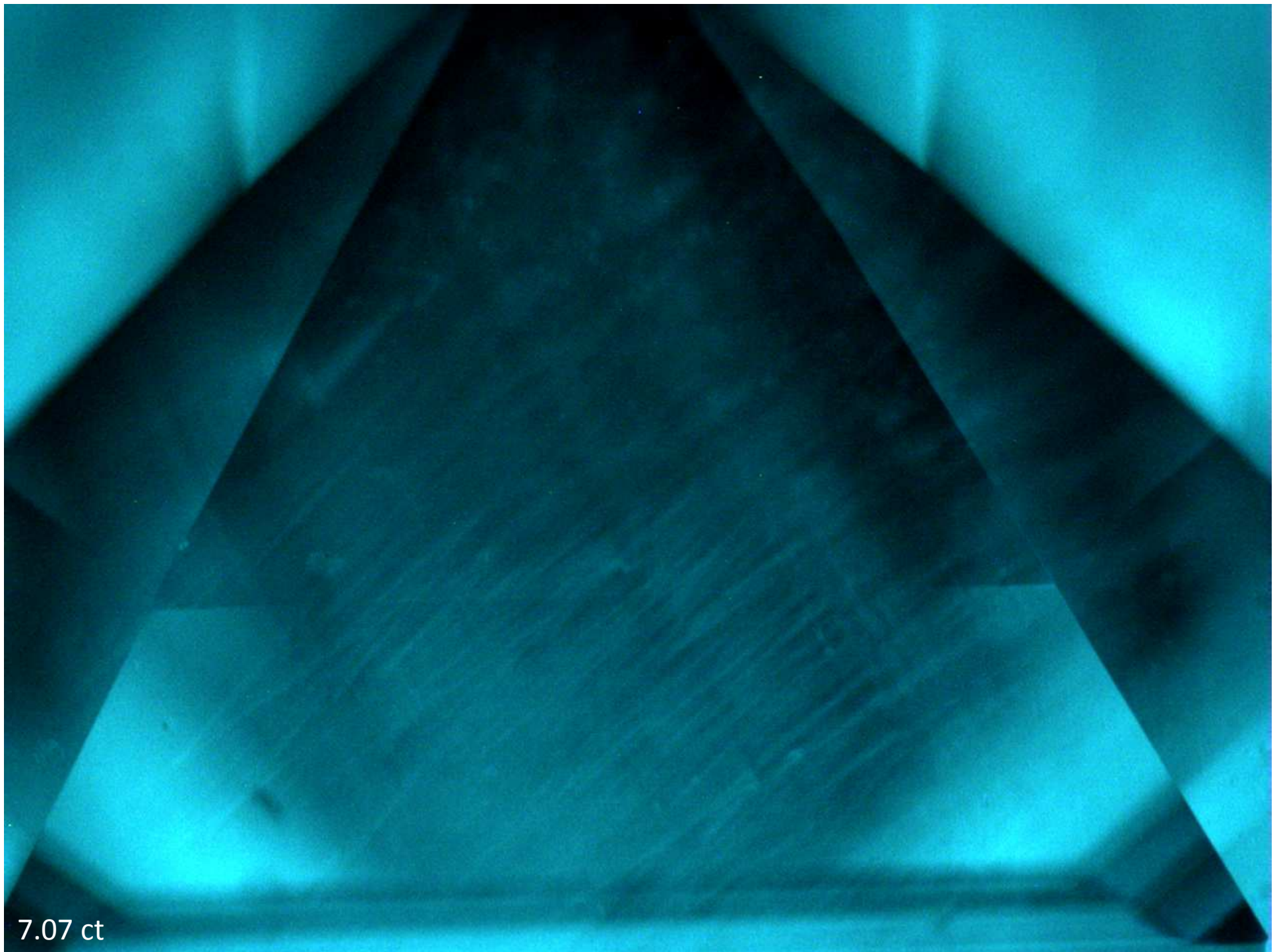




Diamant naturel

7.07 ct





7.07 ct



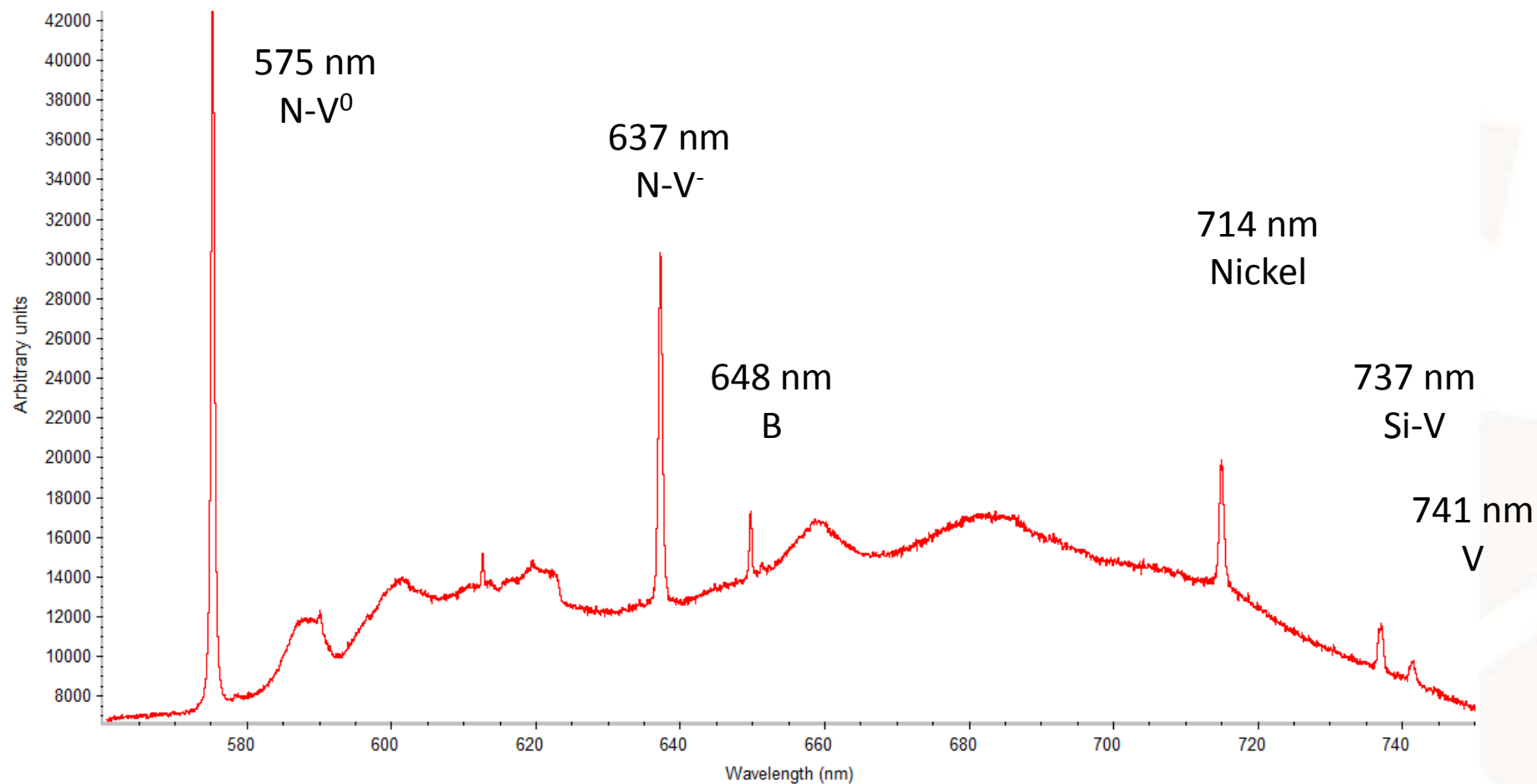
## 5<sup>ème</sup> étape : spectre de photoluminescence

- ◆ Spectrométrie de photoluminescence pour identifier des défauts permettant de distinguer les diamants synthétiques des diamants naturels et traités ou non

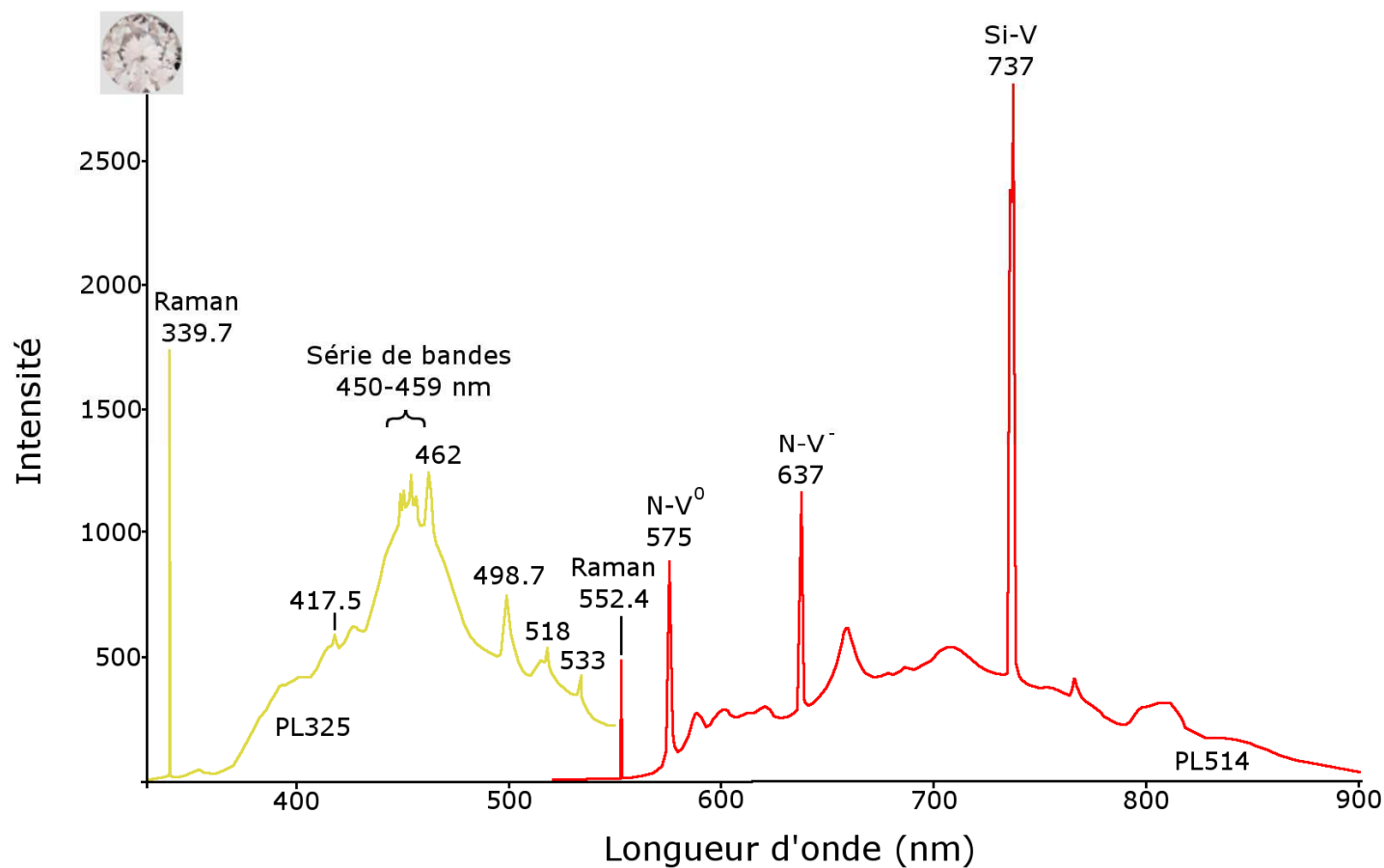




## 5<sup>ème</sup> étape : spectre de photoluminescence



## 5<sup>ème</sup> étape : spectre de photoluminescence



# Diamants traités HPHT

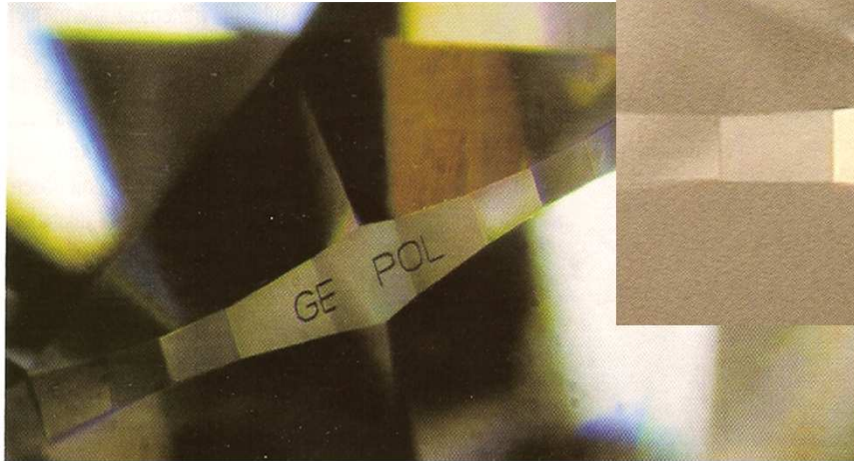
Température: 1500 à 2300°C / Pression: 60 à 70 kbars

But : amélioration de la couleur sur des diamants naturels ou synthétiques, bruts ou facettés (jusqu'à + 30 ct)



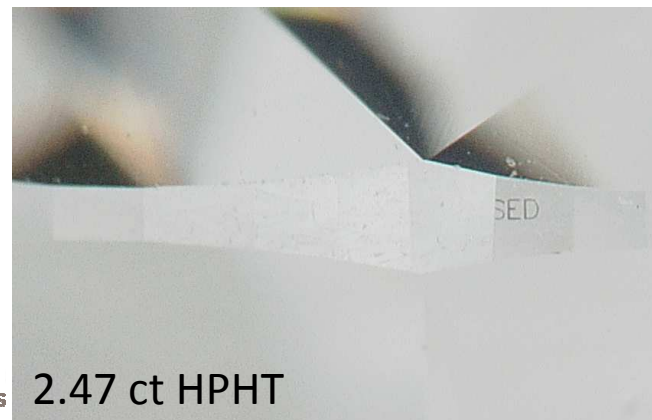


# Diamants traités HPHT

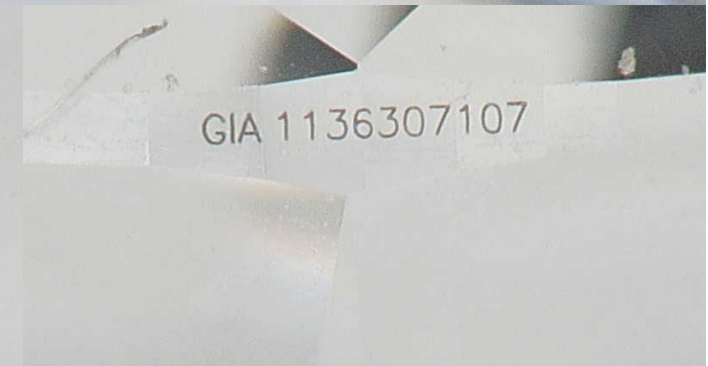


5.01 ct HPHT

Inscription au laser des diamants traités  
HP-HT, facilement « effaçable »



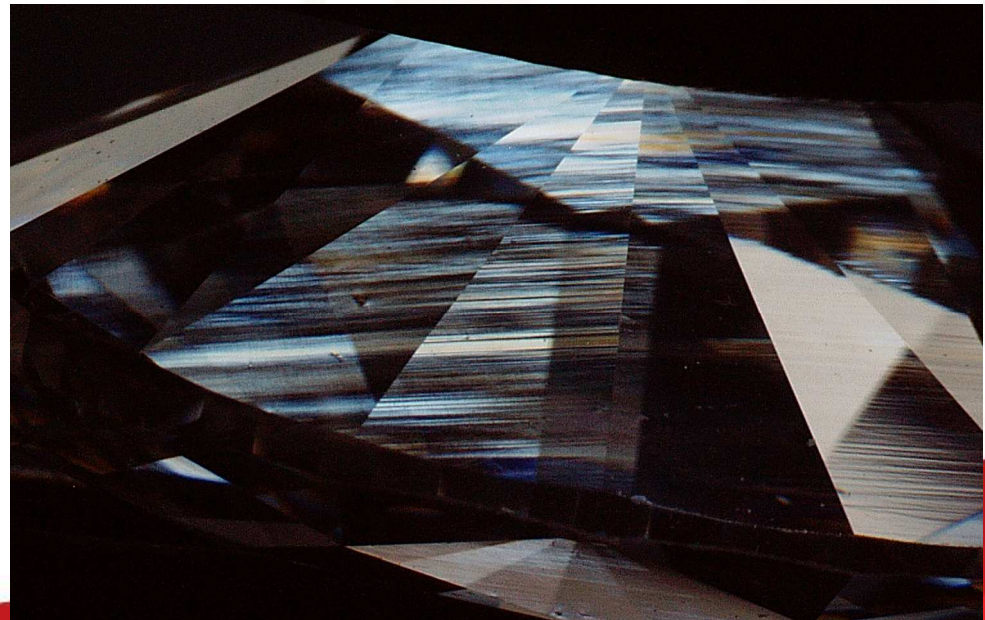
2.47 ct HPHT



# Diamants traités HPHT

Détection :

- inclusions **graphitées** (glaces, cristaux, etc.), fractures discoïdes autour d'inclusions, pas de présence de témoin de la forme du brut lisses
- souvent présence de graining fort visible entre polariseurs croisés

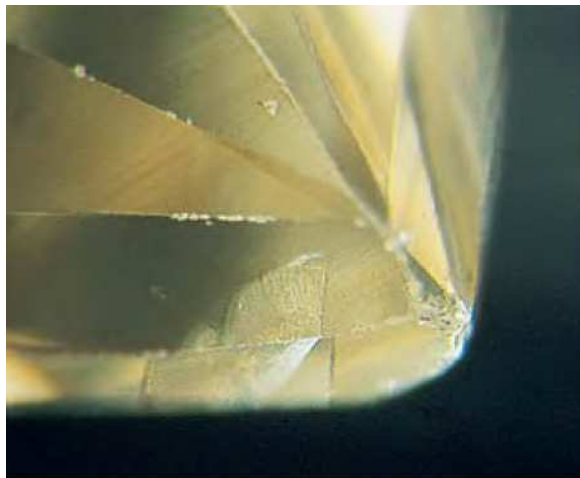


# Diamants traités

## ◆ Traitement HPHT

Graphitisation de surface. E. Fritsch.  
Revue de gemmologie AFG 141-142

Smith, 2000



**LFG**  
**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie



# Diamants traités

## ◆ Traitement HPHT

Pas de GR1 à 741 nm → fort potentiel traité HPHT

$637/575 > 2.8$  → HPHT

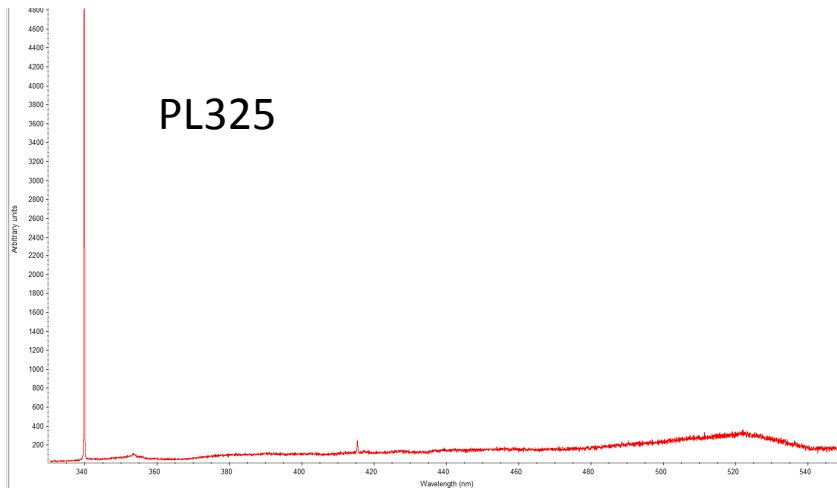
$637/575 < 1.6$  → pas HPHT

$\text{FWHM}_{637} < 0.45 \text{ nm}$  ( $11 \text{ cm}^{-1}$ ) → pas HPHT

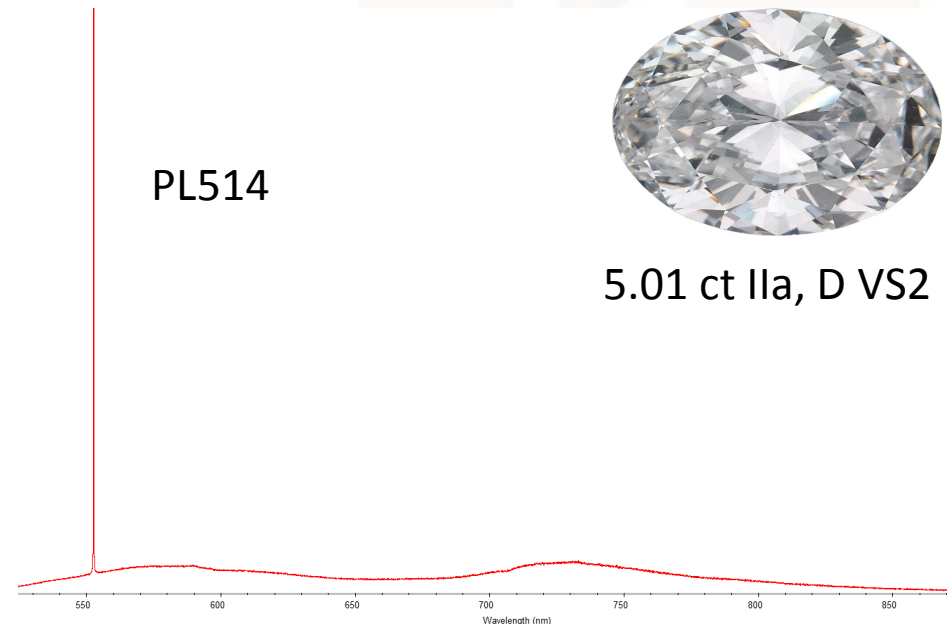
$\text{FWHM}_{637} > 0.53 \text{ nm}$  ( $15 \text{ cm}^{-1}$ ) → HPHT

$\text{FWHM}_{741} : 0.3\text{-}0.44$  rarement  $0.75 \text{ nm}$  → pas HPHT

$\text{FWHM}_{741} : 0.65\text{-}2.1 \text{ nm}$  → HPHT



Pas de 741 nm, pas de centres N-V,  
présence centre N3 à 415 nm



PL514



5.01 ct IIa, D VS2

# Conclusions

- ◆ Les diamants de type II sont recherchés à cause de leurs qualités indéniables mais vous avez pu voir aussi leur diversité importante.
- ◆ Ils sont très étudiés en laboratoire car il y a un risque de synthèse et de traitement important détectables qu'en laboratoire (« équipés »).
- ◆ Vous regarderez donc les diamants de type II de plus près...

**Merci de votre attention**

