

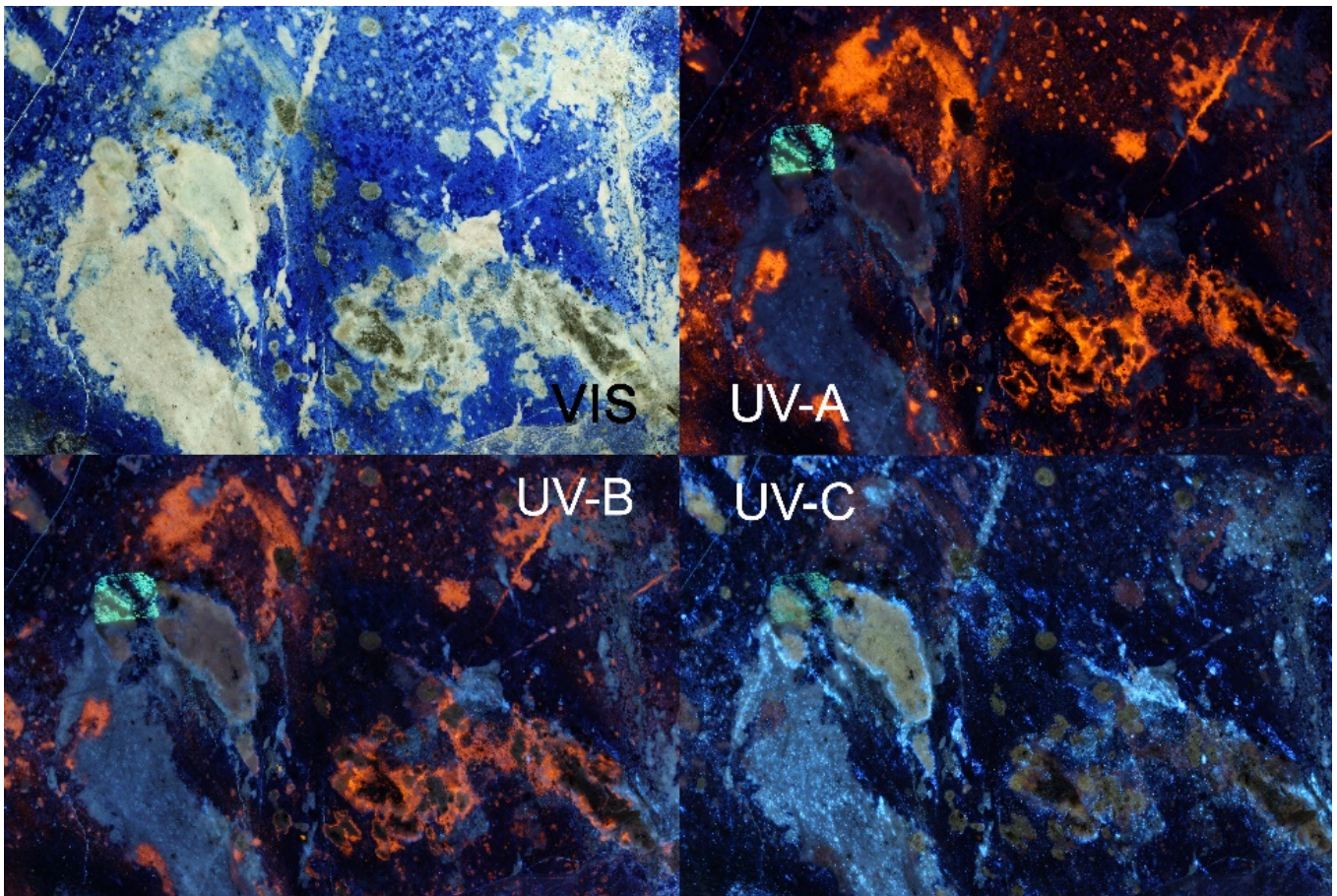
geonieuws

maandblad van de
mineralogische kring antwerpen v.z.w.
44(2), februari 2019



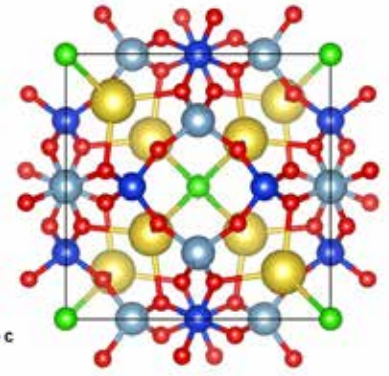
In dit nummer:

- Cronstedt: MNST
- Belangrijke Belgische goudvondst!
- De sodalietgroep

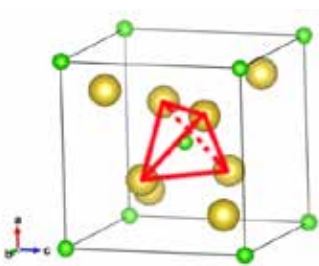




β
 Fig 1. Sodalietsoort: sodaliet met alkaliveldspaat en biotiet, Floresta azul, een alkalin complex, Bahia, Brazilië (verzameling Ernst Burke)

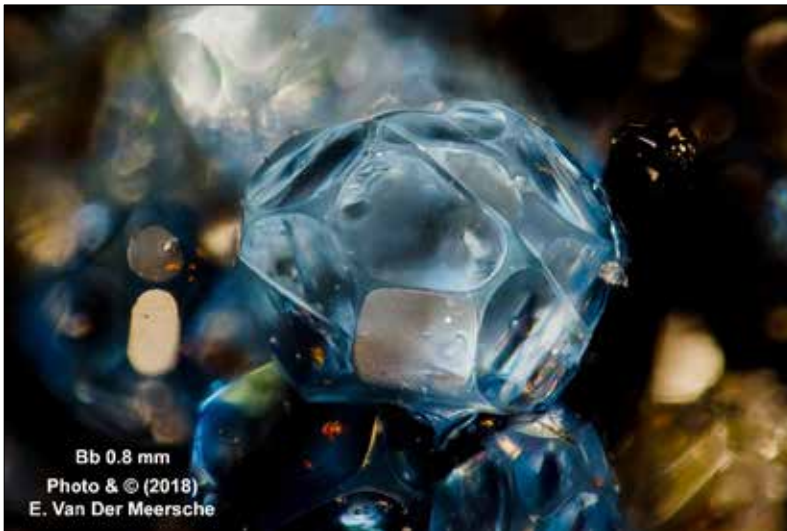
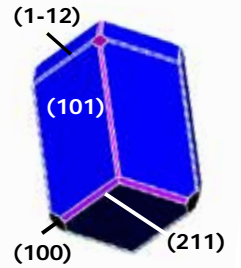


à
 Fig 2. Kristalstructuur van de sodalietgroep. Blauw: silicium, zilver: aluminium, geel: natrium, kalium of calcium, groen: chloor, swaart, water, Rood: zuurstof. Figuur gemaakt met VESTA (Momma en Izumi, 2011).



β
 Fig. 3. De natriumkooi waarbinnen het chlooratoom zich bevindt bij sodaliet. Figuur gemaakt met VESTA (Momma en Izumi, 2011). Het silicaatrooster is weggelaten.

à
 Fig 4. Lazurietkristal van Sar-e-Sang, Koksha vallei, Badakshan, Afghanistan (verzameling Raymond Dedeyne). Noteer ook pyriet, typische begeleider.



β
 Fig 6. Haüy'n, Krufter Ofen, Kruft, Eifel, Duitsland (verzameling en foto Ó 2018 Eddy Van Der Meersche)



β
 Fig 7. Blauwe noseaan in sanidiniet, Laacher Kessel, Mendig, Eifel, Duitsland (verzameling en foto Ó 2018 Eddy Van Der Meersche)

Oprichtingsdatum	11 mei 1963
Zetel	Boterlaarbaan 225, B-2100 Deurne
Statuten	B.S. 17 11 77, nr. 9925
BTW-nummer	BE 0417.613.407
Wettelijk depot	Kon. Bib. België BD 3343
Verschijningsdata	maandelijks, behalve in juli en augustus.
Redacteur en verantwoordelijke uitgever	Rik Dillen, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas
Betalingen	IBAN: BE36 7895 8091 0281 - BIC: GKCCBEBB M.K.A. v.z.w., Heuvel 52, B-2580 Putte.



Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
De auteur is verantwoordelijk voor de inhoud van zijn/haar artikel.

NUTTIGE ADRESSEN

Hugo BENDER, Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. (03 4408987. + <hugo.bender@skynet.be>
Bestuurder, secretaris. Ledenadministratie.

Paul BENDER, Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. (03 4408987. + <paul.bender@skynet.be>
Bestuurder. Technische realisatie Geonieuws, coördinator Minerant.

Rik DILLEN, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas. (03 7706007. + <rik.dillen@skynet.be>
Redacteur Geonieuws.

Axel EMMERMANN, Lobbesplein 12, B-2640 Mortsel. (03 2953554 en 0496 359117
+ <axel.emmermann@telenet.be> Werkgroep technische realisaties, werkgroep en website fluorescentie.

Bart HEYMANS, Sint-Gillislaan 15, B-9200 Dendermonde. (052 211637 + <bart.heyman@gmail.com>
Werkgroep en website edelsteenkunde

Peter JANSSENS, Heuvel 52, B-2580 Putte. (0491 229106 + <peter.janssens@telenet.be>
Bestuurder, penningmeester.

Etienne MANS, Guido Gezellestraat 24B, 2630 Aartselaar. (03 8888124. + <etienne.mans@telenet.be>
Bestuurder, bibliothecaris. Uitleendienst, samenaankoop, organisatie excursies.

Paul MESTROM, Anjerveld 27, NL-4613 DC Bergen op Zoom. (0031 16 424 3470 + <pmestrom@home.nl>
Werkgroep micromineralen, werkgroep determinaties.

Theo MULLER, Mosselstraat 26, B-8470 Gistel. (059 279252 + <themuller@scarlet.be>
Bestuurder, ondervoorzitter. Optische mineralogie.

Herwig PELCKMANS, Nicolaas Theelenstraat 1, B-3500 Hasselt.
(0486 121128 + <herwig.pelckmans@gmail.com>
Bestuurder, voorzitter. Organisatie lezingen, werkgroep determinaties.

Paul TAMBUYSER, Surmerhuizerweg 23, NL-1744 JB Eenigenburg.
(00 31 226 394231. + <paul@mineralogy.eu>
Werkgroep edelsteenkunde, webmaster.

Ineke VAN DYCK, Walbogaard 11, B-9140 Temse. (03 8276736. + <ivandyck24@gmail.com>
Werkgroep zeolieten. Verzending Geonieuws. Organisatie minibeurs 'Schatten op zolder'.

Ludo VAN GOETHEM, Boterlaarbaan 225, B-2100 Deurne. (0471 292469. + <ludo.vangoethem@belgacom.net>
Vertegenwoordiging openbare besturen.

Paul VAN HEE, Marialei 43, B-2900 Schoten. (03 6452914. + <pvanhee@skynet.be>
Bestuurder. Werkgroep fotografie.

info@minerant.org

www.minerant.org

Titelpagina (zie artikel in dit nummer)

Fig. 14. Lazuriet, Ovale, Limari, Coquimbo, Chili (verzameling Raymond Dedeyne). De witte fluorescentie onder UV-C is vermoedelijk wollastoniet. Er wordt ook sodaliet gevonden (Coenraads 2000). Het is niet duidelijk of het blauwe mineraal sodaliet dan wel lazuriet is. Het oranje fluorescerende is lazuriet volgens het emissiespectrum. UV-A,B,C: kwiklampen.



Vrijdag 8 februari 2019 - maandelijkse vergadering

Maandelijkse vergadering in zaal 'ELZENHOF', Kerkplein in Edegem-Elsdonk.

19.00 h bibliotheek (open tot 19.45 h)
gelegenheid tot transacties, determinaties, afspraken voor privé-excursies, raadplegen van de bibliotheek, uitleendienst of... gewoon een gezellig babbeltje... Er wordt deze keer uitzonderlijk géén mineraal van de maand aangeboden.

20.15 h **De droom van Feynman**
Dirk Van Dyck

*In 1959 daagde Richard Feynman de wetenschappelijke gemeenschap van de elektronenmicroscopie uit in zijn beroemde visionaire toespraak *There's Plenty of Room at the Bottom - An Invitation to Enter a New Field of Physics*. Hij zei toen: "Het zou heel gemakkelijk zijn om een analyse te maken van een gecompliceerde chemische stof, als je er enkel zou moeten naar kijken om te zien waar de atomen zich bevinden. Het enige probleem is dat de elektronenmicroscopie honderd keer te zwak is. Ik geef dit als een uitdaging: is er geen manier om de elektronenmicroscopie krachtiger te maken?"*

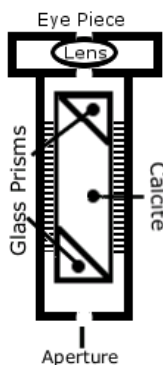


Richard Feynman

In deze lezing zullen we bespreken hoe ver we zijn op weg naar de droom van Feynman en hoe dicht we de ultieme fysieke grenzen benaderen. Onder de deskundige leiding van Prof. Dr. Em. Dirk Van Dyck gaan we samen deze onbekende wereld verkennen. Hij is nog steeds werkzaam in de afdeling EMAT (elektronenmicroscopie voor materiaalkunde) van de Universiteit Antwerpen en staat bekend voor zijn heldere en boeiende voordrachten. Het belooft dus alweer een onverbetelijke MKA-avond te worden!



Zaterdag 9 februari 2019 - werkgroep edelsteenkunde



Vergadering van de Werkgroep Edelsteenkunde in zaal 'ELZENHOF', Kerkplein, Edegem, van 9.30 h tot 12 h.

De dichroscoop: rode stenen

In de vergadering van februari beginnen we met een korte uitleg van de werking, toepassingen en het nut van dichroscoop. Daarna gaan we in de praktijk testen met stenen die een rode kleur hebben.

Aan iedereen ook weer een warme oproep om zelf eigen stenen mee te brengen, en te testen of te laten testen. De werkgroep edelsteenkunde van de MKA beschikt over de nodige apparatuur voor het onderzoeken van edelstenen. Maar het kan geen kwaad om je eigen instrumenten mee te brengen.



Zaterdag 9 februari 2019 - werkgroep micromineralen

Vergadering werkgroep 'Micromineralen' in zaal 'ELZENHOF', Kerkplein, Edegem, van 13.15 h tot 16.30 h.

Micromineralen monteren

Paul Mestrom

En dan heb je zo'n mooi klein stukje en dan stop je het in en doosje en dan . . .

- *breekt het als je het vastdrukt in de kit... of*
- *als je het wil bekijken is datgene wat je wil zien nauwelijks in beeld te krijgen omdat het ergens op de zijkant zit... of*
- *laat het los als je het doosje weer eens openmaakt (zodat het steentje op de grond valt en dat mooie kristal zijn eigen weg gaat)... of*
- *(zelf in te vullen)...*

We gaan kijken hoe je dit soort ellende kunt voorkomen. Te denken valt aan de soorten doosjes, de te gebruiken soorten kit en/of lijm, het stabiliseren van een brosse matrix (bvb. de dolomiet van Lengenbach), de achtergrondkleur van de doosjes (denk aan fotografie!), het goed positioneren van het steentje in het doosje om te kunnen zien wat gezien moet worden, de steuntjes die daarvoor bruikbaar zijn enzovoort.

Ik hoop dat we ook deze keer weer veel van elkaar kunnen leren. Breng dus eigen hulpmiddelen (en gemonteerde specimens) mee om te tonen.

Verder, zoals gewoonlijk:

- *Er wordt voor gratis of bijna gratis materiaal gezorgd om thuis te bestuderen.*
- *Breng, als het enigszins mogelijk is, je eigen microscoop mee.*
- *Ook MKA-ers die geen lid zijn van de werkgroep zijn van harte welkom!*

Cordieriet, 12 mm geslepen kubus van 12 mm, afkomstig van Eminiminy, Androy, Madagascar. Gemonteerd op een blokje plexiglas in een wit doosje om het dichroïsme beter te kunnen zien. Collectie en foto Ó Paul Mestrom





Verkiezingen raad van bestuur

Volgens de statuten van de Koninklijke Mineralogische Kring Antwerpen vzw worden er op de algemene ledenvergadering van 8 maart 2019 verkiezingen voor de raad van bestuur georganiseerd.

Kandidaturen voor de raad van bestuur dienen schriftelijk ingediend bij het secretariaat (Pieter Van den Bemdenlaan 107, 2650 Edegem) ten laatste op 28 februari 2019. De kandidaten dienen effectief lid van de vereniging te zijn (of vooraf te worden), hun lidmaatschapsbijdrage 2019 betaald hebben op het ogenblik van de kandidaatstelling, en mogen geen bestuursfunctie in een analoge vereniging uitoefenen.

*** Kandidatuurstelling raad van bestuur**

*Formulier (of kopie) vóór 28 februari 2019 te bezorgen aan
Secretariaat MKA vzw, Pieter Van den Bemdenlaan 107, 2650 Edegem (+ hugo.bender@skynet.be),*

Ondergetekende (naam en voornaam),, effectief lid van MKA vzw, stelt zich kandidaat voor de verkiezingen van de raad van bestuur op 8 maart 2019.

Datum/...../.....

Handtekening



Beurzenkalender

Antwerpen (BE), 23-24 februari 2019, 12-18/10-17.30 h (beurs 'IMRA 2018' van ACAM)
Kinepolis Event Center, Groenendaallaan 394, 2030 Antwerpen

Info : Ghilaine Hofmans, p.a. ACAM vzw, Frans de L'Arbreallaan 12, 2170 Merksem.
(03 5690175 of 0496 146503, + suzy.hofmans@telenet.be, www.acam.be/fairs)

Hannut (BE), 2 en 3 maart 2019, 10-18 h. **OPGELET: uitzonderlijk (alleen in 2019 dus) gedurende TWEE dagen** (editie 30^{ste} verjaardag van club én beurs). Beurs (Mineralen en fossielen).

Marché Couvert, 1 rue des Combattants, Hannut.

Info : Raymond Vanderlinden, Rue des Charrons 26, BE-1357 Helecine.
(019 655731, + rvanderlinden@voo.be, www.champ-hannut.be)

Zwijndrecht (NL), 16 maart 2019, 10-17 h. Beurs (mineralenbeurs van Geode-Zwijndrecht)
Develsteincollege, Develsingel 5, NL-3333LD Zwijndrecht.

Info : Frans Middelkoop
(0031 (0) 10 4514208, + mid.vog@ziggo.nl, www.geodezwijndrecht.nl)

Gent (BE), 17 maart 2019, 10-18 h. Beurs Nautilus vzw (mineralen en fossielen, géén juwelen)
Koninklijk Atheneum, Voskenslaan 60 (bij het Sint-Pietersstation), Gent.

Info : Jörgen Gryson, Sint-Lucaslaan 16, 8130 Brugge
(03 4408987, + jorgen.gryson@skynet.be, www.nautilusgent.be)

De column van Cronstedt



MNST

Toegegeven, de titel van deze column is op zijn m(i)nst minimaal te noemen. Maar hij verwijst niet naar dat woord, en evenmin naar minst. Veel meer kan ik daar niet over kwijt. :-)

Dit verhaal begint heel lang geleden, toen de planten en mineralen waarschijnlijk nog konden spreken. De eerste sporen van gebruik zijn door de tand des tijds onherroepelijk verloren gegaan. Waar we wel zeker van zijn, is de aanwending van dit mineraal in Oud-Egypte, waar het "mnst" genoemd werd. Er zijn immers talrijke fraaie, tot spiegels geslepen specimens van dit zwarte oxide gevonden tijdens archeologische opgravingen. Enkele daarvan zijn te bewonderen in het archeologiemuseum van Berlijn.

Dat de Egyptenaren dit materiaal kenden en gebruikten, is niet zo verwonderlijk. Dioscorides schreef lang geleden (1ste eeuw n.C.) reeds het volgende over de magnetes lithos: *"Het is de beste [steen] welke zich polijsten laat en donkerrood of zwart is; hard en geheel van gelijke samenstelling, zonder vreemde bijmengsels; het wordt in Egypte gevonden."*

Theophrastus (circa 300 v.C.) noemde het anthrax; een naam die blijkbaar meerdere ladingen dekte. Zo schrijft hij er o.a. het volgende over in zijn *De Lapidus* (17): *"De smaragdus, sardion, anthrax, sappheiros en alle stenen, die als zegelstenen gesneden worden, zijn zeldzaam en klein."* Dat komt vrij goed overeen met *De Lapidus* (31): *"De anthrax is onbrandbaar, wordt als zegelsteen gesneden, heeft een rode kleur en lijkt in het zonlicht op een gloeiende kool."* Het is duidelijk dat de auteur het hier over een rode, doorzichtige edelsteen heeft.

Dat valt niet echt te rijmen met wat iets verder in hetzelfde boek (60) staat: *"Goedkoper dan de voorgaande fraaie, zeldzame stenen is de anthrax, uit Orchomenos in Arcadië (= Peloponnesos in Griekenland), die zwarter is dan de steen van Chios en tot spiegel dient."* Met "de voorgaande ... stenen" verwijst Theophrastus in dit geval naar onyx, amethyst en agaat; met de steen van Chios bedoelt hij ongetwijfeld obsidiaan. De anthrax in kwestie moet dus minder zeldzaam geweest zijn en werd waarschijnlijk ook als grote(re) specimens gevonden.

Echte rode edelstenen zoals robijn of spinel, die er als vurige kolen kunnen uitzien, kende men in het Oude Egypte (rond 1400 v.C.) nog niet. Het was pas later, toen Alexandrië een wereldcentrum van kunst en wetenschap was (rond 275 n.C.) dat dergelijke edelstenen geïmporteerd werden uit landen als India en Sri Lanka. Maar zelfs al had men ze toen gekend, dan nog had men ze niet tot spiegels kunnen slijpen, omdat die dingen te hard, te klein en gewoon niet geschikt zijn (Bolman, 1938).

Het enige mineraal, dat zowel rood als zwart kan zijn, en tot een perfecte spiegel gepolijst kan worden, is ... hematiet! Dat dit mineraal als mooie rode kristallen kan gevonden worden, is vrij gekend (zie o.a. <https://www.mindat.org/photo-237820.html>). Grote, zwarte kristallen van hematiet zijn door hun hoge metaalglans als het ware natuurlijke spiegels: zie bijvoorbeeld <https://www.mindat.org/photo-843264.html>.

Het was Theophrastus die als eerste de benaming "αιματιτις λιθος" vermeldde: "aematitis lithos", de "bloed steen", duidelijk verwijzend naar de bloedrode kleur van het mineraal in poedervorm. Naast Egyptische spiegels werden er ook Babylonische rolzegels (circa 1800 v.C.) in hematiet gevonden, zie https://en.wikipedia.org/wiki/Cylinder_seal. Ten tijde van de Romeinen werd hematiet gedolven in de Oostelijke Woestijn. Mindat vermeldt niet minder dan twaalf vindplaatsen van hematiet in deze streek.

Voorts werd hematiet destijds ook gebruikt als kralen, in medicijnen, als verfpigment en als grafoffer (Archaeomineralogy, Rapp, 2009).

Niet de m(i)nste groetjes, Axel

+ axel.cronstedt@mineralogie.be



- **SPIRIFER # 3, 09.18**
- **MINERALIEN WELT** 29(4), 08.18
 - 14-25 Die Grube Sophie bei Gosenbach im Siegerland
 - 26-45 Die Zeche 'Friedrich der Große' in Herne - Fundort für außergewöhnliche Markasite
 - 57-80 Mineralienfundstellen in der Steiermark (6)
 - 82-87 'Karbonat-Achat' von Krasny Dvorecek, Tschechische Republik
 - 88-96 Achatstrukturen in nicht-Chalcedon-Materialien
- **LE CAILLOUTEUX #320, 08.18**
 - 1-9 Caractérisation des quartz du district minéralisé de Gabo de Gata (Almeria, Espagne)
 - 10 Chalcopyrite
- **DER AUFSCHLUSS** 69(4), 08.18
 - 201-219 Über Dawsonit, Britholith, Ferriallanit und einige Amphibole aus den Auswürflingen des Laacher Vulkans
 - 220-259 Interessante Mineralfundstellen in der vulkanischen Ost- und Westeifel
- **ROCKS AND MINERALS** 93(4), 08.18
 - 306-317 Stilbite and associated minerals from the Butha-Buthe district, Lesotho, Southern Africa
 - 320-335 Reading pegmatites: Part 4 - what quartz and feldspaths say
 - 337-343 Pyrites mica mine (Kelly Farm), Canton, St. Lawrence Co., NY (USA)
 - 346-356 Staurolite, Keivy Mts, Kola Peninsula, Russia
 - 360-365 Flattened crystals in muscovite
 - 366-367 Who 's who in mineral names: Richard Alexander Fullerton Penrose Jr. (1863-1931)
 - 369-372 The where of mineral names: creedite, Colorado Fluorspar Company mine, Wagon Wheel Gap, Mineral Co., Colorado
 - 373-384 The year (2017) in micromounting
- **LAPIS** 43(7-8), 08.18
 - 5-6 Neu geregelt: Mineraliensammeln im Naturpark Zillertal [vervolg]
 - 6 Diamanten mit Eis Eischlüssen!
 - 10-13 Phosphosiderit
 - 14-33 Mineralschätze aus Drusen-pegmatiten in Mähren (CR)
 - 34-49 Prächtige neue Citrine, Rauchquarz und Amethyst aus Mähren (CZ)
- 50-55 Neufunde im Steinbruch Horni Bory, Westmähren/CZ
- 56-59 Dronova bei Tisnov/CR: Gangmineralien im Steinbruch
- 60-62 Pegmatitmineralien aus Jivovi, Westmähren, CZ
- 63-77 Sainte-Marie-aux-Mines 2018
- 78-80/90 Neue Mineralien [Abellait; Calciomurmanit; Ciriottit; Ferrostalderit; Honzait; Hydroterskit; Katerinopoulosit; Nollmotzit; Ferricoronadit; Zilvovesit]
- **THE MINERAL. RECORD** 49(4), 08.18
 - 501-538 The M'Fouati mine, Bouenza Dept., Congo Republic
 - 543-558 Boulangerite from the Bottino mine, Apuan Alps, Tuscany, Italy
 - 563-572 Tabular blue alkali beryl from Italy and Afghanistan
 - 577-606 The Junnila mine, San Benito Co., California
- **AM. MINERALOGIST** 103(7), 07.18
 - 1011-1020 Gypsum, bassanite, and anhydrite at Gale crater, Mars
 - 1080-1086 Analysis and visualization of vanadium mineral diversity and distribution
- **AM. MINERALOGIST** 103(8), 08.18
 - 1345-1348 POLARIO, a computer program for calculating refractive indices from chemical compositions
 - 1319-1328 Discreditation of bobdownsite and the establishment of criteria for the identification of minerals with essential monofluorophosphate (PO_3F^{2-})
 - 1329-1334 Adrianite, $\text{Ca}_{12}(\text{Al}_4\text{Mg}_3\text{Si}_7)\text{O}_{32}\text{Cl}_6$, a new Cl-rich silicate mineral from the Allende meteorite: An alteration phase in a Ca-Al-rich inclusion
- **AM. MINERALOGIST** 103(9), 09.18
 - 1435-1444 Kuliginite, a new hydroxylchloride mineral from the Udachnaya kimberlite pipe, Yakutia
 - 1497-1501 Segerstromite, $\text{Ca}_3(\text{As}^{5+}\text{O}_4)_2[\text{As}^{3+}(\text{OH})_3]_2$, the first mineral containing $\text{As}^{3+}(\text{OH})_3$, the arsenite molecule, from the Cobriza mine in the Atacama Region, Chile
 - 1502-1511 Vestaitite, $(\text{Ti}^{4+}\text{Fe}^{2+})\text{Ti}_3^{4+}\text{O}_9$, a new mineral in the shocked eucrite Northwest Africa

- **ROCKS AND MINERALS** 93(5), 10.18
 - 404-413 Geology and mineralogy of electric opal
TM: green daylight-luminescing hyalite opal from Zacatecas, Mexico
 - 414-431 Lucius Lee Hubbard, one of the Copper Country's greatest mineral collectors (1849–1933)
 - 434-441 Distinctive twinned calcite from the Palmarejo Mine, Chihuahua, Mexico
 - 442-453 The Rose Road localities, Town of Pitcairn, St. Lawrence County, New York: Part 1—History
 - 454-459 Wisconsin's elusive wavellite
 - 460-462 44th Rochester Mineralogical Symposium [*Hydroxylapatite Sapo Mine, Minas Gerais, Braz.; granate-löllingite Maine; fulgurite Michigan; 'conflict mineral' wolframite*]
 - 463-465 Who's who in mineral names: Fritz Herrmann Schlegel (1938–2012)
 - 466-471 The where of mineral names: Moctezumite, Moctezuma Mine (La Bambolla Mine), Moctezuma, Municipality of Moctezuma, State of Sonora, Mexico
 - 472-478 Copper inclusions in quartz microcrystals from Michigan's Keweenaw Peninsula
- **MINERALIEN WELT** 29(5), 10.18
 - 14-21 Weitere Neufunde aus der Vulkaneifel
 - 22-30 Mineralienfundstellen in der Steiermark (7)
 - 30-31 Cobaltomenit von der Grube Leonie bei Auerbach, Oberpfalz
 - 32-77 Weitere Neufunde aus Lavrion, Griechenland
 - 80-89 Farbige Achate aus dem Hohen Atlas in Marokko
 - 90-96 Chalcedon, Achat und Jaspis vom westlichen Küstenbereich des Golfs von Kalloni, Lesbos, Griechenland
- **NAUTILUS INFO** 43(1), 09.18
 - 10-20 Bizar IJsland (deel 1): de Jökulsa a Fjöllum
- **ELEMENTS** 14(4), 08.18

Themanummer: 'Central Andes: mountains, magmas and minerals'
- **AGAB MINIBUL** 51(7), 09.18
 - 161-167 La danse des étoiles
 - 168-175 Musée de minéralogie ULG (visite 28/6/18)
 - 176-177 Retrouvailles à Faymonville 2018
- **SCHWEIZER STRAHLER** 52(3), 08.18
 - 14-19 Hämatitquarze vom Dachberg, Vals, GR
 - 20-25 Ergänzung zur Mineralogie des Steinbruchs Eclépens VD
 - 26-27 Klinochlor und Baileychlor [*Lengenbach, CH*]
- **AGAB MINIBUL** 51(8), 10.18
 - 185-201 L'or des Cévennes
 - 202-209 Sainte-Marie-aux-Mines: couples: pépites d'or et pépites minérales
- **LAPIS** 43(9), 09.18
 - 5 'Regenbogen'-hämatit: wie entsteht der bunte Schiller?
 - 6 Mexikanische Riesenkristalle in Gefahr?
 - 8-11 Enargit
 - 12-33 'Trigonale' Fluoritkristalle aus Röhren im Erongo-Granit
 - 34-39 Rockenhausen, Pfalz: eine historische Mineralfundstelle
 - 40-41 Gesteine und ihre Mineralien: 7. Diabas
 - 42-44 Gefensterter Bergkristalle aus der Goldberggruppe in der Rauris
 - 45-47 Neue Mineralien (Burroït; Calamait; Disulfodadsonit; Ewingit; Ferro-Ferrihornblende; Fiemmeit; Klinosuenoit; Manganiseladonit; Telluromandarinoit; Vondechenit)
- **DER AUFSCHLUSS** 69(5), 10.18
 - 261-271 Zur Geologie und Mineralogie des Steinbruchs 'An der Schanz' am Grünen
 - 272-279 Bedrohte Relikte historischen Tagebaus
 - 280-287 Woher stammen die Funde von wirklich grossen Bernsteinklumpen?
 - 288-297 Die edlen Steine von Kozakov und Levin, Riesenbirgvorland
 - 298-307 Neubestimmungen von Fundstellen in Sachsen: Buserit, Strashimirit, Clinohumit, Ferrokesterit, Népouit, Volkonskiit, Weesit und weitere
 - 308-314 Die Zukunft des Sammelns in den Geowissenschaften und die Zukunft der VFMG
 - 315-316 200 Jahre Geowissenschaften in Heidelberg
- **GRONDBOOR EN HAMER** 72(4), 10.18
 - 112-117 De interne structuur van de stuwwal bij Hollandse Rading
 - 117-125 Vulkanisme op IJsland
 - 126-133 De mijnbouwgeschiedenis van Bernissart in Henegouwen
- **GEA** 51(3), 09.18

Themanummer: 50 jaar GEA, met talrijke bijdragen over de geschiedenis van de Stichting GEA

 - 77-78 Honderd jaar Rijksmuseum
 - 81-82 Het micromounten in Nederland
 - 83-84 Boraxparels
 - 85-86 'Pseudogaylussiet'-kristallen in Nederland
 - 88-92 Mineralen verzamelen, hoe doe je dat?
 - 92 Magmahaarden onder vulkanen bevatten geen homogeen magma
 - 93 Samenstelling van nieuwe aardkorst hangt samen met eigenschappen van zeewater in subductiezones
 - 94-97 Revoluties in het systeem aarde

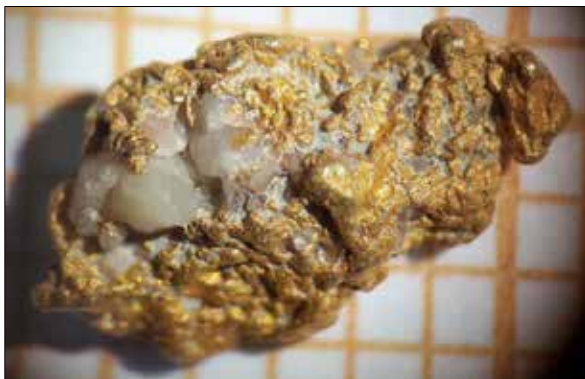
Belangrijke goudvondst in België

Herwig Pelckmans

Blijkbaar zijn er nog steeds goede vondsten te doen in ons landje, zij het met de nodige dosis geluk en volharding uiteraard.

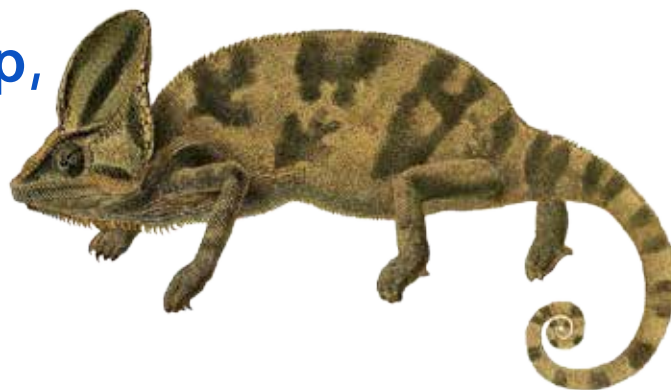
Op 2 juni 2018 werd door Yves Fassin (lid van onze zustervereniging AGAB) in Waimes in de Belgische Ardennen een goudnugget van zo'n 8 x 3 mm gevonden, met een gewicht van 230 mg! Waimes (plaatselijk ook wel Weismes genoemd) ligt bij Malmédy in de provincie Luik.

Gezien zijn afmetingen behoort hij ongetwijfeld tot de grootste "nog in leven zijnde" goudnuggets die ooit in België gevonden werden. Naast gedegen goud bevat de nugget duidelijk ook nog sporen van de kwartsader waarin hij zich bevond.



*Bovenaan: Yves Fassin met in het midden van de goudpan zijn opzienbarende vondst.
Midden: de goudnugget in kwestie, vooraan op de middenvinger van Yves.
Onderaan: detailopname van de goudnugget op een achtergrond van millimeterpapier.*

De sodaliet-groep, echte kameleons



Ludo Van Goethem
Axel Emmermann

1. Inleiding

De aanleiding voor dit artikel is een ongebruikelijke fluorescentie die optreedt in een stuk fotochrome sodaliet (zie par 5.2) van het Koksha gebied in Afghanistan (specimen Herwig pelckmans in fig 18). Geïnteresseerden kunnen het filmpje bekijken op Youtube:

https://www.youtube.com/watch?v=sI_afCLcl68&feature=share

Omdat vele mineralen uit de sodalietgroep wel meer speciale effecten vertonen, hebben we het artikel uitgebreid tot alle "erkende" courante mineralen van deze groep, namelijk:

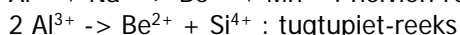
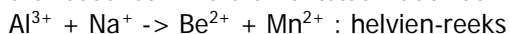
sodaliet	$\text{Na}_8 (\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}) \text{Cl}_2$
häüyn	$\text{Na}_6\text{Ca}_2 (\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24}) (\text{SO}_4)_2$
noseaan	$\text{Na}_8 (\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}) (\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$
lazuriet	$(\text{Na,Ca})_8 (\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}) \text{S}_2$

In de tabel hebben we de ideale eindleden vermeld. In de literatuur vind je soms tussensamenstellingen, maar dat is voor later. Tussen häüyn en noseaan is een hele rits tussenleden mogelijk. Tussen de andere is dat ook in beperkte mate het geval. Op lazuriet komen we verder nog in detail terug. Over het al dan niet "bestaan" ervan is de wereld verdeeld. We geven hier onze visie om de naam lazuriet niet zomaar te verwerpen. Verder heb je nog hackmaniet, een sodalietvariëteit waar we ook in detail op terugkomen. Lapis lazuli tenslotte is een blauwe lazurietvariëteit (het is eigenlijk een gesteente) die ook als edelsteen wordt gebruikt. Beide zijn GEEN officiële mineraalnamen meer.

Natrium kan gedeeltelijk vervangen zijn door kalium of calcium. Ook dat is een onderwerp voor later, want het vormt een extra verhaal voor de onderverdeling.

Verder wordt het duidelijk dat de aanwezige oranje fluorescentie kan gebruikt worden om de mineralen te onderscheiden met een spectrometer. We passen dat toe op enkele mineralen van het Koksha gebied. Vermits we het ook over kleuren en fluorescentie gaan hebben in dit artikel verwijzen we naar de pdf versie waar (alle) foto's in kleur te zien zijn. Voor diegenen die meer foto's willen en ook uitleg bij een aantal moeilijke begrippen, is er de e-pub versie die je met een e-reader kan lezen en die extra hyperlinks bevat. (<http://www.minerant.org/MKA/archief.html>)

De "andere" sodaliet mineralen ontstaan door een typische ionenuitwisseling, bijvoorbeeld



Deze behandelen we niet in dit artikel.

Tenzij anders vermeld bij de foto zijn de foto's en figuren in dit verhaal van Axel Emmermann en Ludo Van Goethem. Voor de gebruikte spectrometers en UV-bronnen verwijzen we naar § 7.

Omdat ons budget geen full-color toelaat verwijzen we voor de kleurenfoto's naar de kaft-pagina's. Om het terugvinden van de juiste foto te vergemakkelijken hebben we ze in de tekst telkens aangegeven met een thumbnail en figuur-nummer.

2. Toepassingen.

Naast edelsteentoepassingen van de zeer blauwe variëteiten, was de blauwe variant (en dan voornamelijk lazuriet) gegeerd als de kleurstof ultramarijn. Deze was heel duur en het zuiveringsproces uit lapis lazuli was heel tijdrovend. Nu kan men ultramarijn synthetisch maken, vandaar de vele studies om lazuriet te synthetiseren uit andere (goedkopere) silicaten.

Blijkbaar kan je ook heel dure tegels kopen voor je vloer of muur gemaakt van sodaliet (private mededeling Ernst Burke) onder de naam "Azul Bahia". Het betreft een sodalietvoorkomen in de Bahia provincie in Brazilië waar dit gesteente (sodaliet syeniet) ontgonnen werd (Lourdes, 2005, 2007). We hebben één prijs gevonden. Die was ongeveer 75 EUR/m², de modale keuken en badkamer dus.

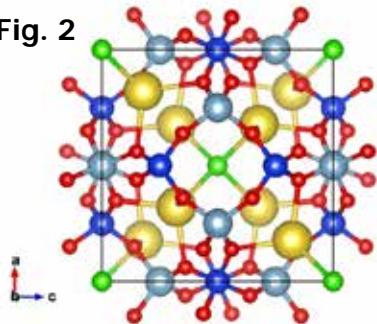


Fig. 1

Een andere mogelijke toepassing was gebaseerd op een fotochrom effect. Een aantal variëteiten uit de groep kan men kleuren via UV-C licht (of in het duister) en terug bleken met zichtbaar licht (zie ook par 5.2). Omdat dit mogelijkheden opende voor beeldschermen zijn er vele studies geweest op synthetische sodaliet speciaal verontreinigd hiervoor. Tot op heden is er echter geen praktische toepassing.

3. Kristalstructuur

Fig. 2

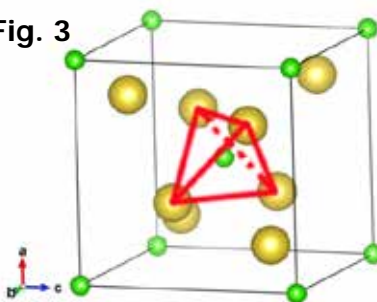


Vermits het om silicaten gaat, is de basis natuurlijk het SiO₄ tetraëder netwerk (Fig 2). Daarin is de helft van silicium vervangen door aluminium. De kationen (Na⁺, Ca²⁺, K⁺) zijn aanwezig als ladingscompensatie voor aluminium zodat het geheel elektrisch neutraal blijft. Het is een typisch verschijnsel dat in silicaten 3-waardig aluminium 4-waardig silicium vervangt. Silicium en aluminium tetraëders vormen een geordend patroon.

Belangrijk voor het latere verhaal is dat natrium (of zijn vervanger) tetraëders vormt waarbinnen een chloor (of één van de andere negatief geladen groepen) gevangen zit.

Je krijgt zo een [(Na⁺)₄ Cl⁻] groep of iets analoogs dat er voor zorgt dat het geheel elektrisch neutraal is (Fig 3).

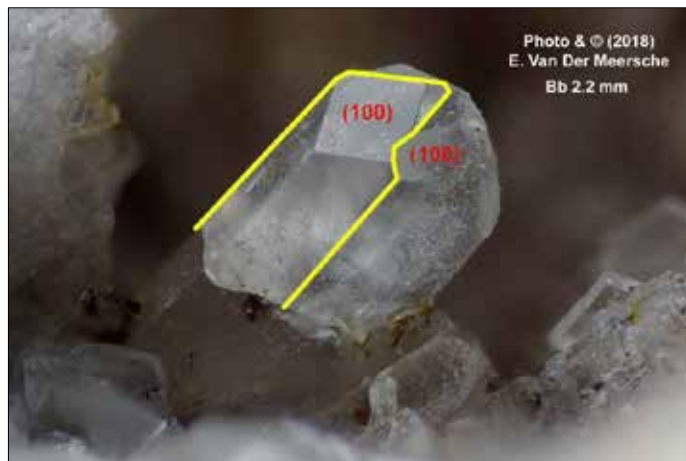
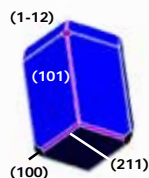
Fig. 3



De mineralen van de sodalietgroep zijn kubisch met puntgroep $\bar{4} 3 m$ en ruimtgroep P-4 3 n. De roosterparameter varieert afhankelijk van de ionen (chloor is kleiner dan de sulfaatgroep). Maar er zijn ook orthorombische en lagere symmetrieën gekend van deze mineraalgroep, zeker bij lazuriet (bvb Tauson, 2012). De eenheidscel wordt een veelvoud van de kubische ten gevolge van ordening in de verschillende aanwezige zwavel- en aanverwante groepen (Tauson, 2014, Hassan, 1989).

	Celparameter (nm)
Sodaliet	0.888 (0.887-0.888)
Noseaan	0.907 (0.905-0.908)
Lazuriet	0.907 (0.907-0.909)
Häüyn	0.911 (0.908-0.913)

Kristallen hebben meestal een dodecaëdervorm, dikwijls uitgerekt in de [111] richting (Fig. 4). Tweelingen op {111} zijn mogelijk. Meestal zijn dit parallelle tweelingen. Die kan je herkennen aan het feit dat er dan geen 3 dodecaëdervlakken aan de lange uiteinden zijn, maar zes en dat er eventueel ook concave hoeken zijn. De dodecaëdervlakken die het "prisma" vormen vallen samen in beide individuen (Fig. 5).



à
 Fig 5. Noseaantweeling van de Laacher Kessel, Mendig, Eifel, Duitsland. Eén individu is met een omhullende lijn aangeduid. Noteer de 2 kubusvlakjes (100) uit elk individu die 60° gedraaid zijn. De lijn bovenaan is de ribbe die een vlak van de andere dodecaëder doormidden snijdt en je ziet de inspringende hoek (verzameling en foto Ó 2018 Eddy Van Der Meersche).

4. Chemie en voorkomen.

4.1. Sodaliet.

Wanneer we verder in de tekst spreken over 'zwavel', dan bedoelen we in feite (poly)sulfide- en/of thiosulfaat-species en/of elementaire zwavel, t.o.v. 'gewone' sulfaat-ionen (Tauson et al., 2011).

Zuiver sodaliet is het chloor-eindlid van de groep. Zuiver sodaliet is wit, maar kan nagenoeg elke kleur aannemen. De streep is wit. De hardheid 5.5 tot 6. De geanalyseerde sodalieten in de RUFF (Lafuente, 2015 en <http://rruff.info>) database, liggen alle zeer dicht bij het zuivere eindlid. Soms is het natrium vervangen door vacatures of kalium, maar telkens slechts 1 à 2%.

Sodaliet is een typisch mineraal in alkalirijke dieptegesteenten en hun pegmatieten (bvb nefelien-syeniet, zie ook Andersen, 2013), maar komt ook voor in metamorfe kalkrijke gesteenten die in contact stonden met alkalirijke vulkanische gesteenten.

Hackmaniet is een sodalietvariëteit die zwavel bevat ter vervanging van chloor. Deze vertoont fotochrome effecten en een typische fluorescentie. Voor de taalpuristen geef ik mee dat je ook "fotochromische" vindt in de Nederlandstalige literatuur. We opteren hier voor "fotochrom" omdat je dit in de meeste talen tegenkomt. Op beide verschijnselen komen we later terug. Hackmaniet is geen officiële mineraalnaam (cfr IMA master list, november 2017).

De vraag is wanneer je een sodaliet "hackmaniet" noemt. Er zijn vele definities in omloop (zie bvb ook Mindat).

- Sodaliet met zwavel en een oranje fluorescentie
- Een sodalietvariëteit met fotochrome eigenschappen
- Een witte tot grijze sodaliet met sporen zwavel (< 1%)
- Een combinatie van de bovenstaande eigenschappen

Persoonlijk opteren we voor de fotochrome definitie. Die vind je ook terug in de recente literatuur (Norrbo, 1916 en Finch, 2016). Maar een betere benaming, conform de IMA, lijkt ons in dat geval: fotochrome of fotochromische sodaliet.

4.2. Häüyn en noseaan.

Häüyn (Fig. 6) en noseaan (Fig. 7) zijn de sulfaat-eindleden van de groep. Häüyn is zuiver sulfaat, noseaan bevat ook water. In praktijk is een continue overgang mogelijk tussen beide, en ook een overgang naar lazuriet (zie volgende paragraaf).

Een noseaan in de RUFF database bevat naast voornamelijk natrium ook nog calcium, vacatures en kalium. De sulfaat groep en water waren 50/50 verdeeld.



Als we in de volgende paragrafen over percentages spreken dan is dit t.o.v. de twee anionen in de formule. Deze zijn op 100% gesteld (Als er bvb effectief 2 chloorionen aanwezig zijn, dan spreken we van '100% chloor').



Di Muro (2004) heeft gesteenten beschreven van de Monte Vulture in Italië. Hij beschrijft een zwarte häüyn. Die bevat naast 50% sulfaat ook nog 25% chloor. Noseaan van die locatie zou een witte kleur hebben en 35% sulfaat en 40% chloor bevatten. Beide richting sodaliet dus. Ballasone . (2016) beschrijft sodaliet, häüyn en noseaan van het Vesuvius complex. Sodaliet benadert 100% chloor, maar zowel noseaan (15 à 42%) en häüyn (15 à 30%) bevatten nog

heel wat chloor. Typisch sulfaatgehalte voor häüyn is 65 à 85% en voor noseaan 35 à 61%. Zowel häüyn als noseaan bevatten water. Dus zo éénvoudig is het plaatje niet.

Noseaan is typisch voor fonolieten en aanverwante gesteenten die onderverzadigd zijn. Buiten vulkanische gesteenten treft men het zelden aan, meestal in aegirien-augiet syeniet gesteenten. Häüyn is ook typisch voor fonolieten.

Häüyn is blauw en noseaan is wit ? Dat is toch wat men lange tijd beweerd heeft. Dit werd reeds ontkracht door Cruse en Hentschel (1990) en als we de fluorescentiespectra van het disulfide als determinatie gebruiken (§ 5.1.) dan vinden we inderdaad witte of heldere häüyn en blauwe noseaan (Fig. 7.). Dus de kleur kan zeker niet als regel gebruikt worden.

4.3. Lazuriet of lazu-niet ?

Lazuriet is een verhaal apart. De zuivere zwavelvariant is in de natuur nog niet gevonden. En ook synthetisch gemaakte lazuriet bestond nooit uit 100 % zwavel, maar bevatte nog altijd een grote hoeveelheid sulfaat (Fleet, 2005). Een uitzondering vinden we bij Wagner (2012) die een sulfosodaliet rapporteert met nagenoeg enkel zwavel. Sommigen willen dan ook gezegd hebben dat (natuurlijke) lazuriet eigenlijk een zwavelhoudende noseaan/häüyn is. Onthoud dat, naar analogie van chloor in sodaliet, zwavel en sulfaat zich in de kooien bevinden die door het natrium, kalium of calcium gevormd worden.

Fleet (2005) hanteert in zijn artikel de volgende definities:

- Lazuriet als sulfaat + zwavel = 1 à 2 atomen in de formule
- Häüyn als sulfaat <= 2 atomen in de formule en zwavel quasi nul
- Sodaliet als sulfaat + zwavel < 1 atoom in de formule, zelfs zonder chloor.

Een lazuriet in de RUFF database heeft een samenstelling 67% sulfaat, 32% zwavel en 1% chloor. In het artikel dat door de IMA gerefereerd wordt in de namen database (Hassan, 1985), zijn twee lazurieten beschreven met resp. 22% (Afghanistan) en 43% (Baffin Island) zwavel vs. sulfaat. Verder vind je in de literatuur zwavelgehalten variërend tussen 8 en 43 % afhankelijk van de vindplaats (Afghanistan, Baffin Island, Baikal, Mt Vulture, synthetisch) (Fleet (2005), Tauson (2011), Di Muro (2004)). Het overige deel is dan sulfaat en zelfs chloor.

De verhouding sulfaat/zwavel wordt beïnvloed door de chemische omgeving. Een reducerende omgeving is bevorderlijk voor zwavel, een oxiderende voor sulfaat. Bovendien sluiten de kooien beneden ongeveer 550°C de grote moleculen op zodat de aanwezige zwavel/sulfaat-verbindingen ons mogelijk iets kunnen vertellen over de vormingsomstandigheden (Tauson 2011, Di Muro 2004).

Het lijkt er ook op dat de onderlinge verhouding van natrium, calcium en kalium een betere parameter is om haüyn, noseaan en lazuriet van elkaar te onderscheiden (Ballasone 2016, Di Muro 2004, Wulff-Pedersen 2000). Daarover volgt een apart verhaal in het volgende hoofdstuk.

Verder is Raman spectroscopie en elektronenmicroscopie ook een manier om haüyn van lazuriet te onderscheiden (Wulff-Pedersen, 2000 in La Palma materiaal). Het artikel gebruikt haüyn_{ss} (ss = solid solution) om de discussie te vermijden of het nu om haüyn of lazuriet gaat.



Lapis lazuli verwijst naar de intens blauwe edelsteenkwaliteit van lazuriet (Fig. 8). Een typische begeleider is pyriet en een wit mineraal dat zowel een silicaat (bv. wollastoniet) als calciet kan zijn. Kenmerkende voorkomens zijn metamorfe kalkgesteenten of contactzones tussen pegmatiet (syenitisch) en kalkgesteenten.

β

Fig 8. Lazurietkristal van Koksha, Afghanistan (verzameling Ludo Van Goethem)

4.4. Het natrium-kalium-calcium verhaal.

Zoals in vorige paragraaf vermeld hebben sommige auteurs zich gebaseerd op de verhouding van de alkalimetalen om de mineralen van de groep onder te verdelen. Dit is nog niet zo abnormaal, vermits dit bij vele silicaten gebeurt.

In de grafieken hebben we de gevonden analyses uitgezet enerzijds in een Na-K-Ca diagram (Fig. 9a), en anderzijds in een Cl-S-H₂O-SO_x diagram (Fig. 9b) (Hogarth 1980, Tauson 2011, Ballasone 2016, Di Muro 2004, Wulff-Pedersen 2000).

De zones in het Na-K-Ca diagram komen uit de literatuur (origineel in Lessing 1971) op de zone lazuriet na, die we zelf hebben gedefinieerd aan de hand van de naamgeving van de analyses. Het andere diagram hebben we onderverdeeld in een "zwaveloxide" as (oxiderend) en een as die de andere groepen weergeeft samen met zwavel ("reducerend").

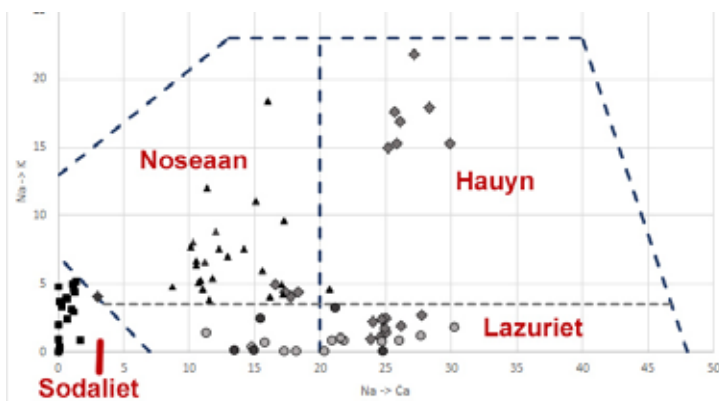


Fig 9a. Na-Ca-K diagram. De x-as geeft toenemend calcium aan, de y-as toenemend kalium. De oorsprong is 100% natrium. Vierkanten: sodaliet, driehoeken: noseaan, ruiten: haüyn, bollen: lazuriet (donkere bollen = synthetisch)

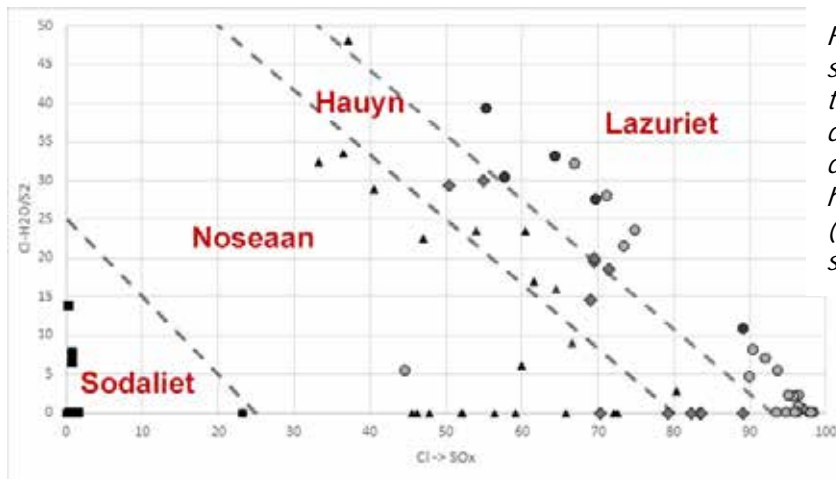


Fig 9b. Diagram dat het sulfaat-gehalte weergeeft t.o.v. de andere groepen in de kooi. Vierkanten: sodaliet, driehoeken: noseaan, ruiten: hauyn, bollen: lazuriet (donkere bollen = synthetisch)

In beide diagrammen komen uitzonderingen voor. Sodaliet ligt mooi afgebakend. In het Na-K-Ca diagram is de zonering ook redelijk duidelijk. Er zijn twee uitzonderingen: hauyn van Mt Vulture die in het noseaan-gebied ligt en de La Palma hauyn die in het lazuriet-gebied ligt (maar daar ging het artikel dan ook over). Lazuriet ligt verspreid in de ganse zone met laag kalium gehalte.

In het "zwavel" diagram is er meer verwarring. Daar is zoals verwacht de grens tussen hauyn en lazuriet niet éénduidig. Een ander nadeel van deze benadering is het feit dat men speciale, niet-courante technieken nodig heeft om de juiste oxidatietoestand van zwavel te bepalen. Vandaar ook de vele meetpunten op de onderste as.

Een onderverdeling op basis van Na/K/Ca in plaats van de historische gebaseerde op de andere anionengroepen is dus zeker een discussie waard binnen de IMA. De afwijkingen kan men dan voorzien van een prefix, zoals dat ook gebeurt is bij de andere silicaten of reeds bij hydroxy-sodaliet en carbonaat-sodaliet.

Lazuriet is dan kalium-arm, hauyn kalium-rijk. Een noseaan is calcium-arm, een hauyn calcium-rijk. Lazuriet met veel sulfaat, kan men dan bvb sulfaatrijke lazuriet noemen of omgekeerd sulfiderijke hauyn. De naam lazuriet kan men behouden indien ooit de zwavelrijke variant als mineraal gevonden wordt.

Het is enkel afwachten tot de IMA beslist hierrond een aparte werkgroep op te richten. Discussie zal er binnen die groep zeker zijn.

5. De kleurcentra.

Over de kleur(en) in de sodaliet groep is het laatste woord nog niet gezegd. Er is wel een redelijke consensus, maar die wordt ook nog geregeld in twijfel getrokken. Hieronder een overzicht.

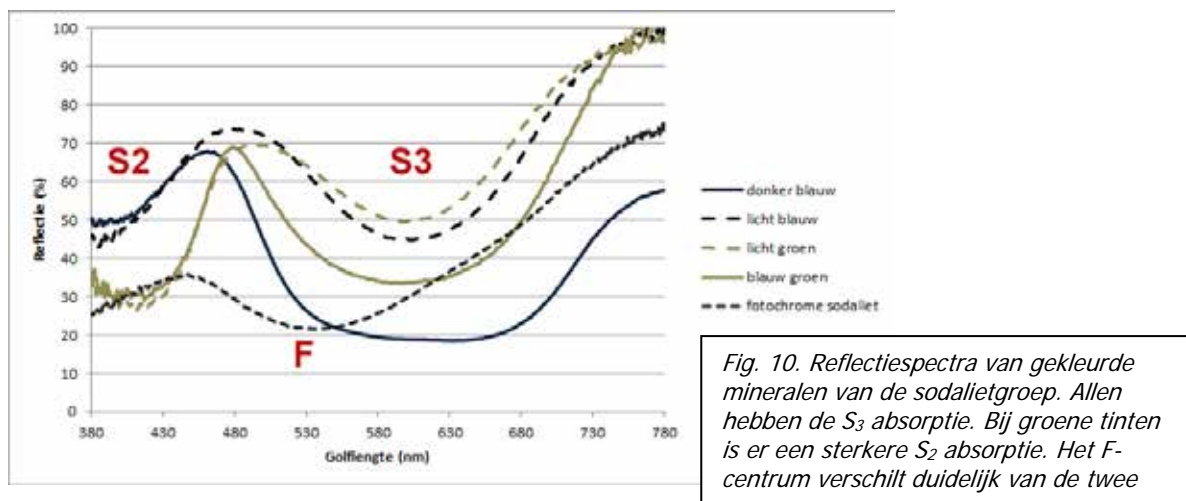
5.1. Zwavel.

5.1.1. Absorptiekleuren.

Zwavel kan in een aantal toestanden voorkomen in de groep. S_2 (twee zwavelatomen) en S_3 (drie zwavelatomen) worden verantwoordelijk geacht voor de blauwe kleur. Vervangen van zwavel door seleen in synthetische sodalieten geeft een rode kleur (Schlaich, 2000). Finch (2016) daarentegen zegt dat S_2 verantwoordelijk is voor geel (absorptie bij 400 nm), S_3 voor blauw (absorptie rond 620 à 650 nm) en S_4 (vier zwavelatomen) voor purper (absorptie rond 510-520 nm). Norrbo (2016) legt

de S_3 bij 600 nm. Fleet (2005) en Tauson (2012) beweren dat de blauwe kleur toch niet éénduidig kan gekoppeld worden aan zwavel.

Fig. 10 toont een aantal reflectiespectra van gekleurde sodalieten. Ter vergelijking is een fotochrome sodaliet (par 5.2) eveneens getoond. Door de verhouding van de verschillende banden te variëren, wordt de kleur ook gewijzigd. Variaties van geel over groen en blauw tot purper zijn mogelijk.



5.1.2. Emissiekleuren.

5.1.2.1. Waarnemingen.

De oranje fluorescentie (Fig. 14 tot 17), typisch voor de sodalietgroep, wordt toegeschreven aan S_2 . Het is een vibronisch spectrum dat ontstaat door extra ionisatie: $S_2^{1-} + e^- \rightarrow S_2^{2-}$. Op een brede emissieband vind je een aantal pieken (die in aantal toenemen en scherper worden bij afkoeling tot vloeibare stikstoftemperatuur).

Bij kamertemperatuur zijn meestal 5 à 7 vibronische maxima zichtbaar (Sidike, 2007, Kirk, 1954) die 20 à 24 nm uit mekaar liggen en op een brede band tussen 500 en 800 nm liggen.

Uit de zelf opgenomen spectra (met een UV-A blacklight, een 365 nm of een 400 nm UV-A LED), onderscheiden we een aantal spectra:

- Het sodaliet spectrum met minder uitgesproken structuur en een maximum rond 625 nm. De vibronische amplitude bij het maximum bedraagt gemiddeld 7%
- Het lazuriet/haüyn spectrum met meer uitgesproken structuur en een maximum rond 695 nm. Haüyn heeft gemiddeld meer structuur dan lazuriet (28% vs 24% gemiddelde amplitude).
- Het noseaan spectrum met een meer uitgesproken structuur en een maximum rond 645 nm. De vibronische amplitude bij het maximum bedraagt gemiddeld 16%.

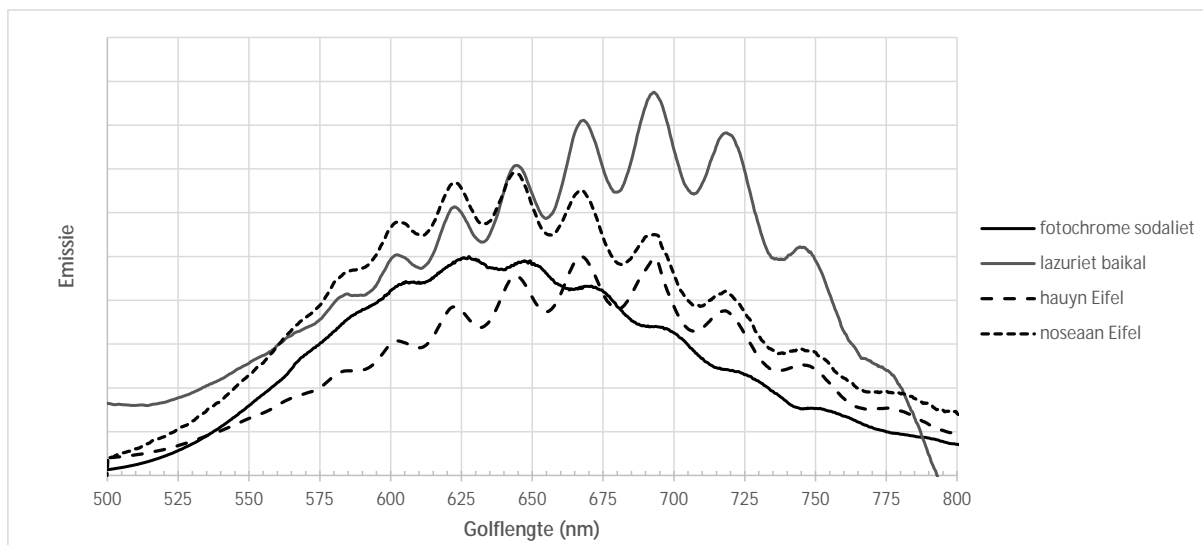


Fig 11. Emissiespectra van de 4 mineralen. De emissie is in arbitraire éénheden, maar de spectra zijn wel gecorrigeerd voor de spectrale gevoeligheid van de spectrometer.

De vibronische maxima zijn in de lazuriet/hauyn reeks ietwat roodverschoven in vergelijking met de sodaliet en noseaan reeks. Maar de ligging correspondeert gemiddeld met die van de literatuur. Let op: een onderliggende fluorescentie van mangaan kan het maximum één vibronische band laten opschuiven. De identiteit van de monsters is geverifieerd met Raman spectroscopie (UGent, Dept. Chemie, Raman spectroscopie, cfr. dankwoord) en met EDX/SEM analyse (UA, EMAT, cfr. dankwoord).

De dominante golflengte van de fluorescentiekleur (berekend volgend de CIE nomenclatuur) varieert tussen 587 en 591 nm, wat als officiële benaming "oranje" oplevert.

5.1.2.2. Het kooiprobleem.

Als we de vibronische fijnstructuur bekijken, dan is er met de nauwkeurigheid van onze spectrometers niet onmiddellijk een verschil tussen de 4 mineralen. Het energieverschil tussen de banden is gemiddeld 68 meV (548 cm^{-1}) met een spreiding van ± 5 meV (3-sigma waarde). Dit is in het gebied dat we ook in de literatuur terugvinden voor disulfide verbindingen. Voor organische moleculen ligt de frequentie tussen 500 en 700 cm^{-1} . Metingen op anorganische stoffen (Hunsicker, 1995) geven 600 cm^{-1} in alkali-jodides.

Een extra woordje over lazuriet, noseaan en hauyn. In figuur 11 zien we een duidelijk onderscheid, zowel qua plaats van het maximum en amplitude van de vibronische banden. In figuur 12 zien we dat er ook in lazuriet verschillen in amplitude- en positie-maximum kunnen optreden. Variaties in amplitude vinden we terug bij elk van de mineralen. De lazuriet van Chili in de RUFF database gaf trouwens enkel sulfide weer en geen sulfaat, dus zeer zwavelrijk. De kleinere amplitude is dan ook vermoedelijk concentratie quenching.

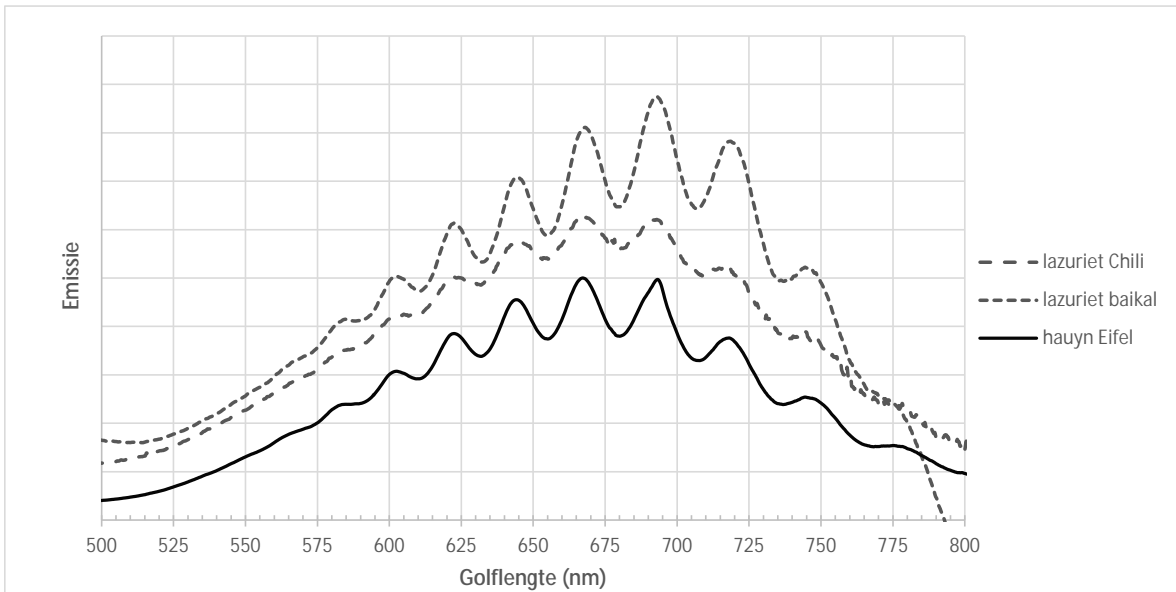


Fig 12. Emissiespectra van hauyn en 2 lazurieten. De verschillen in amplitude en de verschuiving van de maxima zijn duidelijk te zien.

Een zeer plausible verklaring hiervoor is een verschil in de kooien. Sodaliët heeft slechts één type kooi en die is klein. In de drie andere mineralen zijn er echter verschillende kooien mogelijk, niet alleen qua samenstelling, maar ook in grootte. Zo nemen de vervangende kalium- en calciumionen niet dezelfde plaats in als natrium en zelfs voor natrium zijn meerdere posities mogelijk (Fig. 13) (zie bvb Rastsvetaeva, 2002; en Hassan, 1985 en 1989).

In sodaliët is de kooi $[\text{Na}_4 \text{Cl}]$, in hauyn $[\text{Na}_3\text{Ca SO}_4]$ of $[\text{K}_2\text{Ca OH}]$, in noseaan $[\text{Na}_4 \text{SO}_4]$ of $[\text{Na}_4 \text{H}_2\text{O}]$ en in lazuriet $[\text{Na}_3\text{Ca SO}_4]$ of $[\text{Na}_3\text{Ca S}_x]$. Waarschijnlijk zijn er ook tussenvormen gezien de overgangen tussen de mineralen.

Naargelang van de grootte van de kooi en de interactie met de types ionen, kan het disulfide vrijer trillen of niet, en dat zal de intensiteit van de banden beïnvloeden en ook de bezetting van de energieniveau's en dus het maximum. Er wordt algemeen van uitgegaan dat het S_2 in de sulfaat-kooien zit, maar het lijkt ons niet onmogelijk, gezien de variatie in spectra, dat meerdere bezettingen mogelijk zijn. Een project werd opgestart met de LUMILAB groep van de UGent om dit verder te onderzoeken met spectroscopische technieken.

Verschillen in amplitude kunnen ook veroorzaakt zijn door de sulfide concentratie (orbitaaloverlap bij hogere concentraties wat piekverbreding geeft)

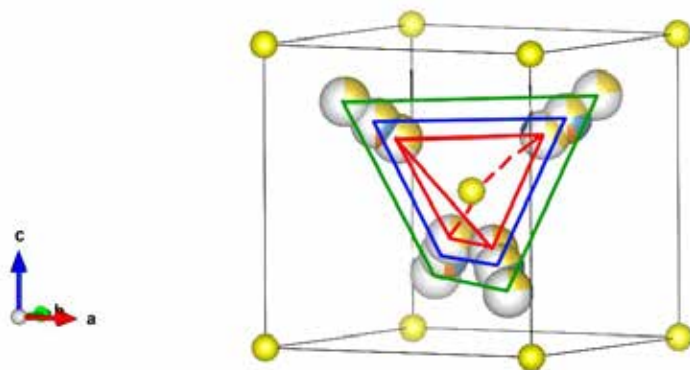
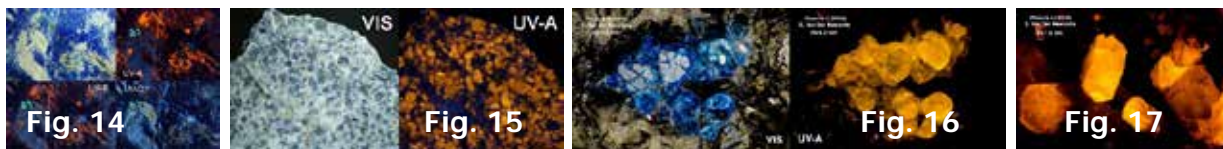


Fig. 13. In lazuriet, noseaan en hauyn zijn verschillende posities mogelijk van Na, K en Ca (grote bollen) en dus ook kooigroottes (tekening met VESTA (Momma, 2011). Het silicaatrooster is weggelaten. De kleine bollen stellen de andere groepen voor (chloor, hydroxyl, water, sulfaat, disulfide, ...)



5.2. Fotochrome centra.

Bij de sodalietgroep uit fotochromie zich als volgt: bij bestraling door UV en blauw licht (225 -> 480 nm, of lang in het duister) zijn sodalieten roze tot paars gekleurd. Onder invloed van zichtbaar licht (480 -> 750 nm) wordt sodaliet nagenoeg kleurloos (Pizani, 1985). Het effect is omkeerbaar. Een hoge temperatuur doet het effect teniet.



Het effect is typisch voor wat men in verzamelaarskringen hackmaniet noemt. Als deze fotochrome sodaliet gevonden wordt of met een verse breuk is hij gekleurd. Onder invloed van het licht verkleurt hij zeer vlug. In de Engelse literatuur (zeker de oude) vindt men soms ook het woord "tenebrescent".

Het verschijnsel wordt gekoppeld aan F-centra (kleurcentra). Een F-centrum (van het Duitse Farbe) ontstaat als een vacature van een negatief ion in het kristalrooster opgevuld wordt door één of meer ongepaarde elektronen. Deze absorberen dan licht en geven kleur. F-centra in bvb haliet zijn zeer gekend. Absorptie in sodaliet door F-centra is getoond in Fig. 10. Een allereerste studie en een link naar een F-centrum gebeurde al vroeg (Medved, 1954).

Wat er juist gebeurt tussen kleuren en bleken is een ander verhaal. Iedereen is het erover eens dat het een uitwisseling is met een ander centrum dat het elektron levert. Uitgaande van bestralingen en bleken en opwarmen van het specimen, komen de verschillende modellen naar voor.

Van den Brom (1974) stelt dat het elektron afkomstig is van de Al-tetraëdergroepen, die dan achterblijven met een gat in één van hun bindingen. Het elektron zou in dit geval paren met een extra interstitieel natriumion dat de lading van aluminium compenseert. Hij sluit zwavel uit als leverancier omdat het effect ook zou optreden in sodaliet waarin geen zwavel gedetecteerd wordt.

Pizani (1985) stelt 6 modellen voor waar hij er dan één van kiest dat het beste de experimenten verklaart. Het model voor het F-centrum is een elektron dat gevangen wordt in de natriumkooi waar normaal chloor (of een ander anion) zit, dus een groep $[e^- Na_4^+]$. Het elektron is afkomstig van een silicium of een aluminium zuurstoftetraëder. Dit zou twee overlappende banden verklaren in het spectrum (rond 600 en 645 nm). Ook hij sluit zwavel uit als bron.

Finch (2016) geeft een globaal overzicht van kleurcentra in sodaliet. Zij hebben natuurlijke sodaliet met verschillende kleuren onderzocht. Een roze sodaliet heeft zijn kleur louter te danken aan het hoger beschreven F-centrum en vertoont een absorptieband bij 360 nm en 530 nm. De blauwe kleur zou eerder afkomstig zijn van het S_3^- defect. Het F-center veroorzaakt een blauwe fluorescentie rond 360 nm. Fluorescentie bij 400 en 460 nm zou afkomstig zijn van paramagnetische zuurstofdefecten naar analogie met veldspaten. De fluorescentie werd in dit geval wel opgewekt door X-stralen i.pl.v. UV-licht. Zij verwijzen ook naar recente literatuur die stelt dat S_2^- de elektronleverancier is.

Norrbo et al. (2016) stellen duidelijk dat het F-center een $[e^- Na_4^+]$ complex is en dat recente literatuur aantoont dat zwavel het elektron levert, en dat het meest waarschijnlijk de S_2^- vorm is. Zij stellen een duidelijk bandenmodel voor dat het mechanisme aantoont.

Warner (2012) heeft het effect bestudeerd in synthetische hackmaniet, sulfo-sodaliet en tugtupiet. Een theoretische berekening voor het F-center (Curutchet, 2016) uitgaande van een getrappt elektron en S_2^- als elektrondonor geven een spectrum dat overeenstemt met de praktijk.

5.3. Andere activatoren.

In de literatuur vinden we ook de klassieke metaalionen als activatoren terug. Drie recente specifieke studies op synthetische en natuurlijke sodalieten zijn hieronder vermeld.

Finch (2016) vermeldt Fe^{3+} met een emissie bij 680 à 700 nm. Het ijzer vervangt aluminium.

Norrbo (2016) die een studie maakte van titaan en met mangaan-gedopeerde hackmaniet. In hun publicatie bleek Ti^{4+} verantwoordelijk voor blauwe fluorescentie rond 450 nm en fosforescentie met maximum rond 520 nm. Mn^{2+} geeft fluorescentie bij 540 nm.

Gaft (2009) identificeert o.a. Fe^{3+} rond 730 nm, Pb^{2+} rond 440 nm, Cr^{3+} rond 687 nm en Hg^{2+} rond 450 nm.

Algemene informatie over de mogelijke activatoren voor kleur en fluorescentie zijn beschreven in Gaft (2005 en 2015), twee referentiewerken die de opvolger zijn van het eerdere werk van Gorobets & Rogojine (2002).

6. Analyse van Koksha sodaliet-mineralen via fluorescentie.

6.1. Het Koksha gebied.

Zoals reeds in de inleiding vermeld is dit verhaal ontstaan naar aanleiding van een aparte fluorescentie in een hackmaniet van het Koksha gebied, Sar-e-Sang, Badakhshan, Afghanistan (specimen Herwig pelckmans in fig. 18). Een beschrijving van de mineralen van deze streek vind je bv. bij J. Wyart (1981) en T. Moore (2014). De ganse sodalietgroep die hier behandeld wordt komt er voor.

Badakhshan is een provincie in het noordoosten van Afghanistan, tussen Pakistan en Tadzjikistan. De Koksha vallei ligt in het Hindu Kush massief met toppen boven de 6000 m. Sar-e-Sang zelf is één van de vele vindplaatsen in de vallei. Het ligt op ongeveer 2500 m aan de Koksha rivier. Om het te bereiken heb je sowieso een 4x4, je voeten en ezels nodig.

Het gebied is sterk metamorf en bevat gneiss, skarns, schist, amphiboliet en pyroxeniet en nog vele andere types gesteenten. Een groot probleem is de juiste vindplaats. In de ganse Koksha vallei zijn in Mindat 3 zones beschreven met in totaal een 15-tal vindplaatsen. Vermits alle mineralen met ezels naar verzamelpunten gebracht worden, is een juiste lokalisatie moeilijk.

6.2. De Koksha mineralen.

Van twee US-contacten (Mark Cole, Rob Woodside) hebben we een hele reeks Koksha mineralen ontvangen. Ze hadden allemaal een etiketje, maar gezien alle verhalen hierboven was natuurlijk de vraag hoe juist dit etiket was.

Het was onder andere de bedoeling na te gaan of er meerdere specimens te vinden waren met het speciale fluorescentie effect (wat niet het geval was).

Verder waren er twee extra stoorzenders in de vorm van afghaniet en marialiet, twee mineralen die dicht bij de sodalieten aanleunen en ook een vibronisch disulfide spectrum hebben. Uit referentiemateriaal bleek echter dat hun maximum duidelijk te onderscheiden was van dat van de leden van de sodaliet groep. Afghaniet had enkele speciale kenmerken, maar dat is stof voor een ander artikel. Naast deze mineralen was er ook de typische omzetting naar witte gonnardiet (blauwe fluorescentie) die van dit gebied uitgebreid beschreven is.

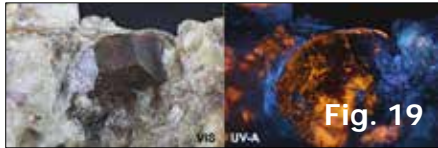
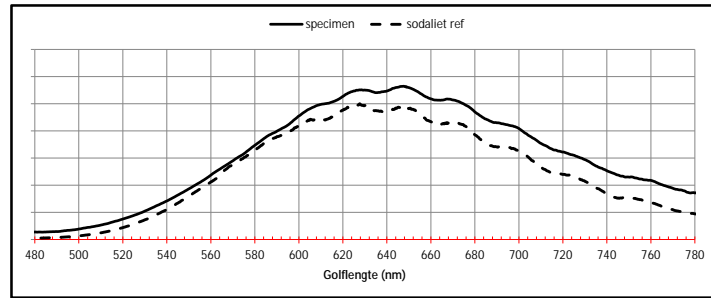


Fig. 19



Het gebruik van de oranje fluorescentie is zeker nuttig voor blauwe mineralen. Een blauwe kleur betekent zeker niet altijd haüyn of lazuriet. Figuren 20, tot 22 tonen tenslotte nog een spectrum dat mogelijk op een andere kooi kan wijzen. We zien ook de aanwezigheid van andere activatoren.

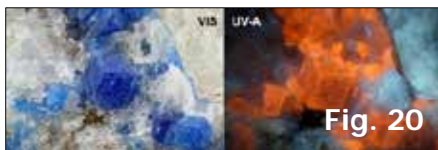


Fig. 20

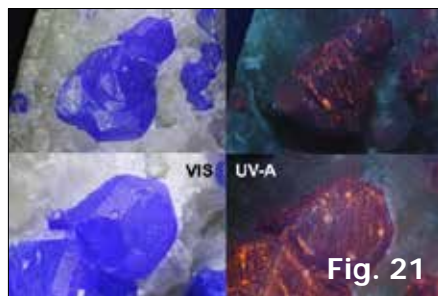
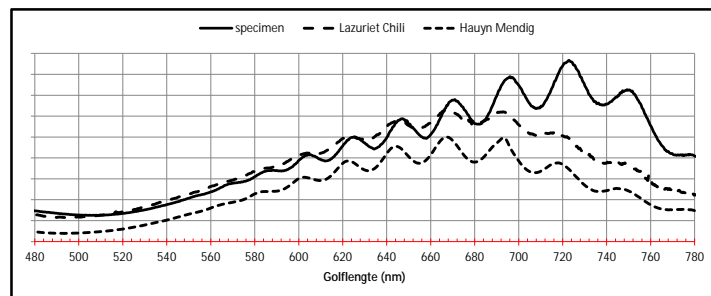


Fig. 21

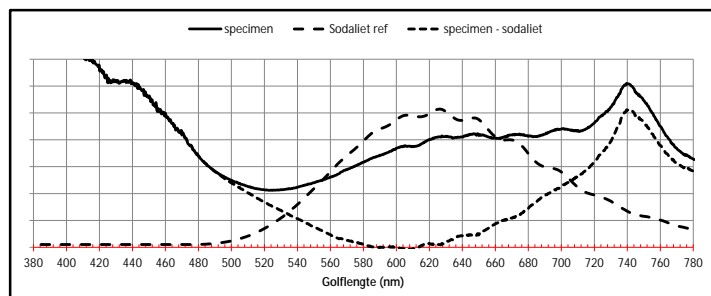
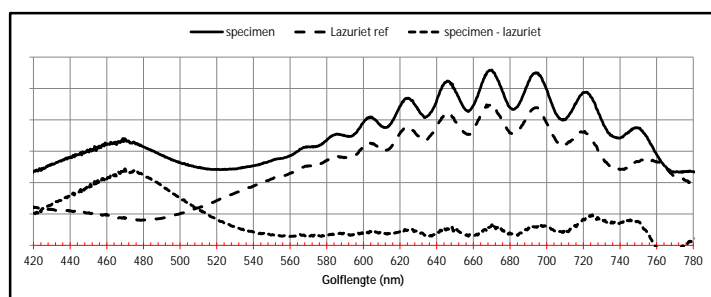


Fig. 22



6.3. De "speciale" Koksha hackmaniet.

De fluorescentie begint met oranje maar wordt vervangen door een blauwe fluorescentie die ook aanleiding geeft tot fosforescentie met analogo spectrum. De oranje fluorescentie leek op het eerste gezicht niet dezelfde als de vibronische disulfide fluorescentie.

Een tweede monster (eveneens Koksha) wierp echter een duidelijker (en ander) licht op het geheel. De oranje fluorescentie blijft, maar de blauwe piek neemt langzaam in intensiteit toe en overstraalt het oranje (Fig 23). Dit is de fosforescentie die langzaam opgebouwd wordt.

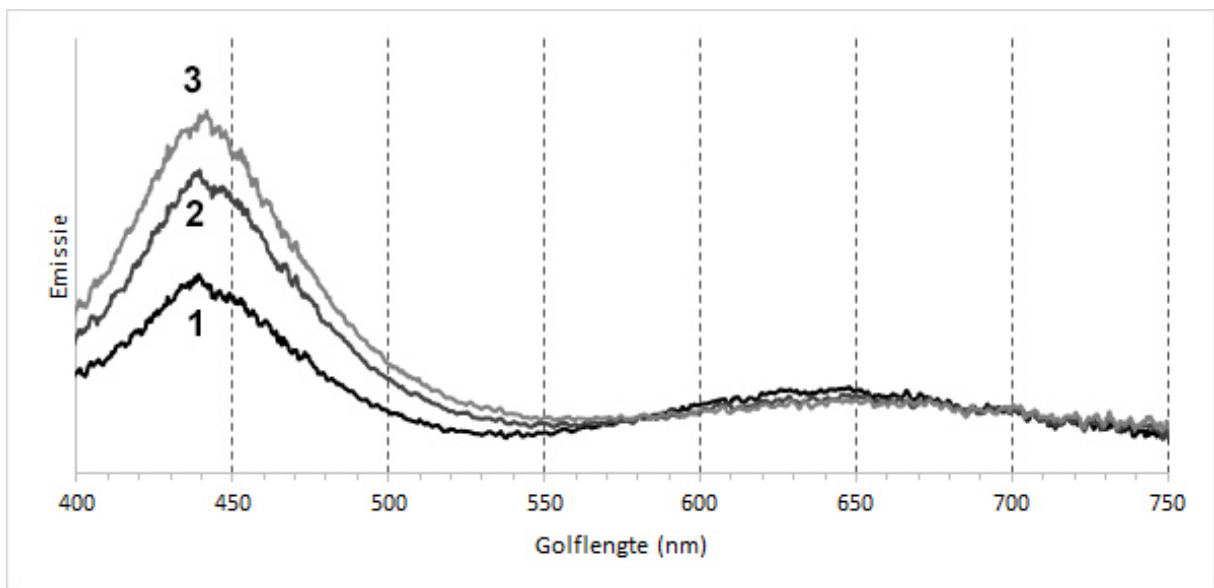


Fig 23. Fluorescentie en fosforescentie van het tweede monster Koksha hackmaniet. De fluorescentie in het oranje gebied blijft, maar de blauwe neemt langzaam toe (1 à 3) waardoor de oranje niet meer gezien wordt.

Dankzij de website van Mark Cole (zie dankwoord), hebben we echter nog volgende observaties kunnen doen:

- Het verschijnsel is helemaal niet zo zeldzaam. Je vindt het voornamelijk in de Afghaanse hackmaniet, maar ook in de Canadese (Ontario) en die van Groenland.
- Het verschijnsel treedt enkel op in hackmaniet die wit fluoresceert. Hackmaniet met een rode fluorescentie (UV-C, Fe^{3+}) vertoont het effect niet.
- De stukken met witte fluorescentie en fosforescentie zijn meestal ook thermoluminescent.
- Van elke vindplaats hebben we een specimen gevonden dat zones bevat met rode fluorescentie die niet fosforesceert en witte fluorescentie die wel fosforesceert (ref bij dankwoord).

Een mogelijke activator voor de blauwe fluorescentie en fosforescentie is titaan. Hiervoor hebben we monsters bezorgd aan een Finse onderzoeksgroep die hierover gepubliceerd heeft (Norrbo, 2016). Het is eveneens beschreven in Wagner (2012). Zodra bevestiging van deze piste volgt hierover een extra artikel.

7. Spectrometers en UV-bronnen.

Voor de spectrale studie werden de volgende spectrometers gebruikt:

- Ocean Optics Jaz spectrometer 180 - 1080 nm
- Ocean Optics Flame spectrometer 200 - 1100 nm
- Ocean Optics USB 2000+ 190 - 888 nm

Voor wat de UV lichtbronnen betreft:

- UV-A: Blacklight spaarlamp (gecentreerd rond 365 nm), LED's 365, 400 nm
- UV-B: LED 305 nm en 310 nm
- UV-C: LED 255 nm en 265 nm

De verschillende UV-bereiken zijn vastgelegd door ISO 21348 en opgenomen in de EEG richtlijn 2006/25/EC en definitief overgenomen in het KB van 01/02/2010. De grenzen zijn als volgt:

- UV-A: 315-400 nm
- UV-B: 280-315 nm
- UV-C: 100-280 nm

De oude begrippen lange golf, middengolf en korte golf zijn dus niet officieel en sloegen trouwens op de gebruikte kwiklampen (365 nm, 302 nm en 254 nm). Het is dus beter (zeker nu met de variatie in LED's) te spreken van het correcte UV-gebied en daarbij de gebruikte golflengte te preciseren.

De spectra in dit artikel werden gecorrigeerd voor de spectrale gevoeligheid van de spectrometer. Dit gebeurt via een halogeenvlamp met een gekende kleurtemperatuur. De éénvoudige en goedkope methode fit het opgenomen spectrum aan een zwarte straler met de juiste kleurtemperatuur.

De meer ingewikkelde en duurdere methode gebruikt een gekalibreerde halogeenvlamp. Voordeel is dat van deze lamp ook de energie-output gekend is. Mits correcte integratie van het fluorescentie-signaal kan men dus ook een intensiteit in energie éénheden opgeven.

Beide methodes werden gebruikt en geven analoge resultaten binnen de opgegeven kalibratienauwkeurigheid. Dit maakt dat de éénvoudige methode door iedereen kan gebruikt worden die geen dure investering in een gekalibreerde lamp wil doen. In het violet en UV is er meer afwijking, maar dit heeft te maken met de lagere lichtintensiteit en dus grotere meetfout van een halogeenvlamp in dit gebied. De afwijking uit zich echter alleen in de algemene vorm van het spectrum en beïnvloedt de conclusies niet.

Het gebruik van een gekalibreerde halogeenvlamp laat toe de interne software van de Ocean Optics te gebruiken en vereist minder fundamentele kennis van de gebruiker maar geeft natuurlijk minder soepelheid naar persoonlijke berekeningen die niet standaard zijn.

8. Dankwoord – acknowledgements.

Een dankwoord dient gericht aan iedereen die specimens ter beschikking heeft gesteld voor fotografie en spectrometrie of zelfs destructief onderzoek of extra literatuur:

- Wim Bruines
- Georges Claeys
- Raymond Dedeyne
- Bart Heymans
- Paul Van hee
- Ernst Burke, ook voor zijn kritische lezing van het artikel en bemerkingen
- Erik Vercammen
- Pierre Rosseel
- Herwig Pelckmans
- Eddy Van Der Meersche, voor de Eifel foto's en specimens
- Peter Vink

A special word of thanks to all the people who contributed by donating samples for research or sending a reprint of their article:

- Mark Cole, Webmaster for Nature's Rainbows, <https://www.naturesrainbows.com>
De drie specimens met beide fluorescenties:
 - Mt-St-Hilaire: <https://www.naturesrainbows.com/single-post/2015/12/01/Sodalite-Hackmanite-Mt-St-Hilaire-Canada>
 - Groenland: <https://www.naturesrainbows.com/single-post/2016/09/29/Sodalite-and-Ussingite-w-Epistolite---Ilimaussaq-Complex-Greenland>
 - Afghanistan: <https://www.naturesrainbows.com/single-post/2016/11/22/Purple-Hackmanite---Afghanistan>

- Andrea Di Muro, Laboratoire de Physique et Chimie des Systèmes Volcaniques, Paris, Frankrijk and Institut de Physique du Globe/Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise, Réunion, Frankrijk
- Cristiano Ferraris, Direction des collections, Muséum National Histoire Naturel, Paris, France for allowing us to use the museum collection for study.
- Adrian Finch, School of Earth & Environmental Sciences, University of St Andrews, Fife, UK
- Mika Lastusaari, University of Turku, Department of Chemistry, Finland who studies photochromic sodalite with persistent luminescence and investigated our specimens.
- Tangui Le Bahers, Univ. De Lyon, Département de Chimie, Lyon, France
- Gian Carlo Parodi, Dept. Sciences de la Terre, Muséum National Histoire Naturel, Paris, France. We got the possibility of taking spectra of their complete collection of sodalite, scapolite and cancrinite family.
- Nick Schryvers, Joke Hadermann, Tine Derez en Basem Masoud, EMAT, University of Antwerp, for the use of their SEM/EDX to confirm the composition of the specimens.
- Philippe Smet, LUMILAB, Ghent University for the initiation of the study of the cage problem with spectral technique
- Alexander Tauson, Vinogradov Institute of Geochemistry, Irkutsk, Russia
- Robert Woodside, Hudson Institute of Mineralogy dba Mindat.org, Keswick, USA
- Bernd Ternes for the Eifel specimens of haüyn and nosean
- Peter Vandenaabeele, Sylvia Lycke, Ghent University, Chemistry Department, Raman Spectroscopy, for the use of their Raman microscope to confirm the identify of specimens

9. Literatuur.

- Andersen T. et al (2013) *Petrology of nepheline syenites in the Oslo Rift*, *Mineralogia* 3-4, 61-98
- Ballassone G. et al. (2016) *Sodalite group minerals from the Somma-Vesuvius volcano*. *Can. Min.* 54, 583-604
- Coenraads R. et al (2000) *Lapis Lazuli from the Coquimbo region Chile*, *Gems Gemology*, spring 2000, 28-41
- Cruse B., Hentschel G. (1990) *Zur Mineralogie und Geologie des Reinischen Schiefergebirges*, *Aufschluss Sonderband 33*, p71-72
- Curutchet A., Le Bahers T. (2016) *Modeling the photochromism of S-doped sodalites*, *Inorganic Chemistry*, 56, 414-423
- Di Muro A. et al. (2004) *Complex colour and chemical zoning of sodalite group phases in haüynophore lava from Mt Vulture*, *Min. Mag.* 68(4), 591-614
- Finch A. et al. (2016) *Defects in sodalite group minerals determined from X-ray induced luminescence*, *Phys. Chem. Min.* 43-7, 481-491
- Fleet M. et al. (2005) *Chemical state of sulfur in natural and synthetic lazurite by S K-edge XANES and X-ray photoelectron spectroscopy*, *Can. Min.* 43, 1598-1603
- Gaft M., Reisfeld R., Panczer G. (2005) *Luminescence Spectroscopy of Minerals and Materials*. Springer Verlag. ISBN 3-540-21918-8
- Gaft M., Reisfeld R., Panczer G. (2015) *Modern Luminescence Spectroscopy of Minerals and Materials*. Springer Verlag. ISBN 978-3-319-24765-6
- Gaft M. et al. (2009) *Laser induced time resolved luminescence of tugtupite, sodalite and hackmanite*, *Phys. Chem. Min.*, 36, 127-141
- Gorobets B., Rogojine A. (2002) *Luminescence spectra of minerals*, All-Russia Institute of Mineral Resourceev(VIMS). Moscow, ISBN 5901837053
- Hassan I. et al. (1985) *The structure of Lazurite*. *Acta Cryst.* C41, 827-832
- Hassan I. et al. (1989) *Incommensurate modulated structure of nosean, a sodalite group mineral*. *Am. Min.* 74, 394-410
- Hettmann K. et al. (2012) *The sulfur specification in S-bearing minerals*, *Am. Min* 97, 1653-1661
- Hogarth D., Griffin W. (1980), *Contact metamorphic lapis-lazuli, the Italian mountain deposits*, *Colorado. Can. Min.* 18, 59-70
- Hunsicker S. et al. (1995) *Rings and chains in sulphur cluster anions S⁻ to S⁹⁻*, *J. Chem. Phys.* 105, 2, 5917-5936
- Kirk R. (1954) *The luminescence and tenebrescence of natural and synthetic sodalite*, *Am. Min.* 40, 22-31

- Lafuente B, Downs R T, Yang H, Stone N (2015) The power of databases: the RRUFF project. In: *Highlights in Mineralogical Crystallography*, T Armbruster and R M Danisi, eds. Berlin, Germany, W. De Gruyter, pp 1-30
- Lessing P., McDonald-Grout C. (1971) Häüynite from Edwards, New York. *Am. Min.* 56, 1096-1100
- de Lourdes da Silva Rosa M. et al (2005) Idade Pb-U da mineralização da sodalita-sienita (azul bahia), *Rev. Braz. Geociências*, 35(3), 33-36
- de Lourdes da Silva Rosa M. et al (2007) Neoproterozoin anerogetic magmatism in the southern Bahia alkaline province of NE Brazil, *Lithos* 97, 88-97
- Medved D. (1954) Hackmanite and its tenebrescent properties, *Am. Min.* 39, 615-629
- Momma K. and Izumi F. (2011), VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data, *J. Appl. Crystallogr.*, 44, 1272-1276
- Moore T., Woodside R. (2014) Famous mineral localities: The Sar-e-Sang lapis mines, Kuran Wa Munjan district, Badakhshan Province, Afghanistan, *Min. Rec.* 45, 3, 280-336
- Medved D. (1954) Hackmanite and its tenebrescent properties, *Am. Min.* 39, 615-630
- Moore T., Woodside R. (2014) The Sar-e-Sang Lapis Mine, *Min. Rec.* 45, 1-58
- Norbo I. et al. (2016) Mechanisms of tenebrescence and persistent luminescence in synthetic hackmanite, *Appl. Mat. Interf.* 8, 11592-11602
- Pizani P. et al. (1985) Colour centers in sodalite, *Am. Min.* 70, 1186-1192
- Shnitko I. et al. (2008) Electronic transitions of S2 and S3 in neon matrices, *Chem. Phys.* 346, 8-12
- Sidike A. et al. (2007) Fine structure of photoluminescence spectrum of S2- in sodalite, *Phys. Chem. Min.* 37, 477-484
- Rastsvetaeva R. et al. (2002) Average structure of cubic lazurite with a 3-dimensional incommensurate modulation, *Crystall. Rep.* 47, 3, 449-452
- Schlaich H. et al. (2000) Optical properties of Se2- and Se2 colour centers in the red selenium ultramarine with the sodalite structure, *Inorg. Chem.* 39(13), 2740-2746
- Tauson V. et al. (2011) Indicative properties of Lazurite as a member of clathrasil mineral family. *Doklady Earth Sciences*, 441-2, 1732-1737
- Tauson V. et al (2012) Sulphur specification in lazurite type minerals, *Eur. J. Miner.*, 24, 133-152
- Tauson V. et al (2014) Reversion of incommensurate modulation in lazurite. *Nat. Resources* 5, 761-771
- Van den Brom W. et al. (1974) Electric dipole centers en colour centers in natural sodalites, *Physica* 77, 1-26
- Warner T., Hutzen Andersen J. (2012), The effect of sulphur intercalation on the optical properties of artificial hackmaniet, sulfosodalite and natural tugtupite. *Phys. Chem. Minerals*, 39, 163-168.
- Wulf-Pedersen E. et al. (2000) Origin and structural character of häüyn in spinel dunite from La Palma, Canary Islands *Am. Min.* 85, 1397-1405
- Wyart J. et al (1981) Lapis Lazuli from Sar-e-Sang, Badakshan, Afghanistan, *Gems and Gemology*, winter 1981, 184-190

MINERANT 2019

Mineralen - fossielen - schelpen - juwelen - edelstenen

11 en 12 mei 2019

Antwerp Expo - Jan Van Rijswijcklaan 191

www.minerant.org/MKA/minerant.html

secretariaat@minerant.org

Na de sluiting van Livingstone-Shop wegens pensioen zijn er nog duizenden mineraalspecimens te koop uit de collectie van de familie Vanacker, tegen erg schappelijke prijzen

Verkoop enkel nog online of na afspraak

☎ 0486 89 33 23

✉ info@livingstone-shop.be of

✉ nadinevanacker47@gmail.com



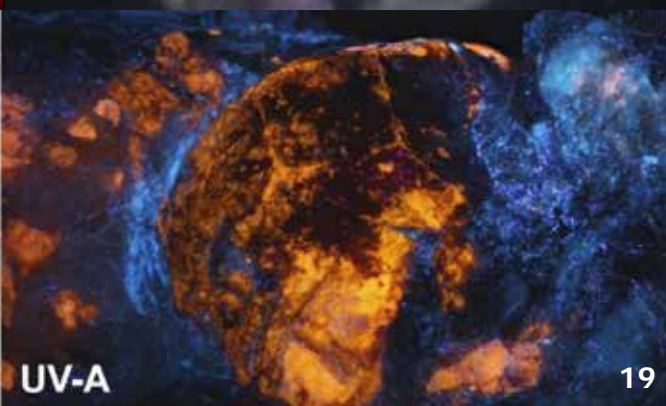
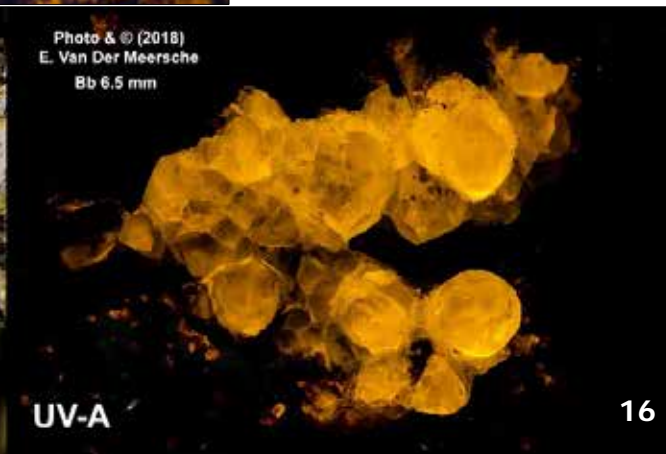
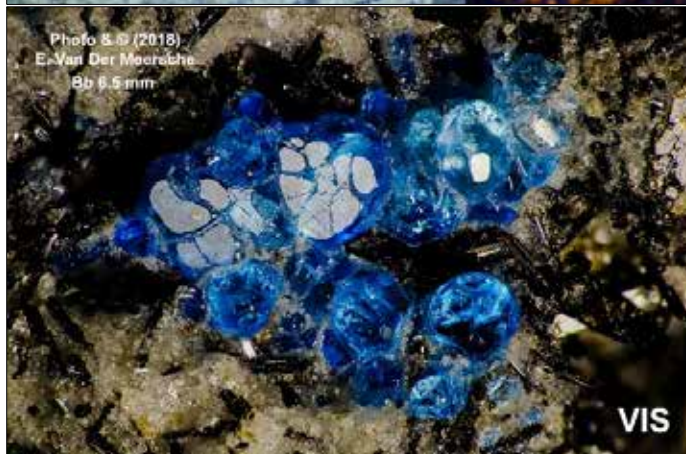
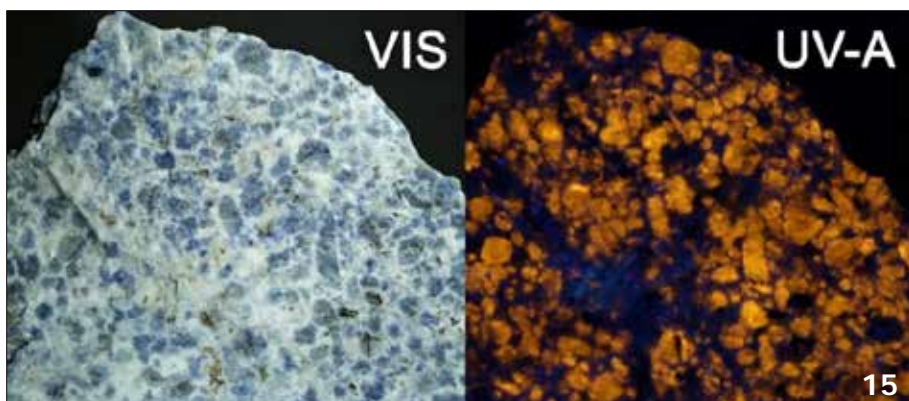


Fig. 15. Sodaliet, Mont Saint-Hilaire, Quebec, Canada (verzameling Raymond Dedeysne). Het is een alkali-rijke intrusie die sodaliet syeniet bevat en dus ook grotere sodalietkristallen oplevert. UV-A: 365 nm kwiklamp.

Fig. 16. Haiün, Krufter Ofen, Kruf, Eifel, Duitsland (verzameling en foto © Eddy Van Der Meersche). UV-A: 365 nm LED.

Fig. 17. Dezelfde noseaan kristallen uit fig. 7 onder UV-A, 365 nm LED (verzameling en foto © 2018 Eddy Van Der Meersche).

Fig. 18. Fotochrome sodaliet na bestraling met UV-C (specimen links verzameling Axel Emmermann, rechts Herwig Pelckmans).

Fig. 19. De bruine octaëder vertoont een duidelijk sodaliet spectrum in de geel fluorescerende delen (verzameling Marc Cole/Axel Emmermann) UV-A: 365 nm kwiklamp

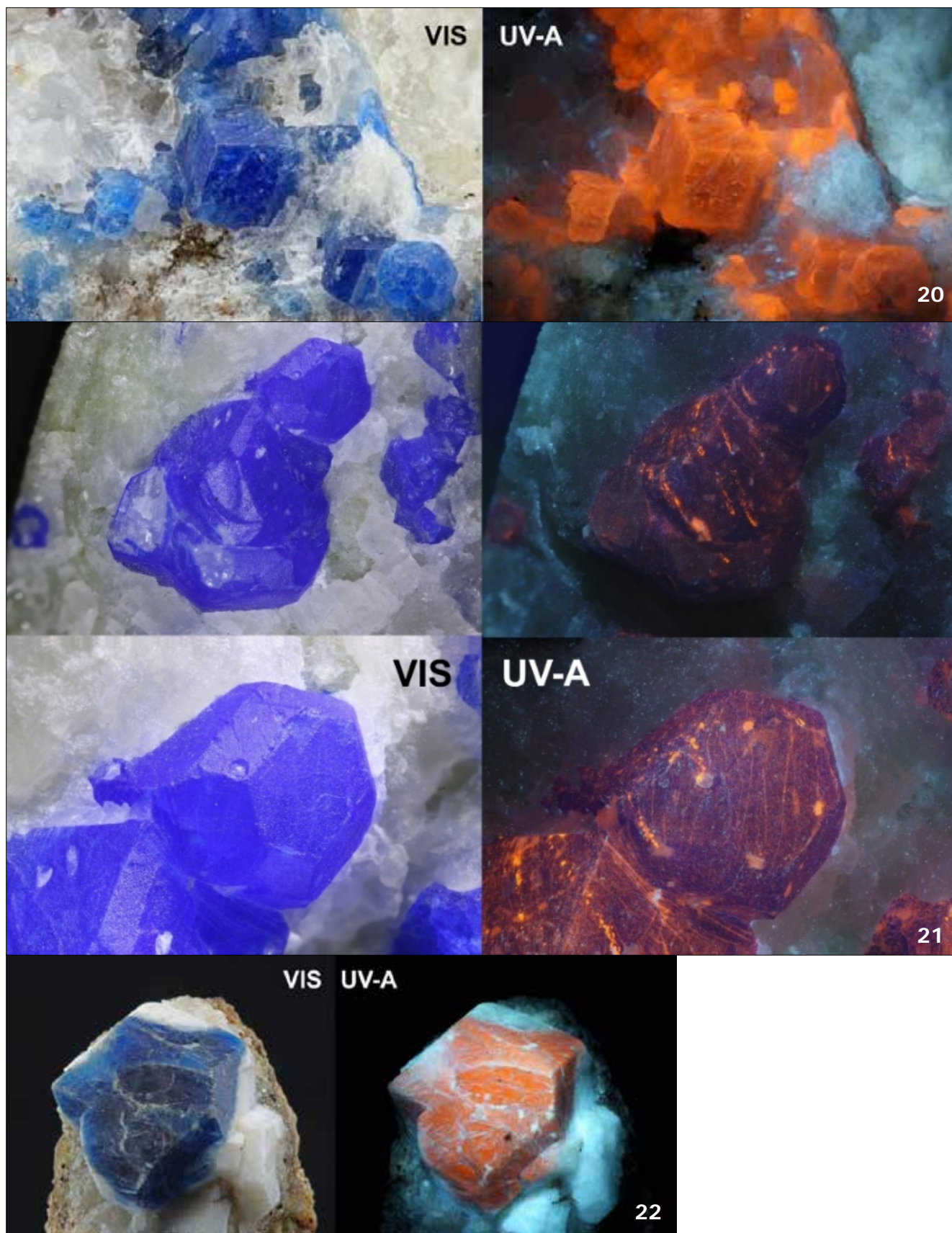


Fig. 20 Blauwe kristallen met een duidelijk lazuriet/haüyn spectrum. Het feit dat het maximum verschoven is naar het rood kan erop wijzen dat zwavel in een andere kooi zit of dat er nog een onderliggende fluorescentie aanwezig is (verzameling Rob Woodside/Axel Emmermann). UV-A: 365 nm kwiklamp.

Fig. 21. Het specimen is duidelijk sodaliet, maar na verwijderen van de disulfide emissie voor sodaliet, is inderdaad een extra emissie aanwezig in de vorm van een brede piek bij 740 nm, en een band in het groene en blauwe (verzameling Rob Woodside/Axel Emmermann)

Fig. 22. In dit specimen zien we lazuriet. Maar ook hier zien we een emissie bij 740 nm en een band in het blauwgroen bij 470 nm. Verder is de disulfide emissie van het lazurietspectrum niet volledig verwijderd wat op een kleine shift kan wijzen ten gevolge van een iets andere kooi (verzameling Rob Woodside/Axel Emmermann). UV-A: 365 nm kwiklamp