

*Avez-vous dit: MINÉRAUX
FLUORESCENTS ???*

Roger Guay, Ph.D., microbiologiste

Conseiller spécial

Club de minéralogie de Montréal

*Avez-vous dit: MINÉRAUX
FLUORESCENTS ???*

*Ce document a été conçu avec un objectif
pédagogique bien défini auprès du grand public:*

Découvrir une propriété INÉDITE des minéraux:

*La propriété de luire dans l'obscurité sous
l'influence de la radiation ultra-violette !*

*Pourquoi donc s'intéresser aux phénomènes de **luminescence** ?*

- Parce que c'est un moyen éminemment visuel de rendre une partie des **sciences naturelles** attrayantes pour tous,
- Parce que les phénomènes de **luminescence** font partie de notre quotidien qu'on le veuille ou non !
- Parce que la **luminescence** de certains minéraux, entre autres, complète la minéralogie, la chimie, la physique et la cristallographie classiques parfois difficiles à ingérer et à digérer.

*Et...parce que le facteur **WOW** est très élevé !*

La FLUORESCENCE des MINÉRAUX

*La fluorescence des minéraux n'est qu'un parmi au moins une douzaine de phénomènes de luminescence qui sont très intéressants à connaître; **l'incandescence**, la **chimio**luminescence, la **bio**luminescence, **l'électro**luminescence, la **radio**luminescence, la **sono**luminescence, la **schrimpo**luminescence, la **cristallo**luminescence, la **tribo**luminescence, la **fluorescence***, la **phosphorescence***, la **ténébrescence***, la **thermo**luminescence*.*

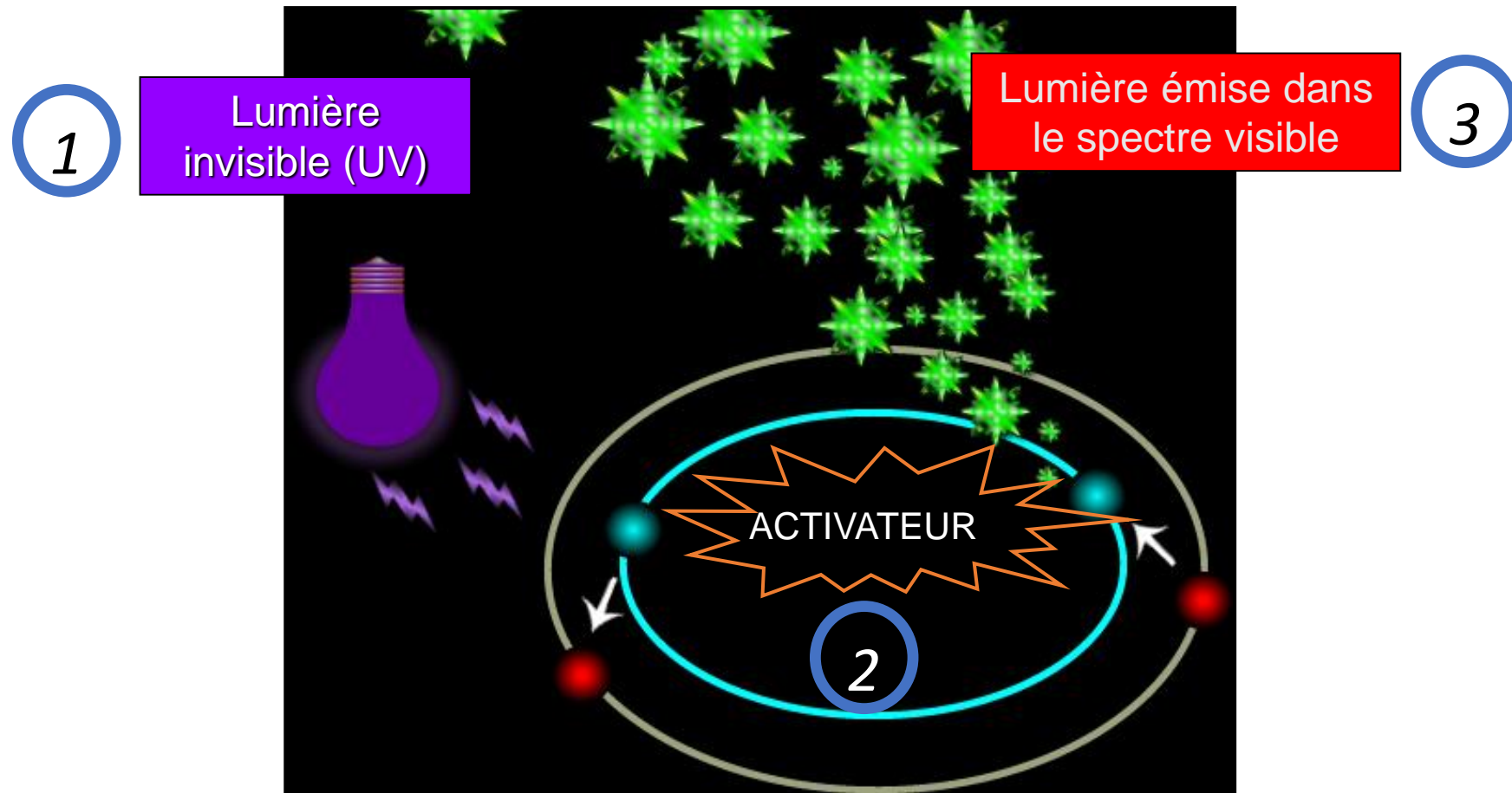
La LUMINESCENCE des MINÉRAUX

Les minéraux qui sont luminescents pendant leur exposition aux rayons ultraviolets (UV), aux rayons-X, aux rayons cathodiques invisibles, ainsi qu'à la lumière bleue de lampes puissantes, sont dits ***FLUORESCENTS.***

D'où vient la FLUORESCENCE des MINÉRAUX ?

Il y a dans la structure *INTIME* et *cristalline* des minéraux fluorescents des ACTIVATEURS qui sont des *ions métalliques* qui provoquent une activité lumineuse en **ABSORBANT** la radiation ultraviolette invisible à l'œil. Ils la convertissent alors en lumière visible en raison du mouvement très rapide et incessant des *électrons* de ces ions métalliques qui passent d'un état « **EXCITÉ** » à un état de « **REPOS** » [de 10^{-8} sec (*10 nanosecondes*) à 10^{-15} sec (*1 femptoseconde*)].

Voici schématiquement comment se produit le phénomène de fluorescence des minéraux



D'où vient le nom « **FLUORESCENCE** » ?

George Gabriel Stokes: « On the change of *refrangability* of light » *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 142: 463-562 (1852).

Dans une note de bas de page (p.479) il mentionne: « Je suis d'avis de désigner ce phénomène par un mot, *fluorescence*, à partir de l'appellation du minéral *fluorite*, tout comme l'expression analogue: *opalescence*, désignée du nom du minéral *opale*."

*Le MOT MAGIQUE est donc « **ACTIVATEUR** »*

Des exemples d'activateurs et des minéraux qui les renferment sont les suivants: l'ion manganèse (Mn^{2+}) (dans la **Calcite**, la **Wollastonite**, l'**Espérite**, la **Clinohédrite** ou la **Willémite**) et qui permet l'émission de la plupart des couleurs du spectre de la lumière visible; l'ion plomb (Pb^{2+}) (dans la **Margarosanite** et l'**Hydrozincite**) où la couleur émise est dans le bleu ou le jaune; l'ion chrome (Cr^{3+}) (dans le **Rubis** et la **Spinelle**) est responsable de la couleur rouge; l'ion ferrique (Fe^{3+}) (dans l'**Axinite** et les **Feldspaths**) aussi responsable des rouges: l'ion bivalent de l'euprasiolite (Eu^{2+}), qui remplace le calcium dans la **Fluorite**, l'**Apatite** et certains **Feldspaths**, en donnant plusieurs couleurs mais plus fréquemment le bleu.

*Le MOT MAGIQUE est donc « **ACTIVATEUR** »*

L'ion **europium** (Eu^{3+}), à une valence plus élevée est responsable de la couleur rose ou rouge de l'**Apatite**, de l'**Agrellite** et de la **Pectolite**; l'ion **uranyle** (UO_2^{2+}), (un activateur intrinsèque de l'**Autunite** et de l'**Andersonite** et une impureté dans le cas de l'**Opale** hyaline, de la **Chalcédoine** et de l'**Adamite**) provoque l'apparition d'une coloration verte. Le dimère (**S-S**) dans l'**Hackmanite** (variété de **Sodalite**), la **Scapolite** et la **Tugtupite**), produit une coloration rouge ou jaune et orangée.

Le RAYONNEMENT ULTRAVIOLET et la FLUORESCENCE

Les minéraux absorbent différemment la lumière ultraviolette à des longueurs d'onde données [ex. : UV courts (*UV-C ~ 254 nm*), UV intermédiaires (*UV-B ~ 312 nm*) et UV longs (*UV-A ~ 368 nm*)]. Certains ne sont fluorescents que lorsque soumis aux UV courts, d'autres ne sont fluorescents que lorsqu'ils sont soumis aux UV longs ou intermédiaires. Enfin certains réagissent aux deux (UV-A ou UV-B et UV-C).

[nm = nanomètre = 10^{-9} m]

La couleur de la lumière émise varie considérablement *suivant la longueur d'onde absorbée, le type et la puissance de la source qui émet le rayonnement UV et le type d'ion activateur.*

Le spectre des couleurs

SPECTRUM

INFRARED

ULTRAVIOLET

700nm

650nm

600nm

550nm

500nm

450nm

400nm

Lumière invisible

FLUORESCENCE vs PHOSPHORESCENCE

La *fluorescence* des minéraux est une émission de lumière qui **cesse immédiatement** dès que l'on supprime l'irradiation ultraviolette.

La *phosphorescence* des minéraux est une émission de lumière qui **se prolonge au-delà** de la suppression de l'irradiation ultraviolette.

PHOSPHORESCENCE de la SÉLÉNITE

[Sélénite = Gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)]

Red River Floodway, Winnipeg, Canada
(Canal de dérivation de la Rivière Rouge)

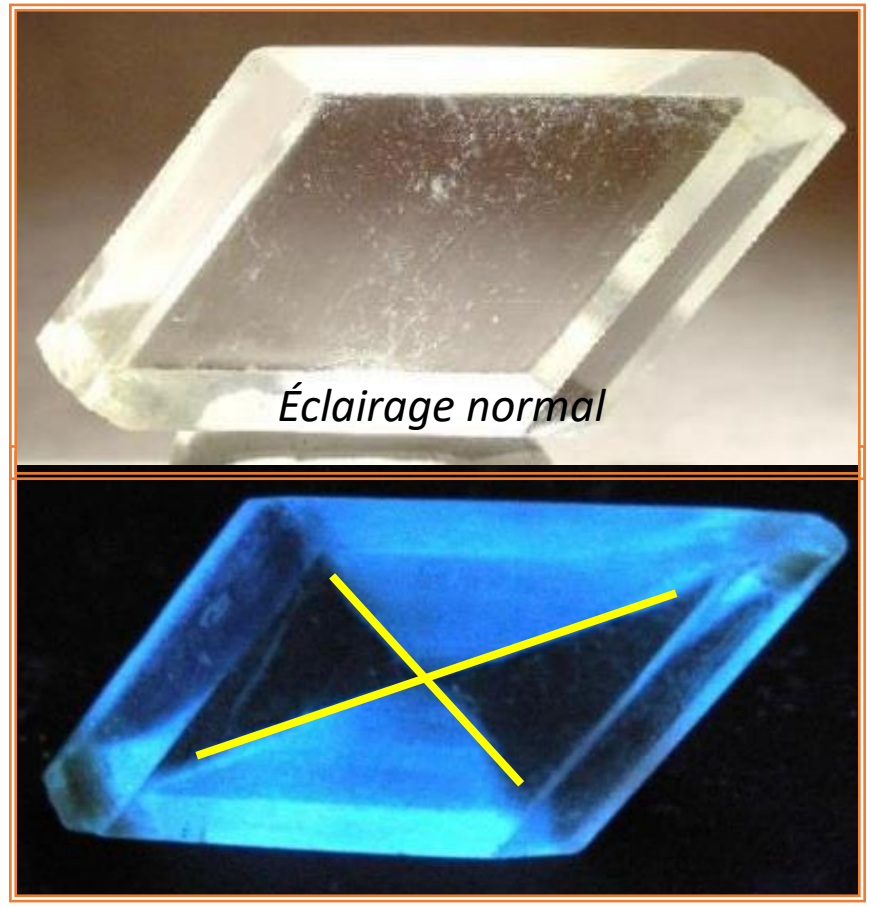


Photos: Christian Autotte

Collection Roger Guay

GYPSE: FLUORESCENCE du « FANTÔME du SABLIER » (Hourglass Phantom)

Collection: Roger Guay



Éclairage normal

Sélénite (Ultra-Violet 254nm)

Photos Christian Autotte



La PHOSPHORESCENCE CHIMIQUE

Contrairement à la phosphorescence minérale, celle qu'on appelle chimique résulte d'un savant mélange de sulfure de zinc (ZnS), du sulfure de cadmium (CdS) et 5 ppm d'un activateur cuivrique.

C'est le « *phosphor GS* » qu'on retrouve habituellement dans des jouets et objets qui luisent dans le noir. Les « *phosphors* » inorganiques incluent des nitrures et hydrures de métaux et de terres rares. La durée de l'émission de lumière varie de 1 à 10 heures.



ppm = parties par million

La TÉNÉBRESCE (Photochromie)

Au début du 19^{ème} siècle, on a remarqué que plusieurs échantillons de *Sodalite* ($\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$) nouvellement extraite au Groenland avaient une coloration rosée. Cette coloration se dissipait rapidement lorsque la pierre était exposée au soleil et lorsque replacée à l'obscurité, la sodalite retrouvait sa coloration rose.

Les minéraux qui manifestent ce type de modification de couleur aussi appelée *photochromie* sont appelés « *ténébrescents* », mot dérivé du latin qui veut dire obscurité.

Minerai de zinc provenant de la Mine Sterling-Hill (Ogdensburgh, N.J., USA

La Clinohédrite

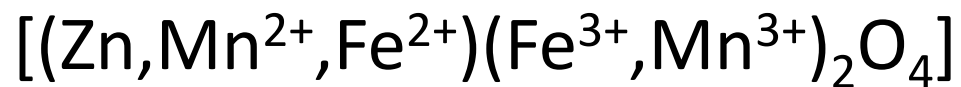


L'Hardystonite ($\text{Ca}_2\text{ZnSi}_2\text{O}_7$),

La Calcite (CaCO_3),

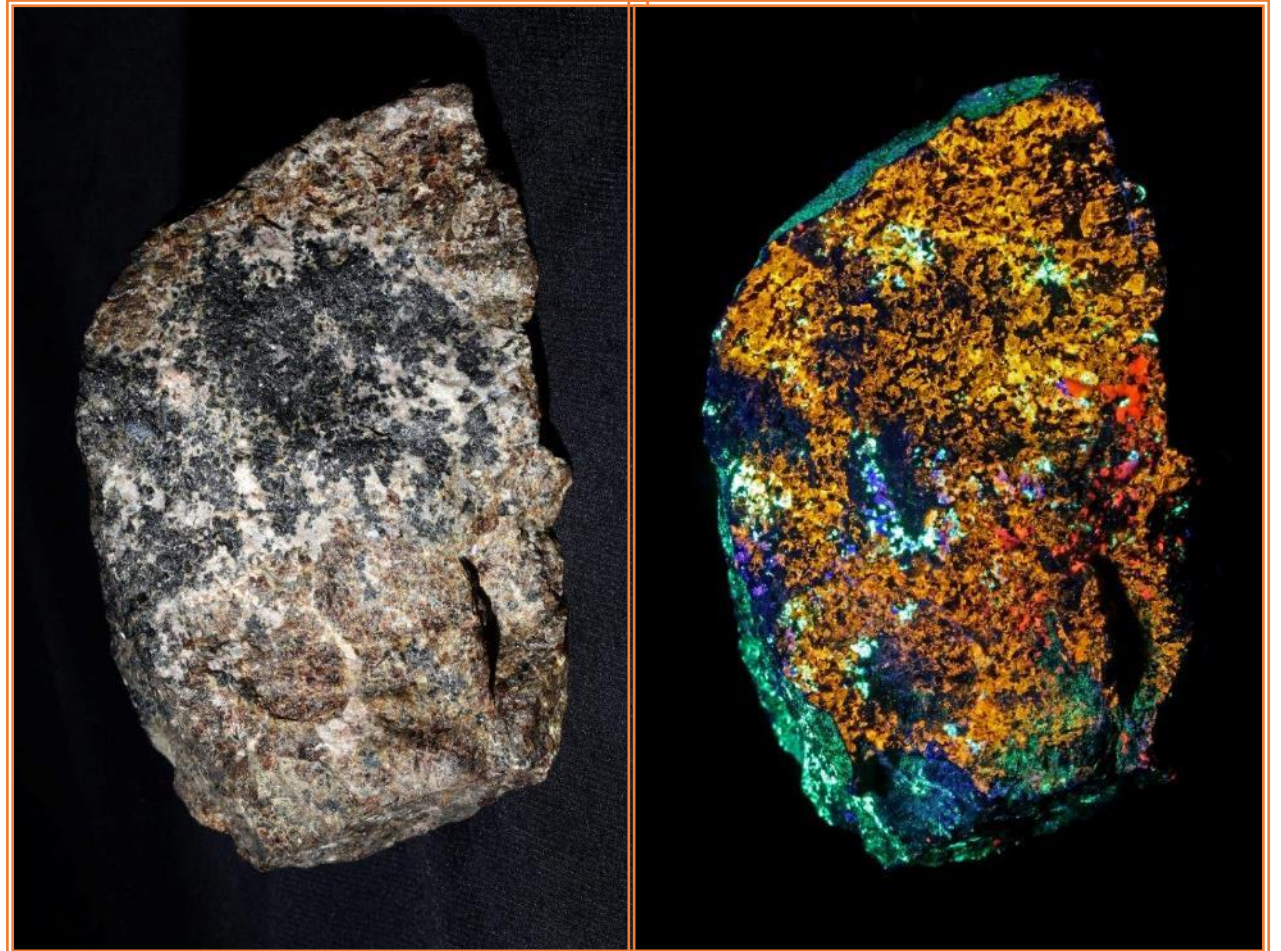
La Willémite (Zn_2SiO_4)

et la Franklinite



(non fluorescente).

Collection Roger Guay



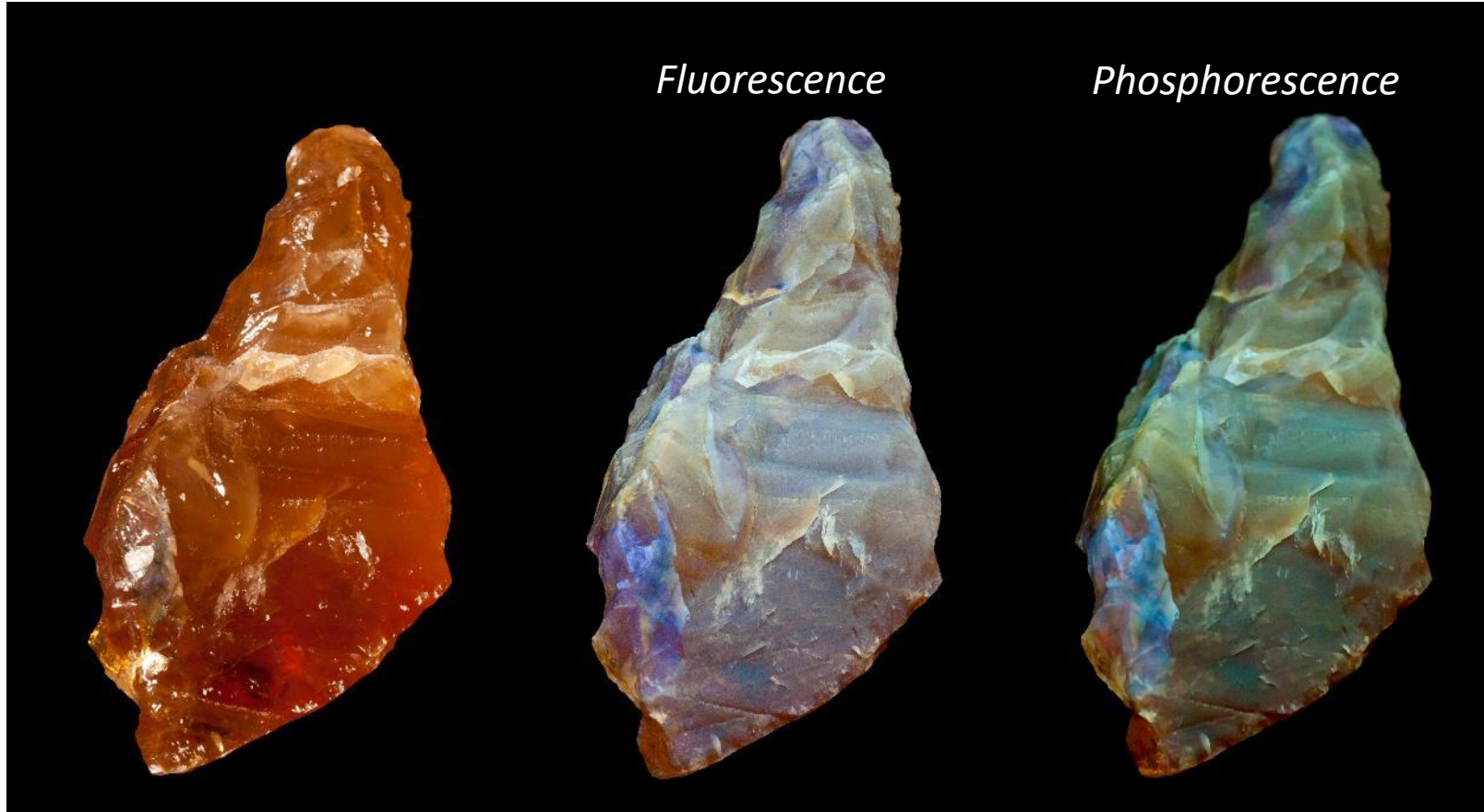
Éclairage normal

Ultra-Violet (254 nm)

Photos Christian Autotte

Calcite de provenance inconnue

Collection Roger Guay



Fluorescence

Phosphorescence

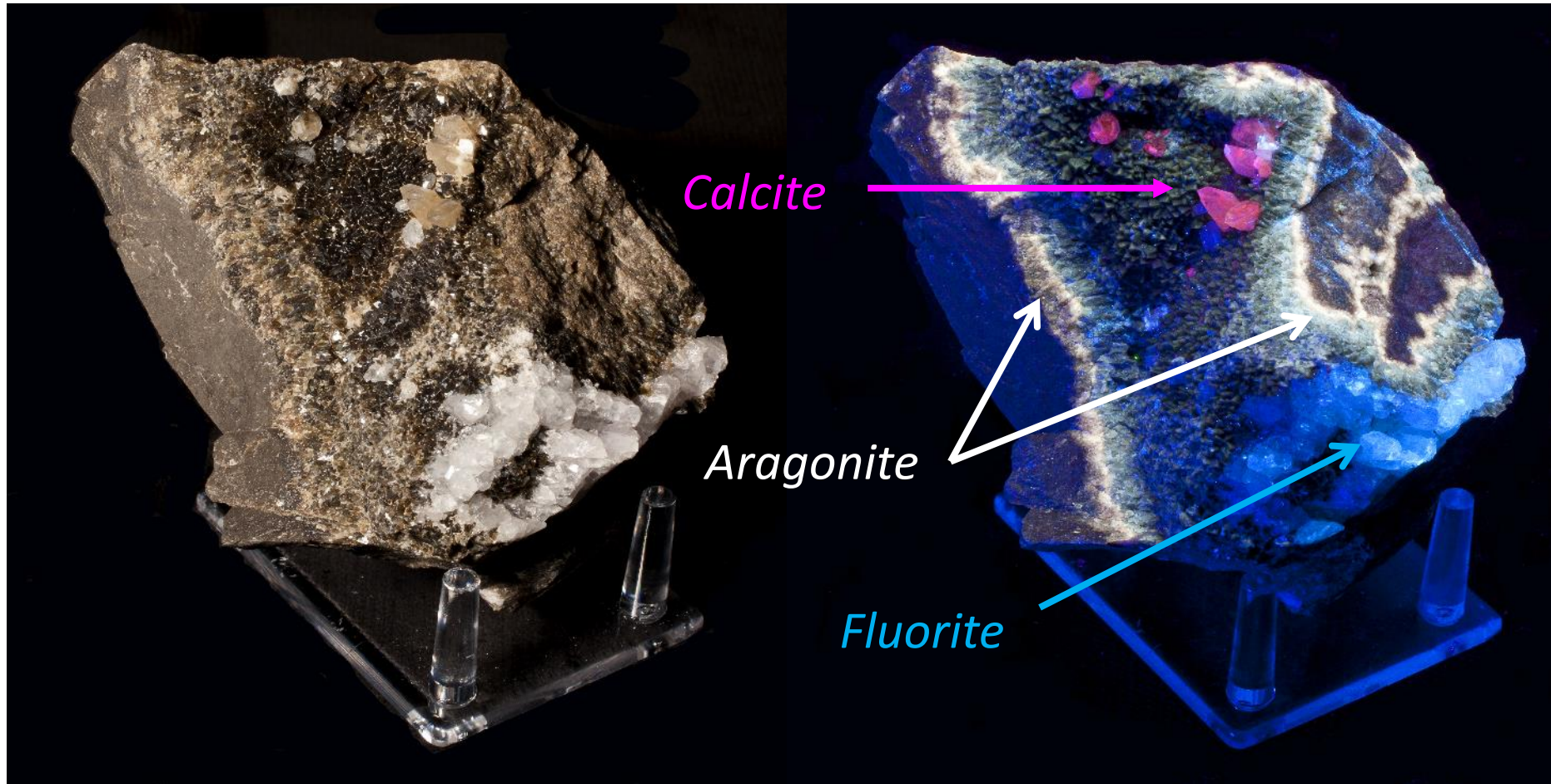
Lumière visible

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Pierre fluorescente de provenance inconnue

Collection Club de Minéralogie de Montréal



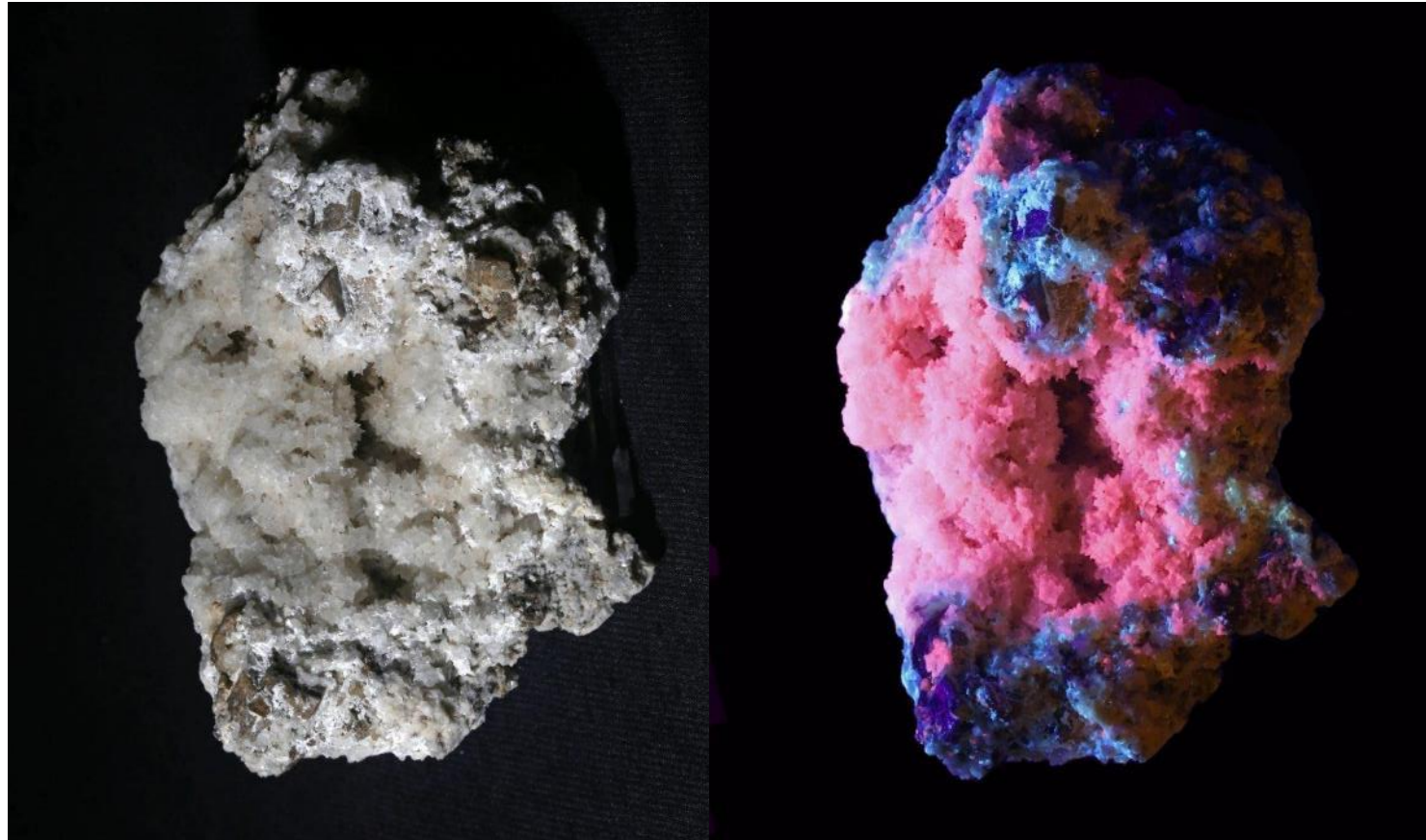
Lumière normale

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

*Aragonite (CaCO_3), provenant de la Carrière
Poudrette, Mont-St-Hilaire, Québec*

Collection Roger Guay



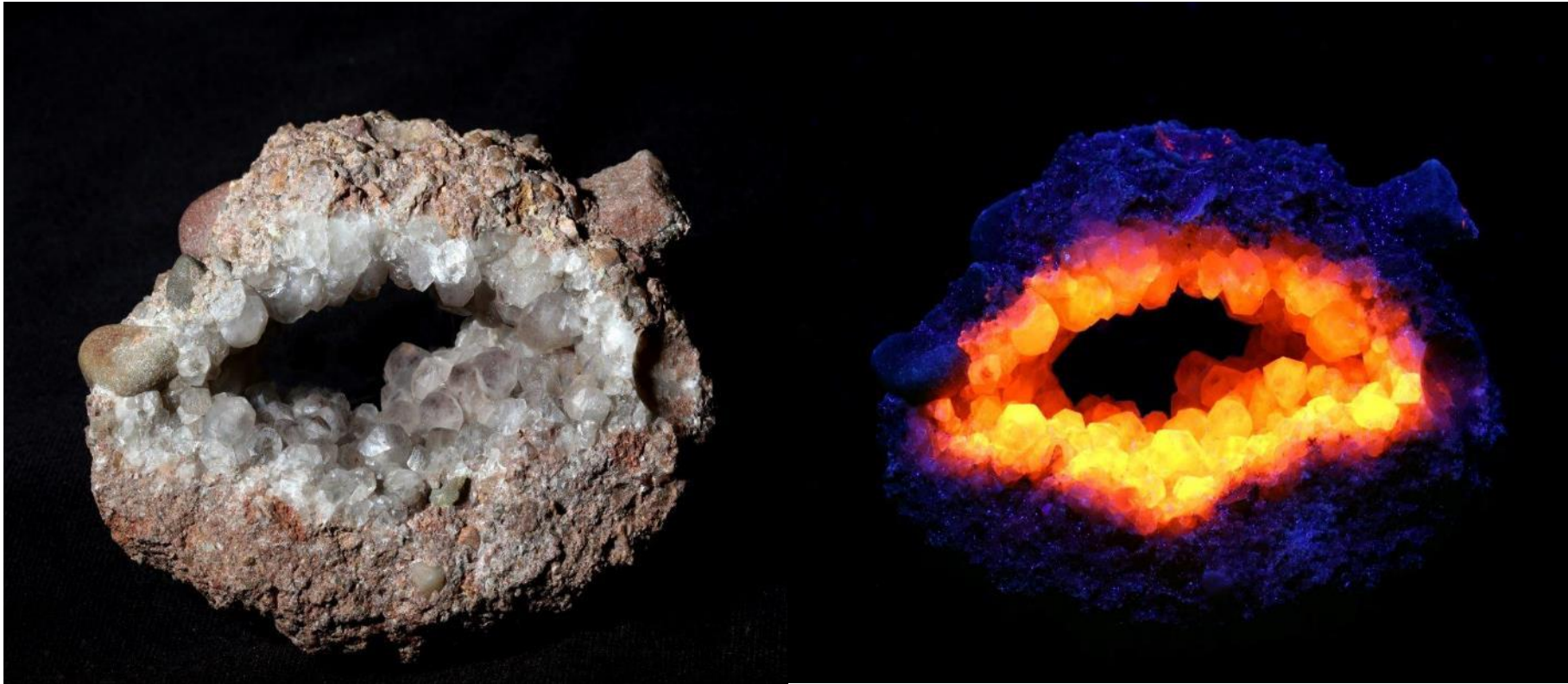
Lumière normale

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

Calcite (*jaune*) dans un conglomérat (Nouvelle-Écosse)

Collection Club de Minéralogie de Montréal



Lumière normale

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Calcite (CaCO_3) de Saltillo (Mexique)



Lumière normale

Ultra-Violet (368 nm)

Ultra-Violet (312 nm)



Ultra-Violet (254 nm)

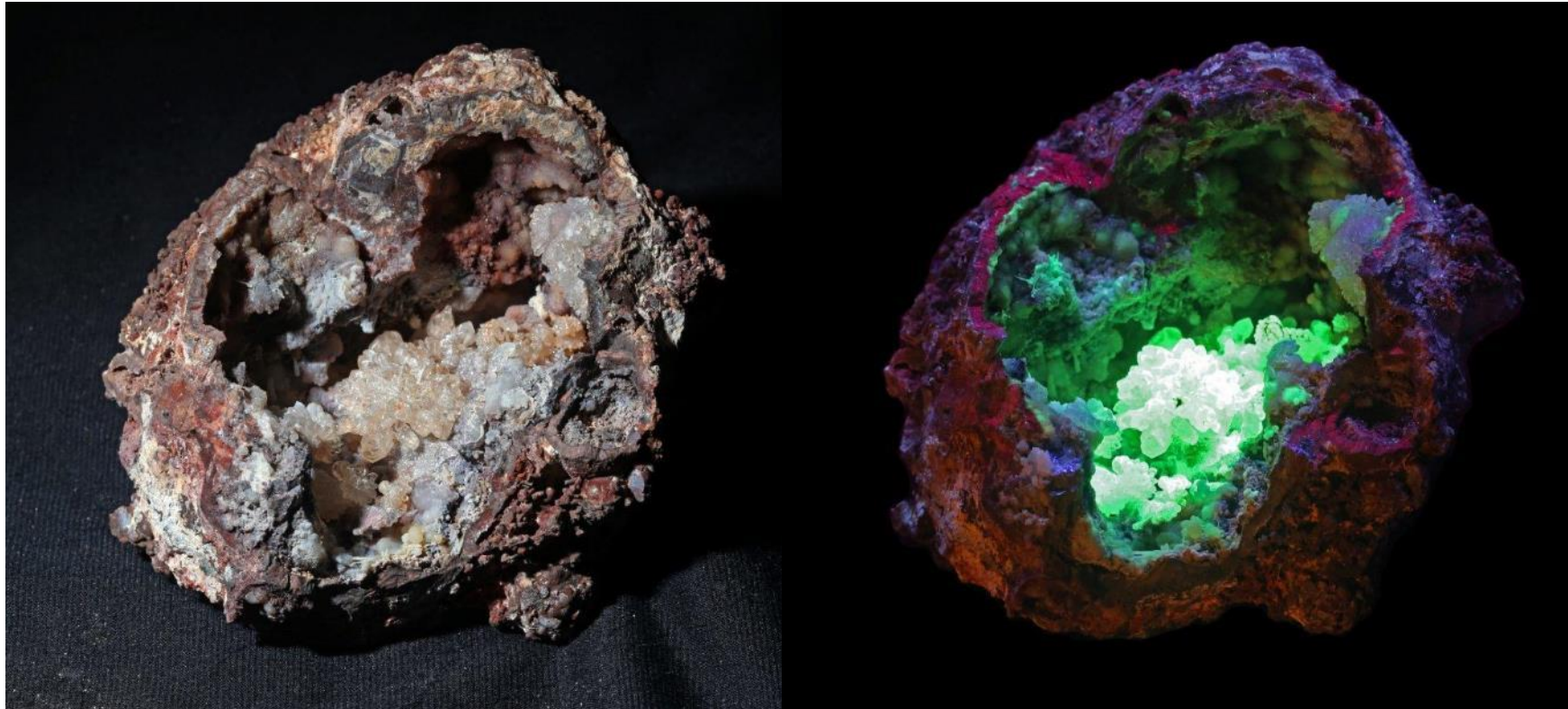
Phosphorescence

Collection Club de Minéralogie de Montréal

Photos Christian Autotte

Aragonite dans une géode du basalte

Collection Club de Minéralogie de Montréal



Lumière normale

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Géode d'aragonite (blanche), calcite en dent de chien (rose) et barite (jaune)

Collection Club de Minéralogie de Montréal



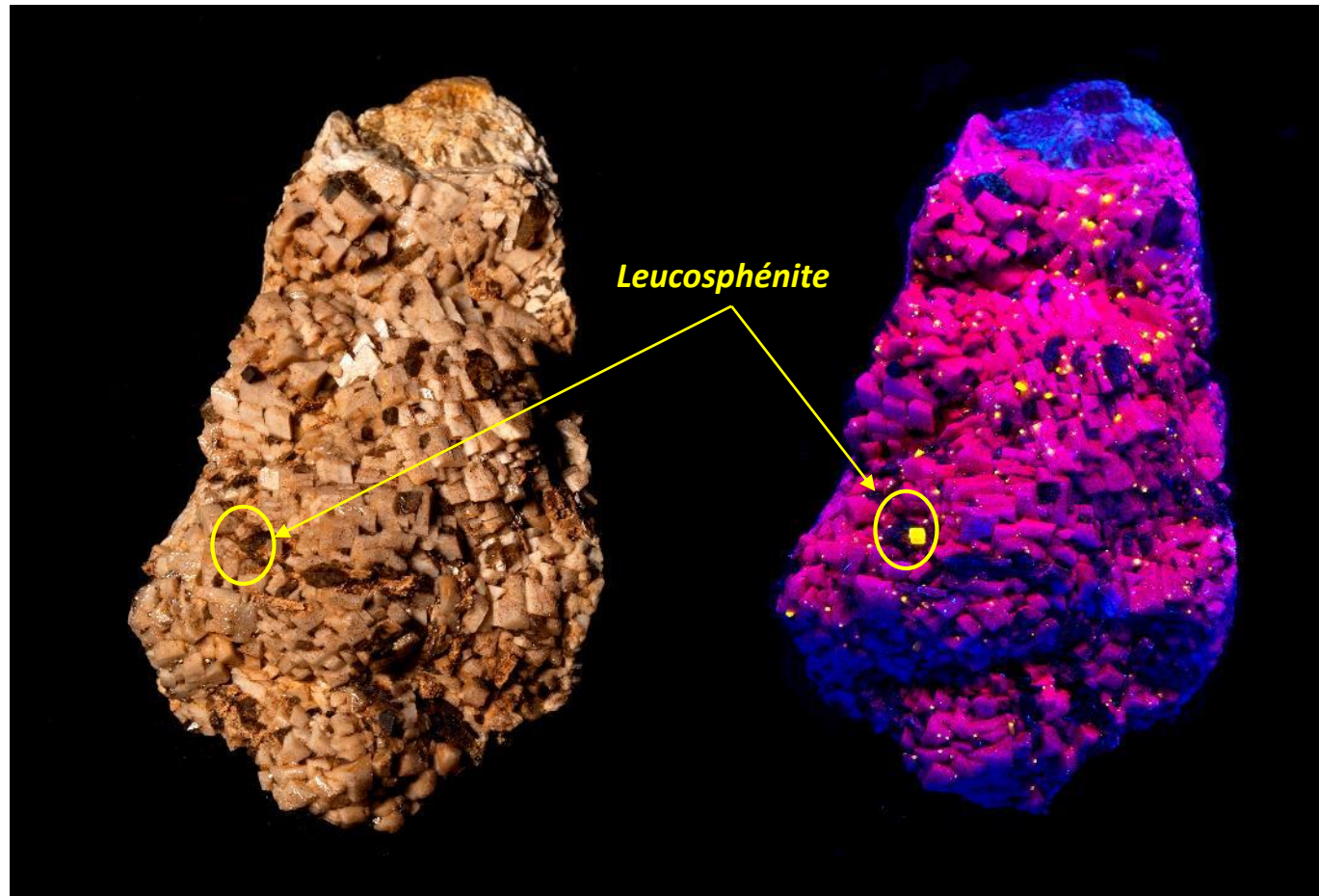
Lumière normale

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) et Leucosphénite ($\text{BaNa}_2\text{Ti}_2\text{B}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{30}$),
Carrière Poudrette, Mont-St-Hilaire, Québec

Collection Club de Minéralogie de Montréal



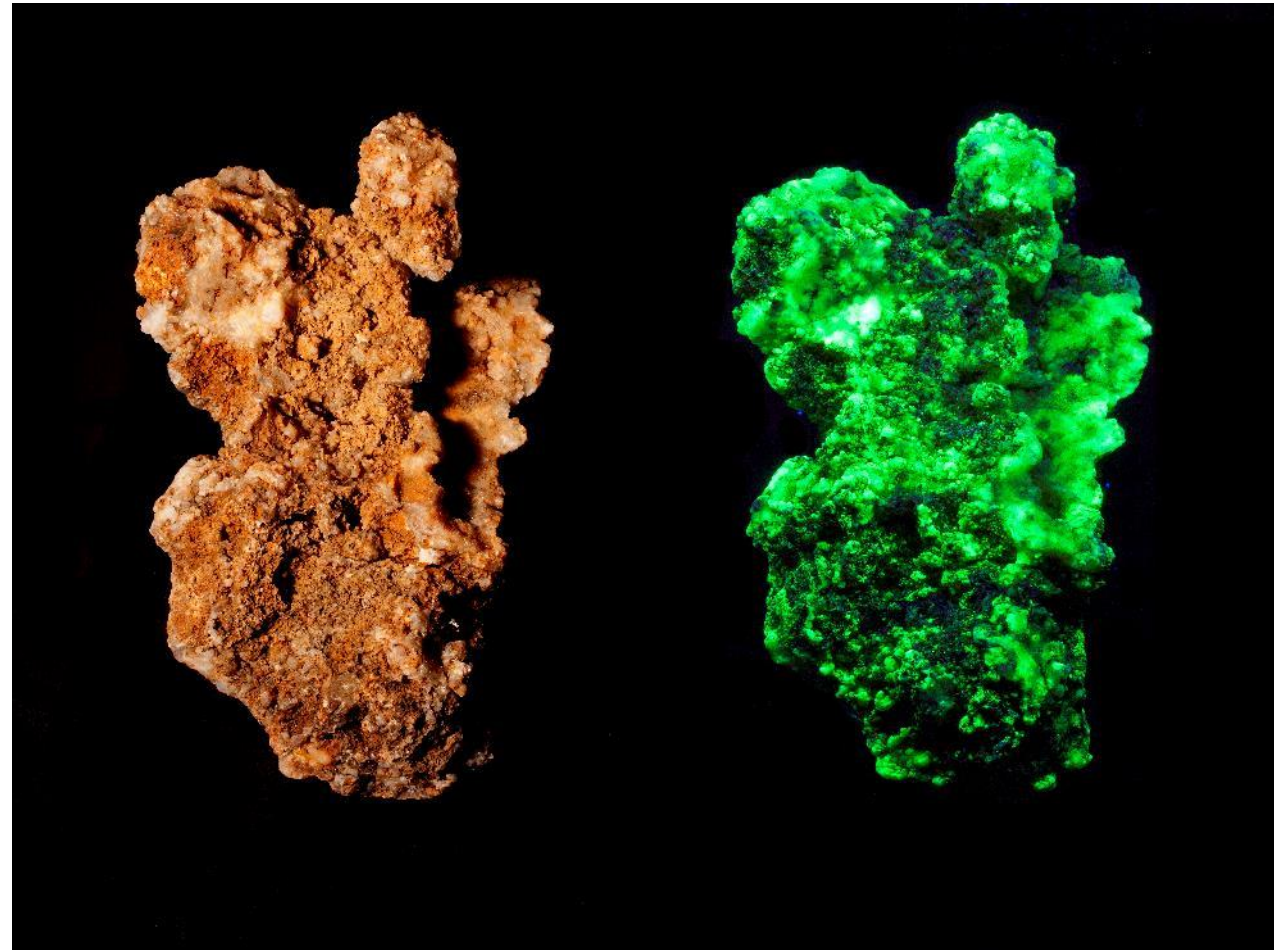
Photos: Christian Autotte

Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Chalcédoine (SiO_2) provenance inconnue

Collection Club de Minéralogie de Montréal



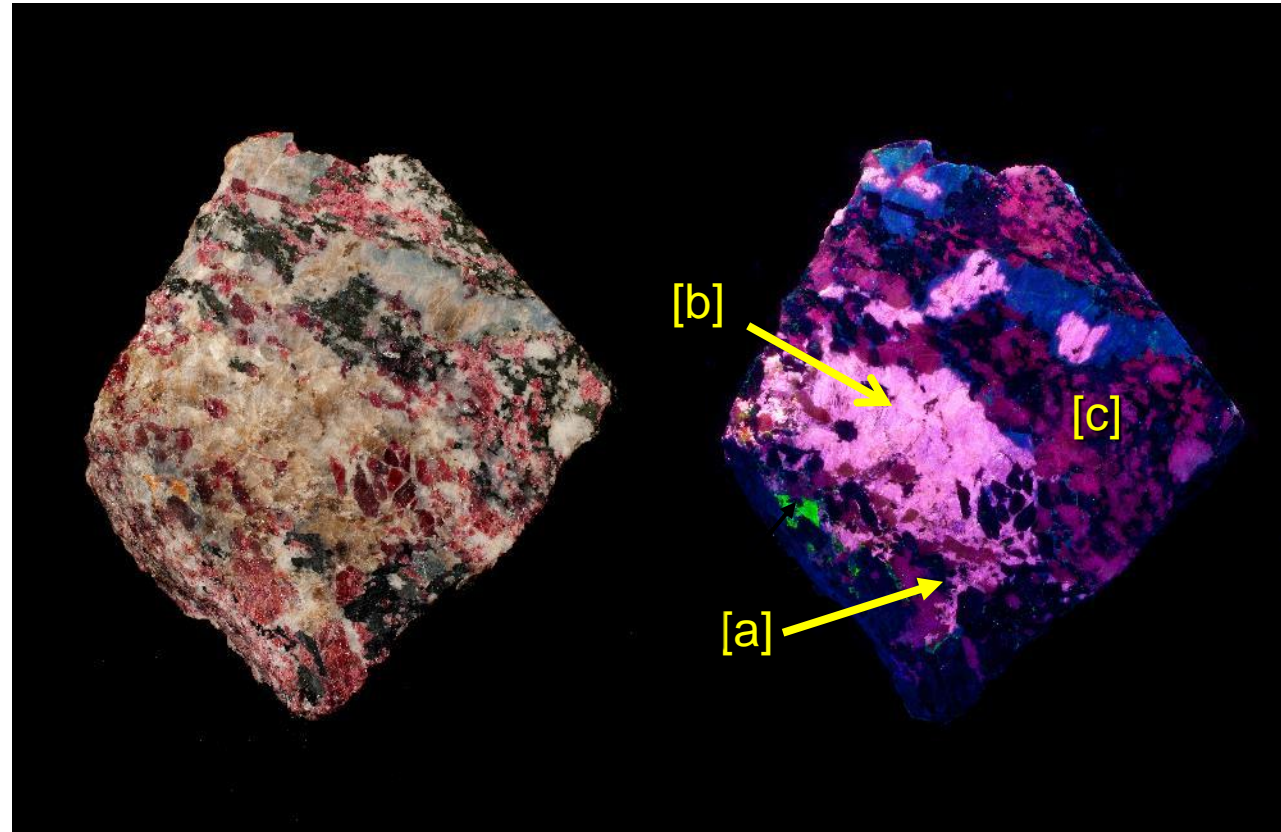
Lumière visible

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Eudialyte $[\text{Na}_4(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Y})\text{ZrSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH}, \text{Cl})_2]$ [a],
Agrellite $(\text{NaCa}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F})$ [b] et *Albite* $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$ [c],
Complexe Kipawa, QC

Collection Club de Minéralogie de Montréal



Lumière visible

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Opale (SiO_2), Opal Bute, Oregon, USA

Collection Roger Guay



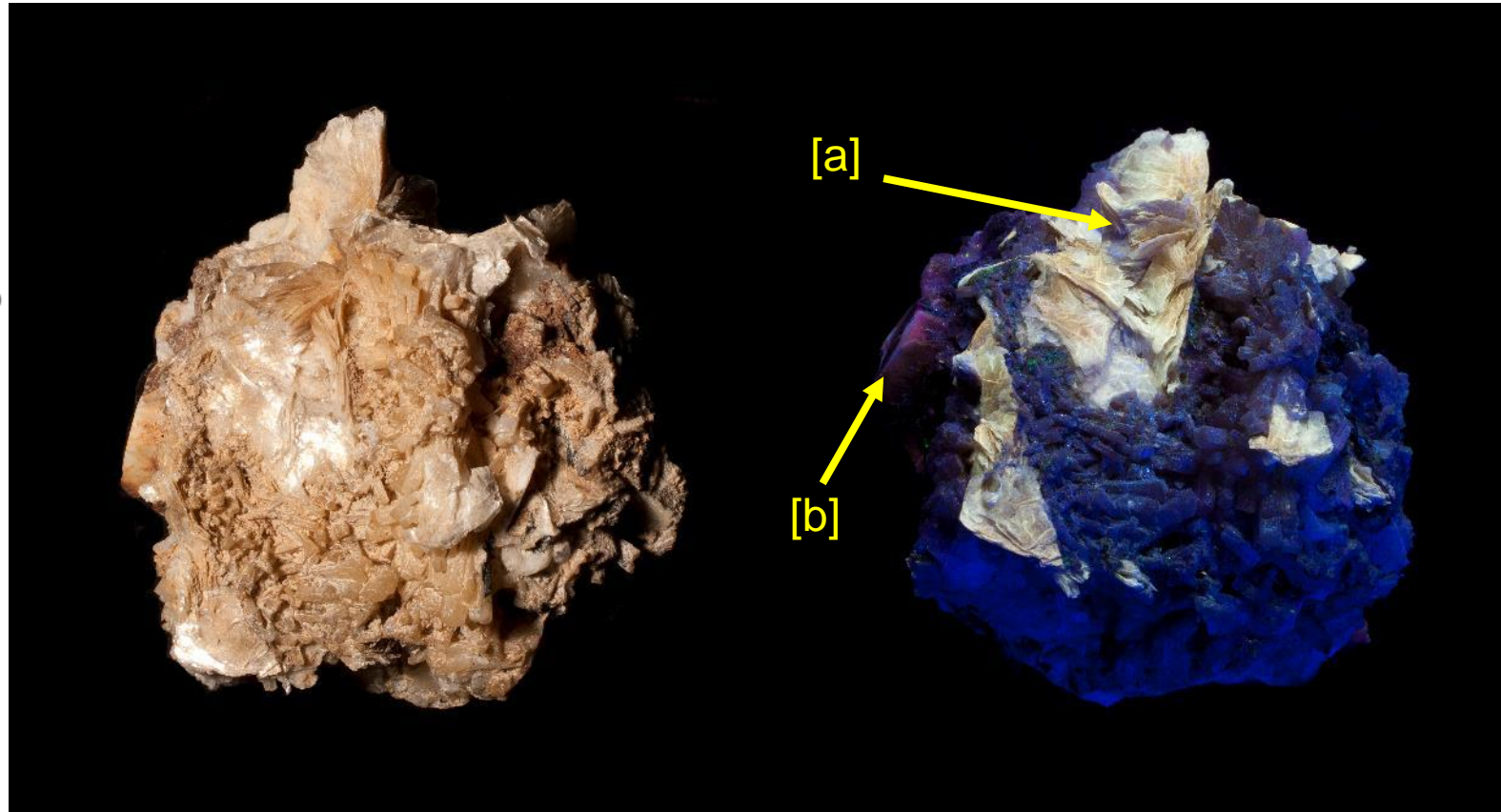
Lumière visible

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Polylithionite $[KLi_2Al(Si_4O_{10})(Fe,OH)_2]$ [a],
Albite $(NaAlSi_3O_8)$ [b], Mont-St-Hilaire, Québec

Collection Club de Minéralogie de Montréal



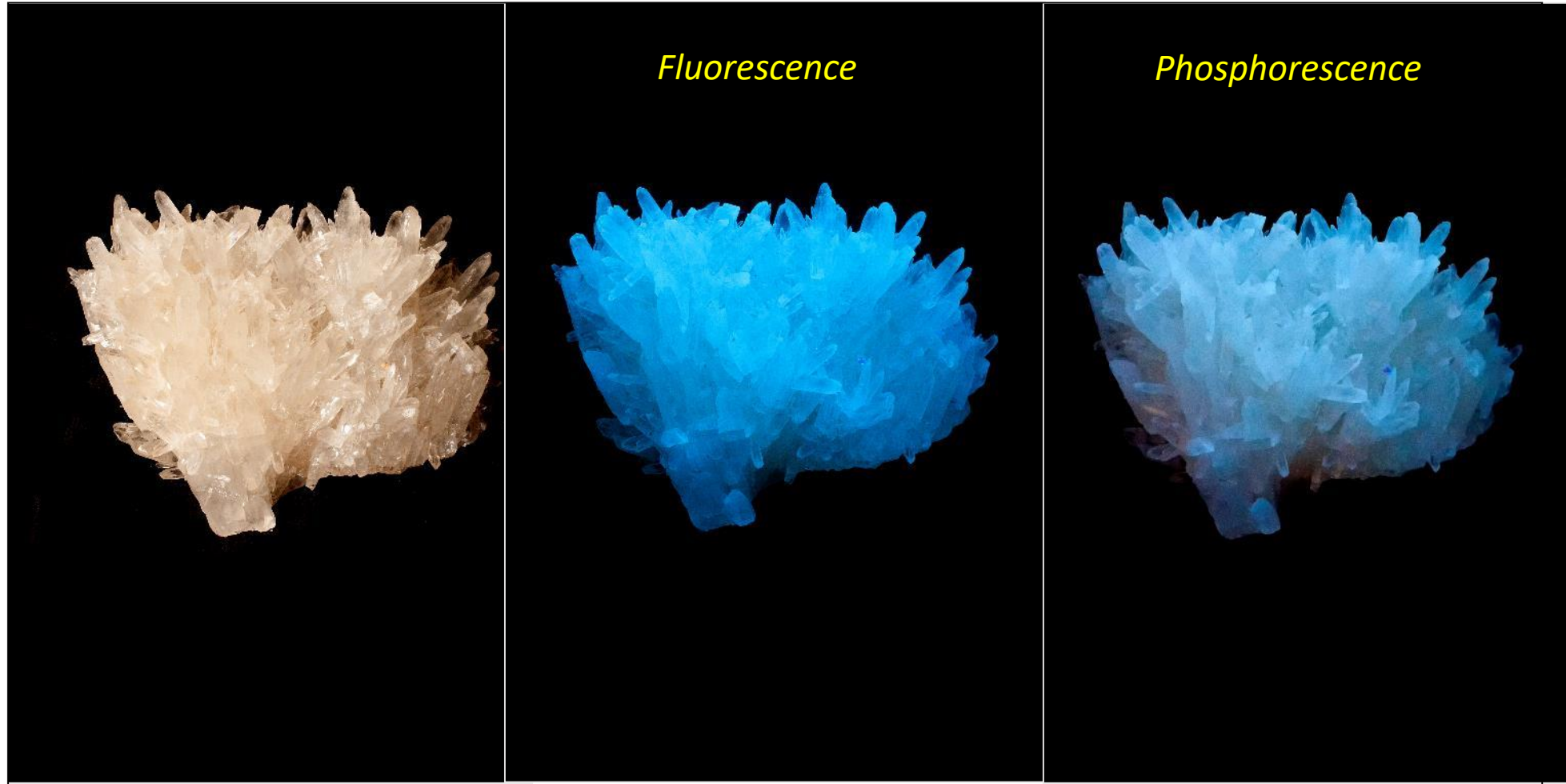
Lumière visible

UltraViolet (362 nm)

Photos: Christian Autotte

Aragonite (CaCO_3)

Collection Club de Minéralogie de Montréal



Fluorescence

Phosphorescence

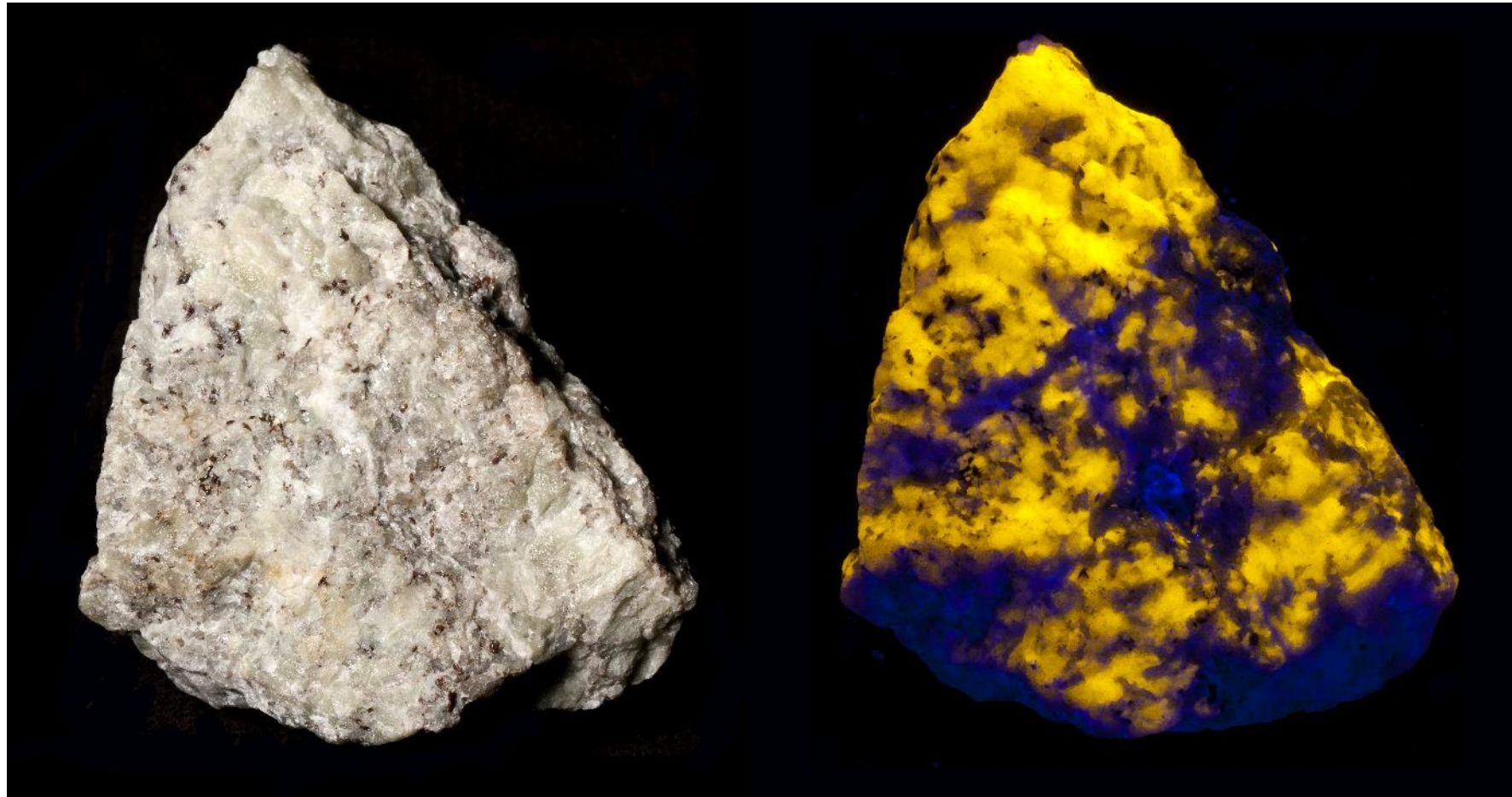
Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

Wernerite $\text{Ca}_4(\text{Si, Al})_{12}\text{O}_{24}(\text{CO}_3, \text{SO}_4)$
The Lady Smith Mine, Otter Lake, Québec

Collection Club de Minéralogie de Montréal



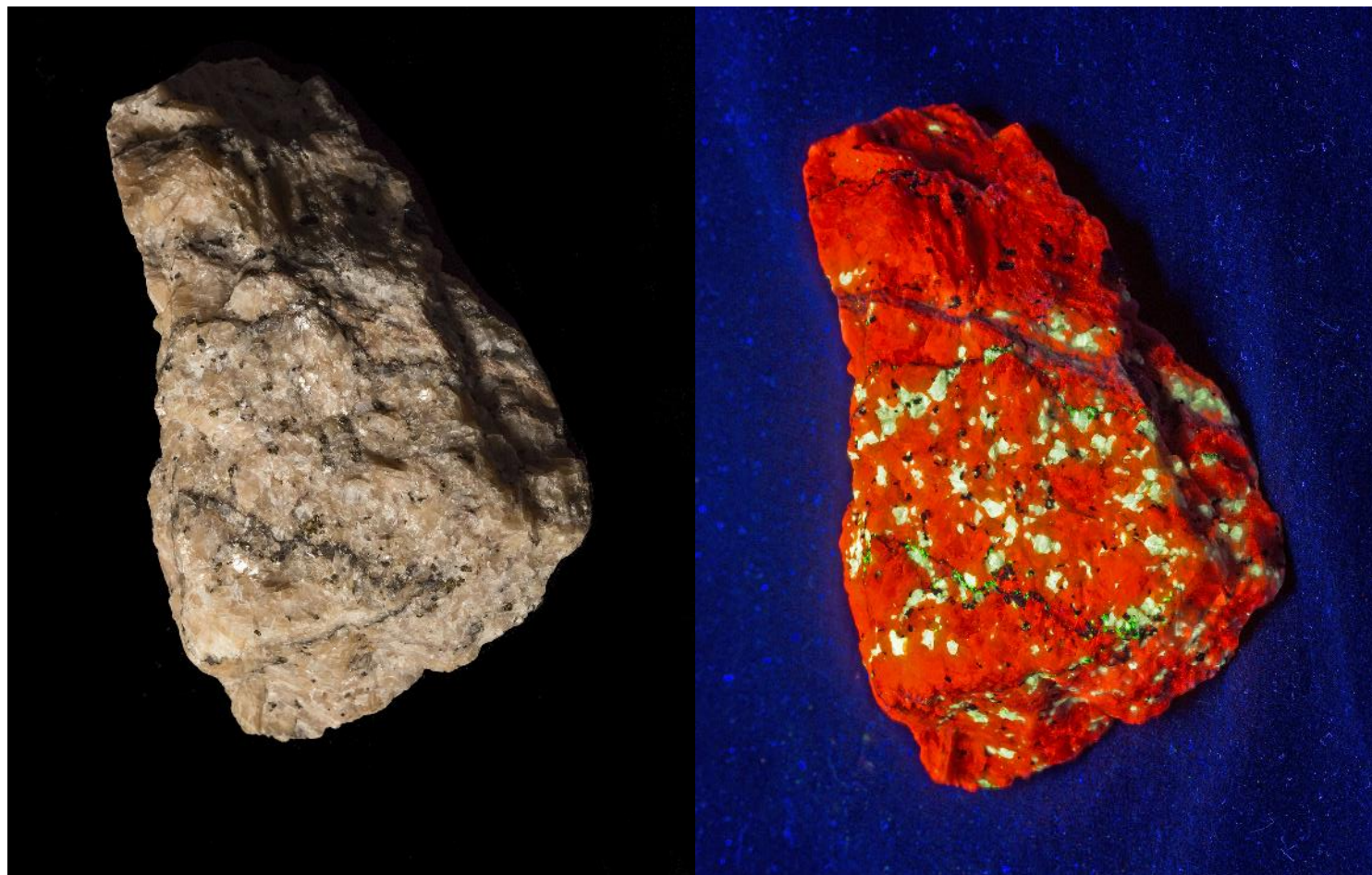
Lumière visible

Ultra-Violet (362 nm)

Photos: Christian Autotte

*Barytine ($BaSO_4$) et Calcite ($CaCO_3$)
Mine Sterling-Hill (Ogdensburgh, N.J., USA)*

Collection Roger Guay



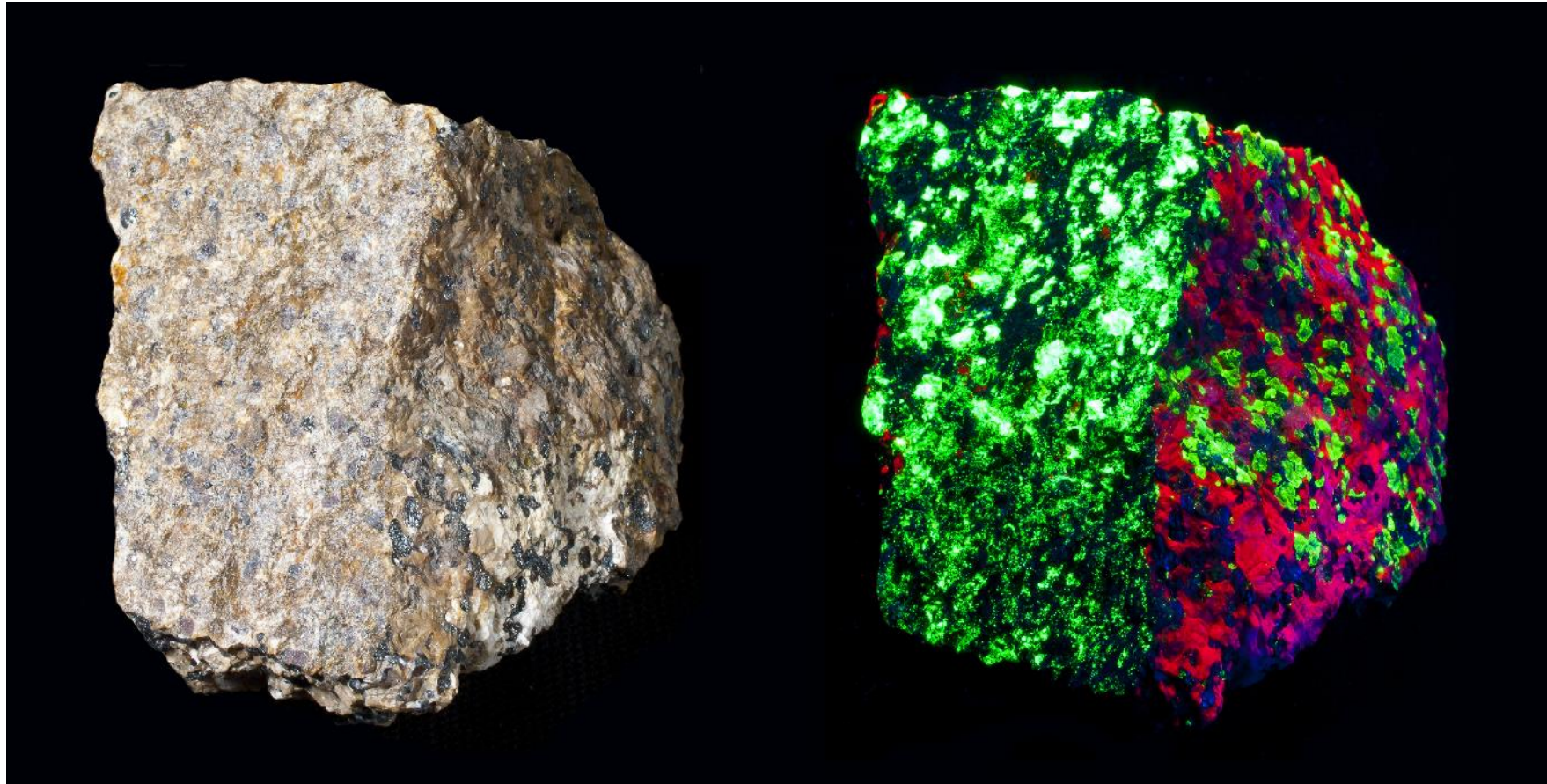
Photos: Alain Massé

Éclairage normal

Ultra-Violet (254 nm)

Willemite (verte) et Calcite (rouge) provenant de la Mine Sterling-Hill (Ogdensburgh, N.J., USA)

Collection Club de Minéralogie de Montréal



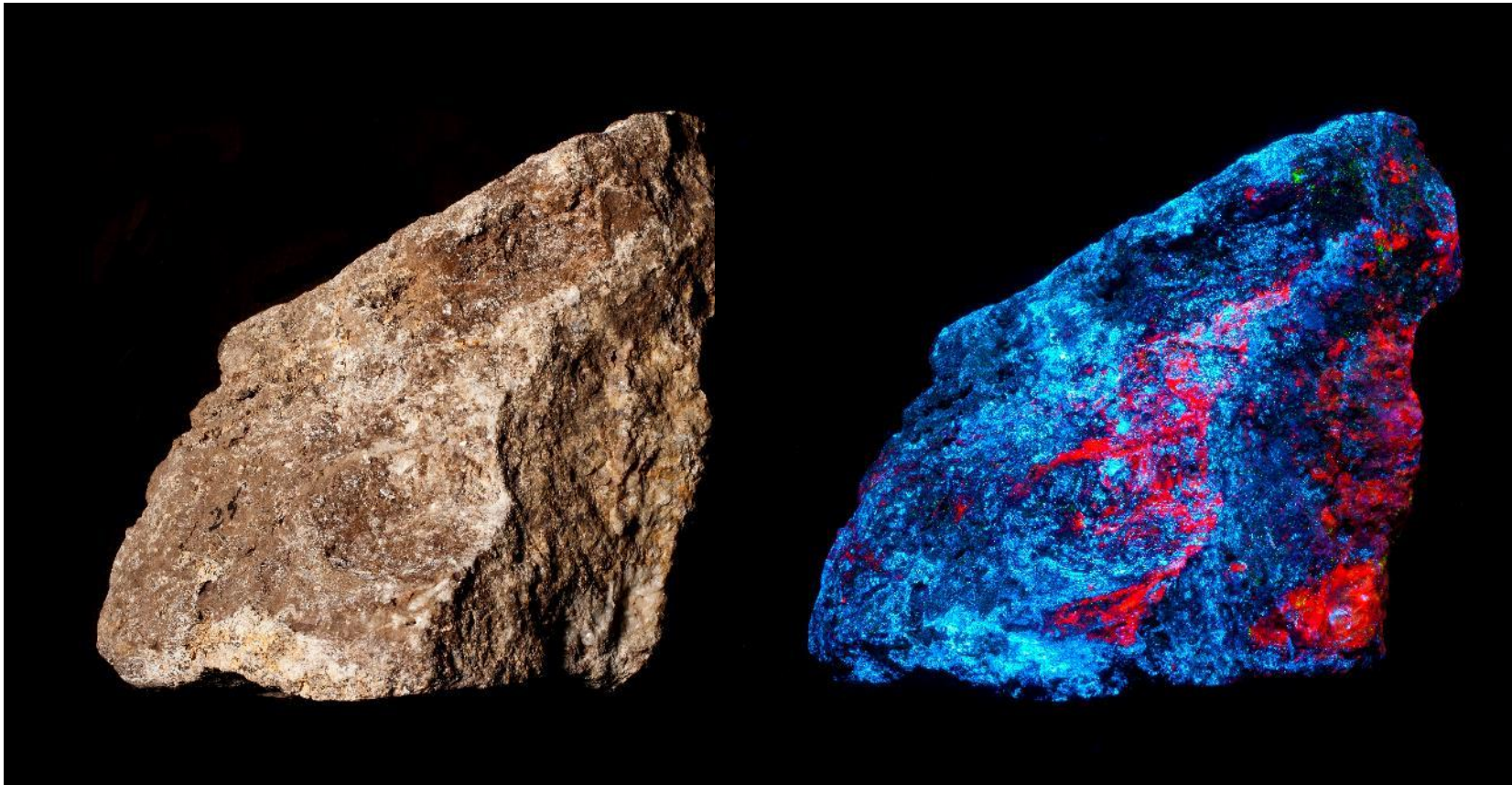
Lumière visible

Ultra-Violet (254 nm)

Photos: Christian Autotte

Hydrozincite (bleue) et Calcite (rouge) provenant de la Mine Sterling-Hill (Ogdensburgh, N.J., USA)

Collection Club de Minéralogie de Montréal



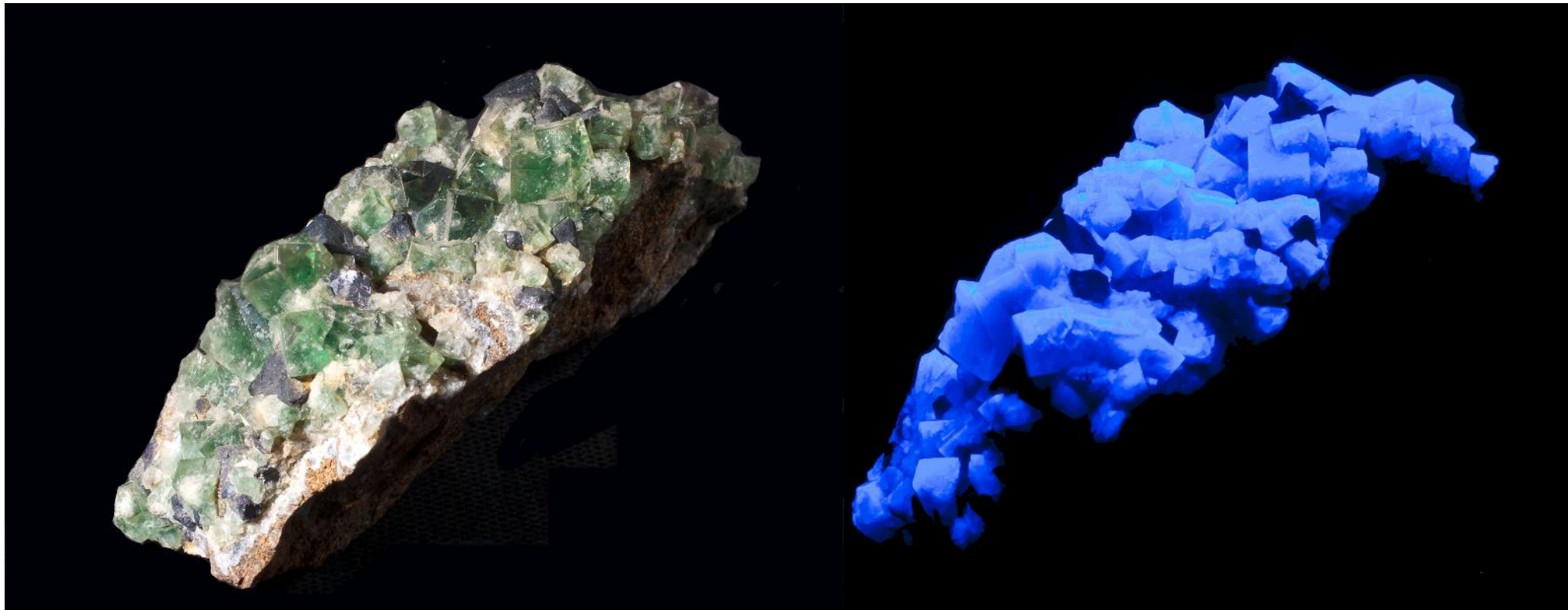
Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

Fluorite, Mine Rogerley, Weardale, Angleterre

Collection Club de Minéralogie de Montréal



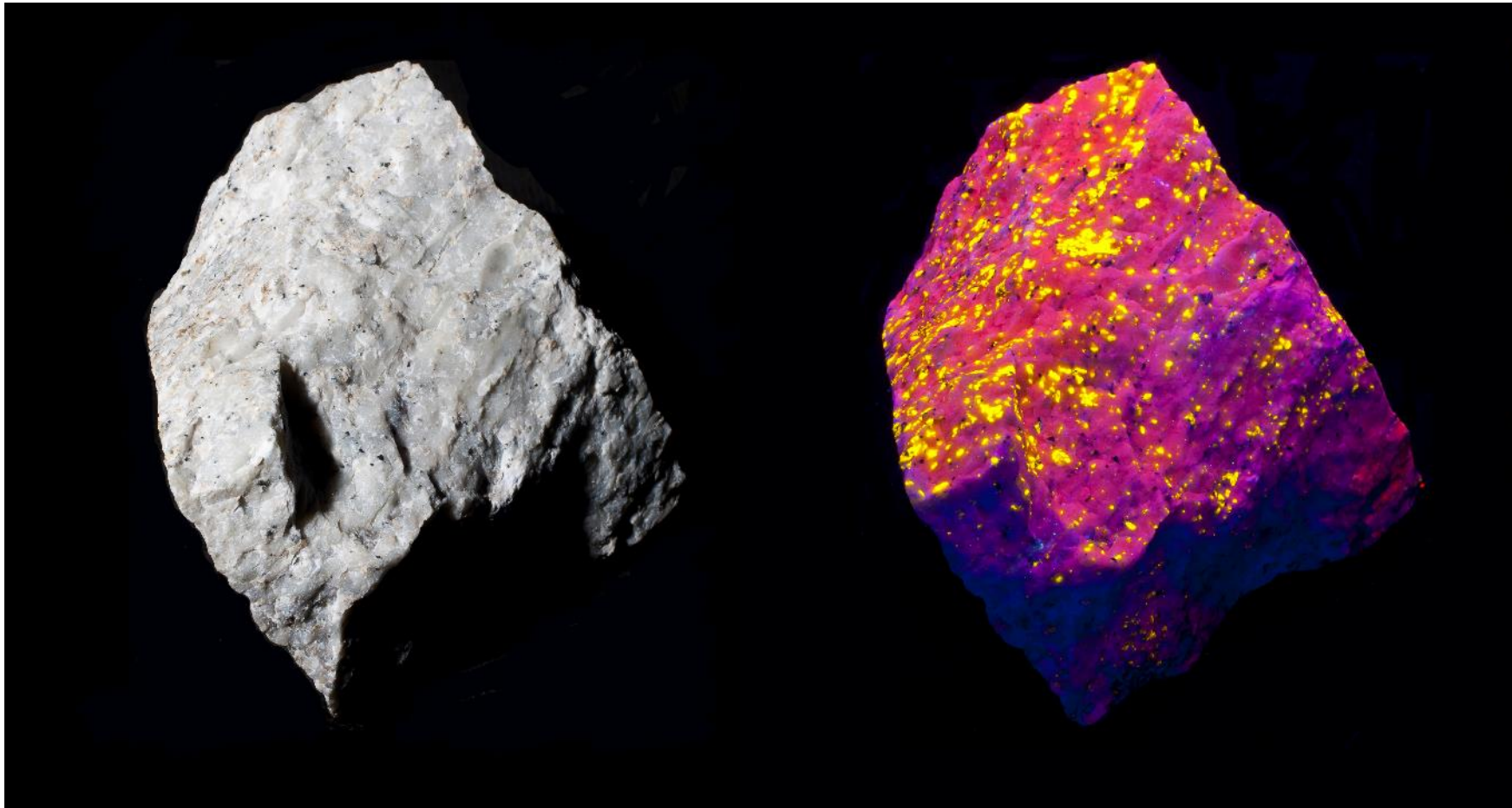
Lumière visible

Ultra-Violet (362 nm)

Photos: Christian Autotte

Wollastonite (CaSiO_3) et Calcite (CaCO_3)
Sterling Hill Mine, Ogdenburg, NJ, USA

Collection Club de Minéralogie de Montréal



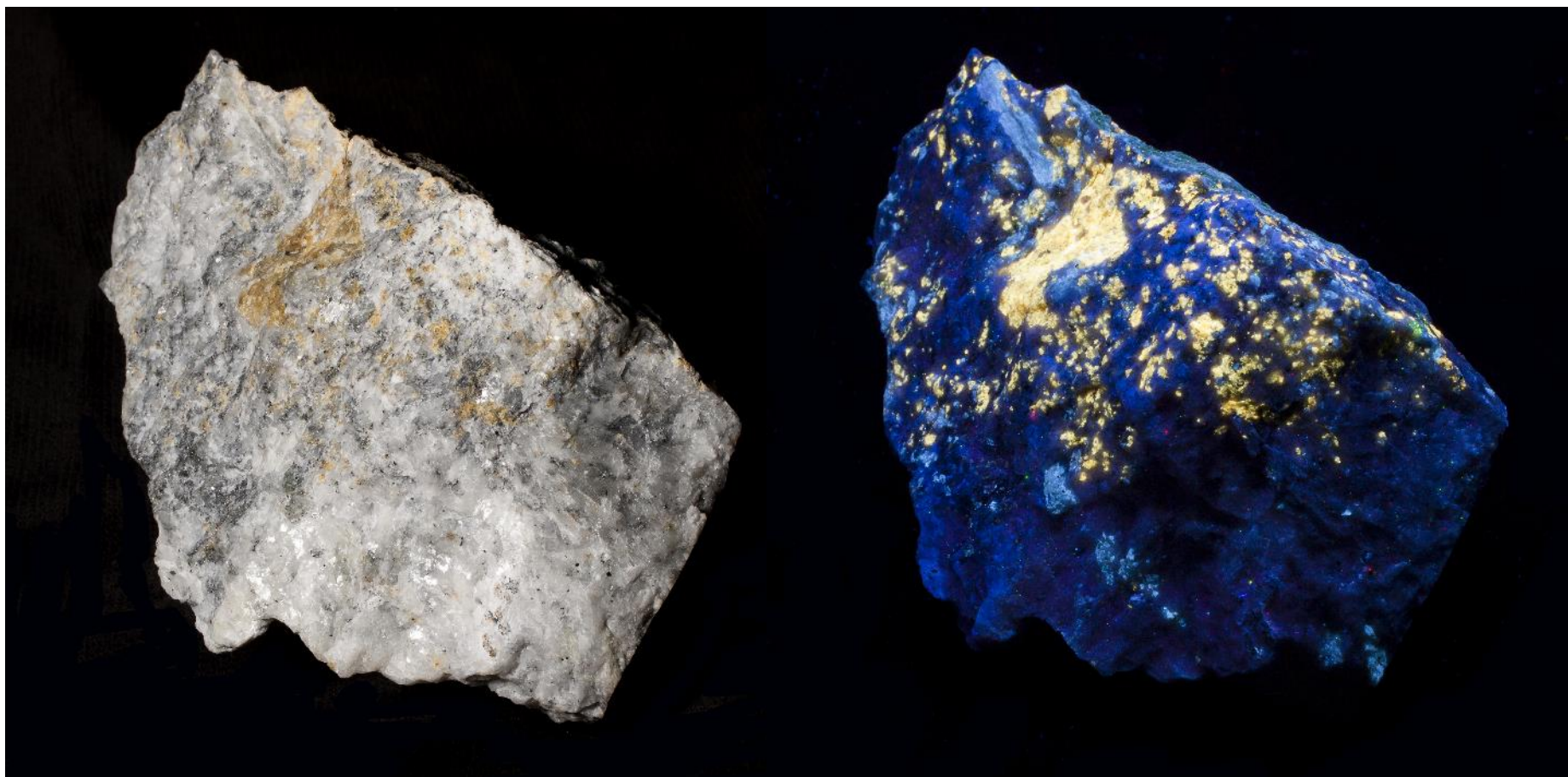
Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

Sterling Hill Mine, Ogdenburg, NJ, USA

Collection Club de Minéralogie de Montréal



Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte

Sélénite (CaSO_4) de provenance inconnue

Collection Roger Guay



Lumière visible

Ultra-Violet (254nm)

Photos: Christian Autotte