

The background of the slide is a close-up photograph of numerous fish scales. These scales exhibit a striking fluorescence, appearing in various shades of green and blue. Each scale has a distinct circular or oval shape with a darker, concentric ring in the center. The scales are densely packed, creating a textured, mosaic-like appearance. The overall lighting is dark, which makes the fluorescent colors of the scales stand out prominently.

Les écailles de tout près
Fluorescence et microstructures
des *Rhododendrons* lépidotes

77 *Rhododendrons* lépidotes

- Section *Pogonanthum* : 9 *Rhododendrons*
- Section *Rhododendron* : 68 *Rhododendrons* provenant de 17 sous-sections
- 1er test : décembre 2013-janvier 2014
- 2ème test : avril-juillet 2014 (3 jeunes feuilles uniquement, mais de tailles différentes)

3 techniques utilisées

- Loupe stéréoscopique (10 à 90x)
- Loupe stéréoscopique adaptée à la fluorescence UV (12 à 150x)
- Microscopie électronique type SEM de table (150 à 40.000x)

Loupe stéréoscopique

Photos prises systématiquement à 25x

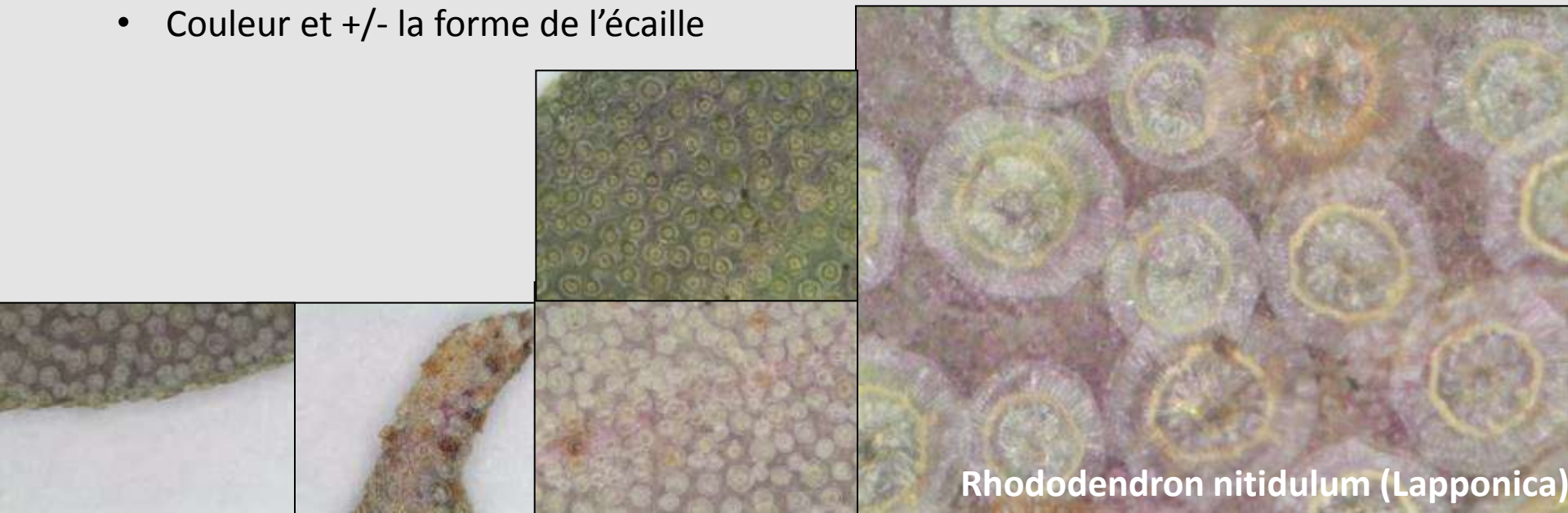
- Face inférieure, nervure centrale, bord du limbe, pétiole et face supérieure

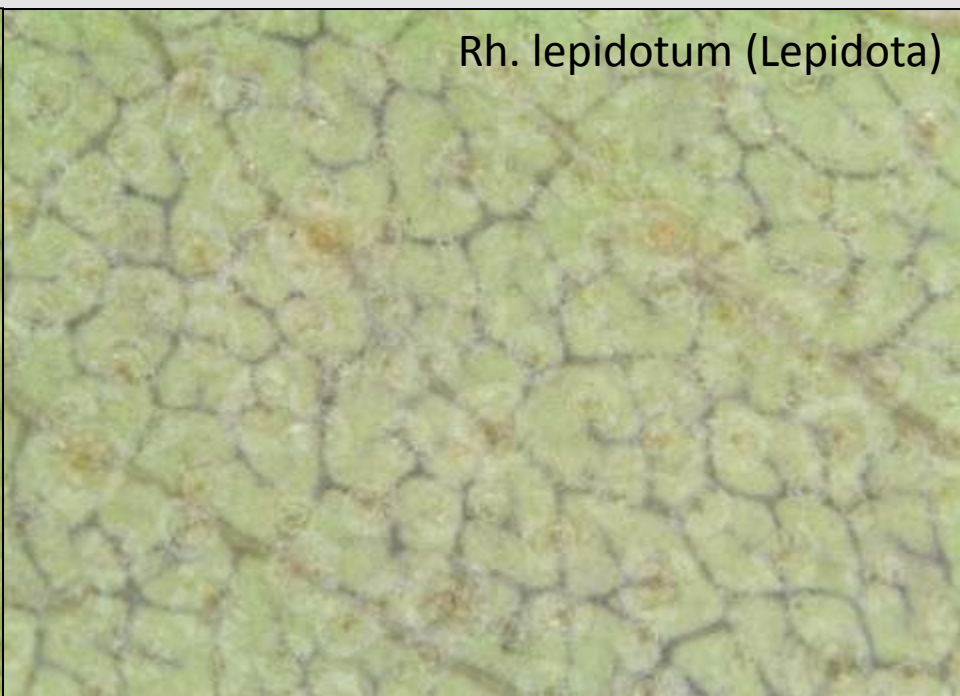
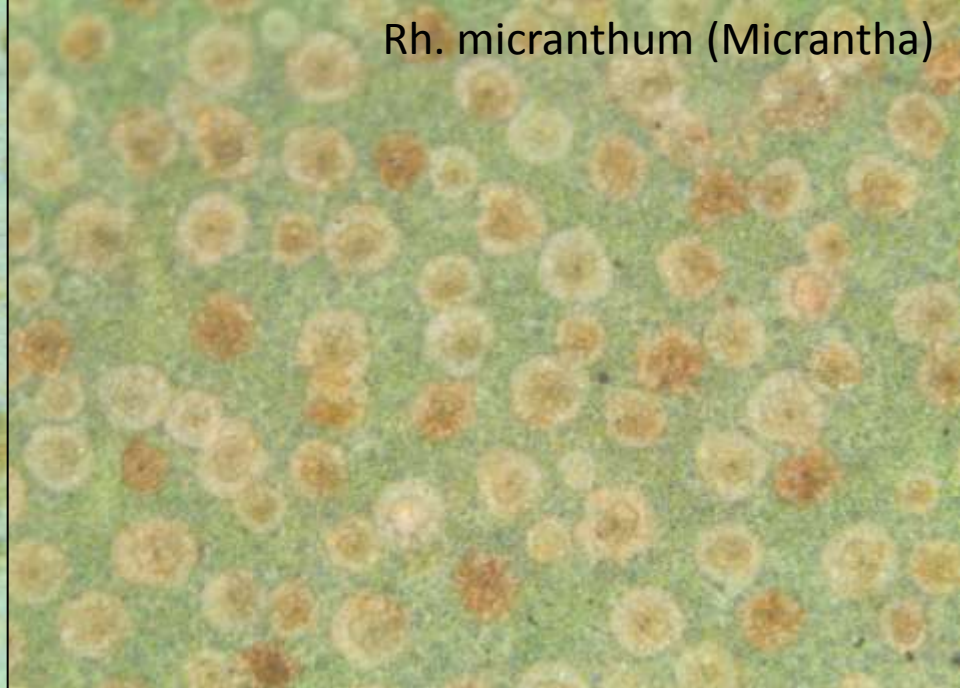
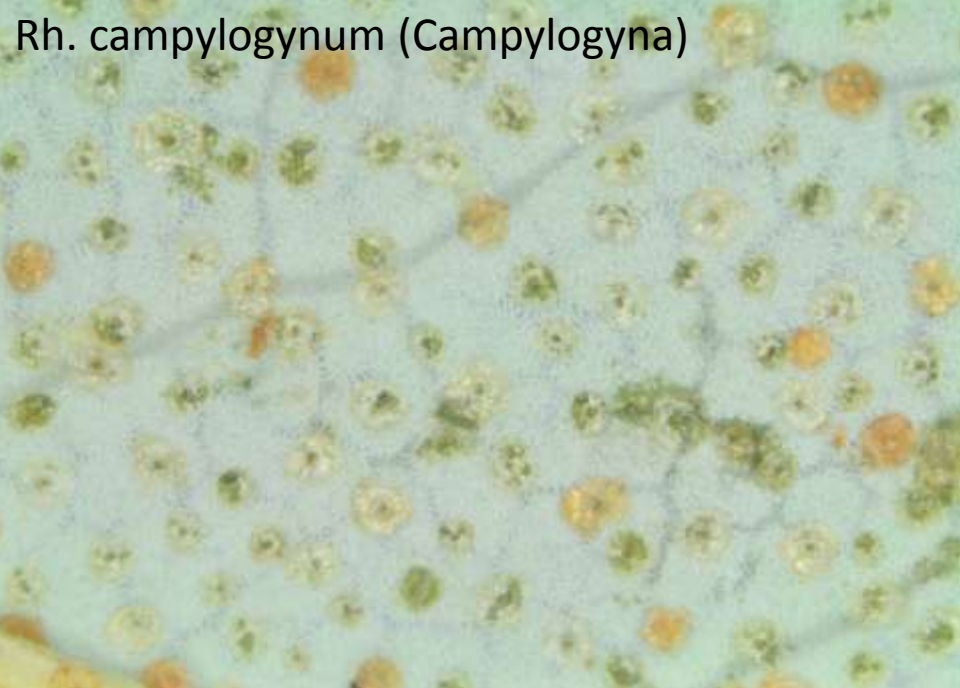
Photos prises systématiquement à 90x

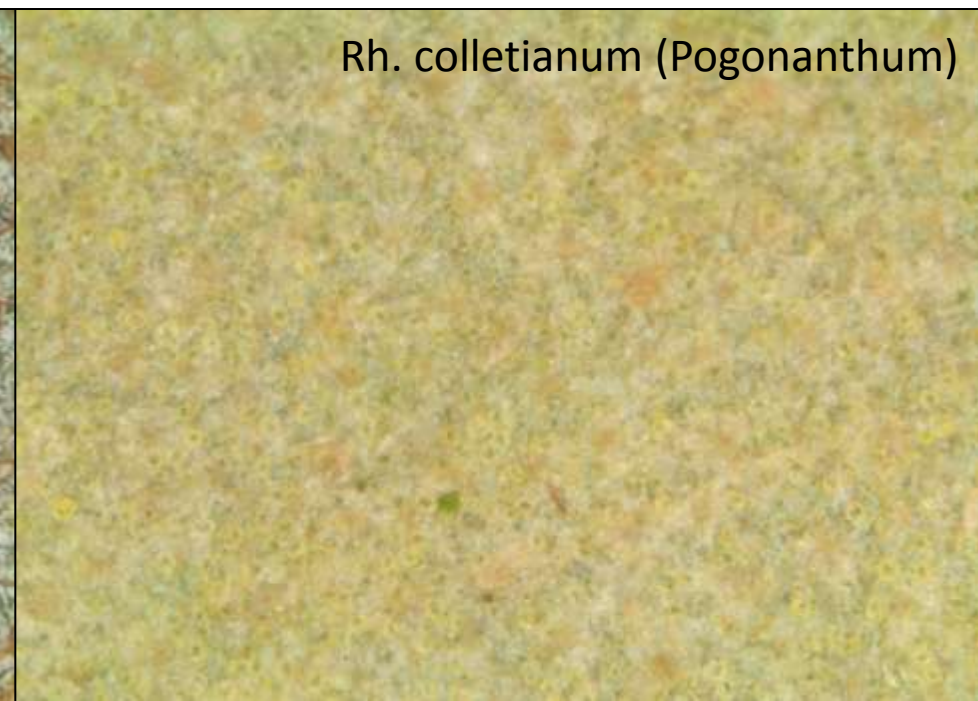
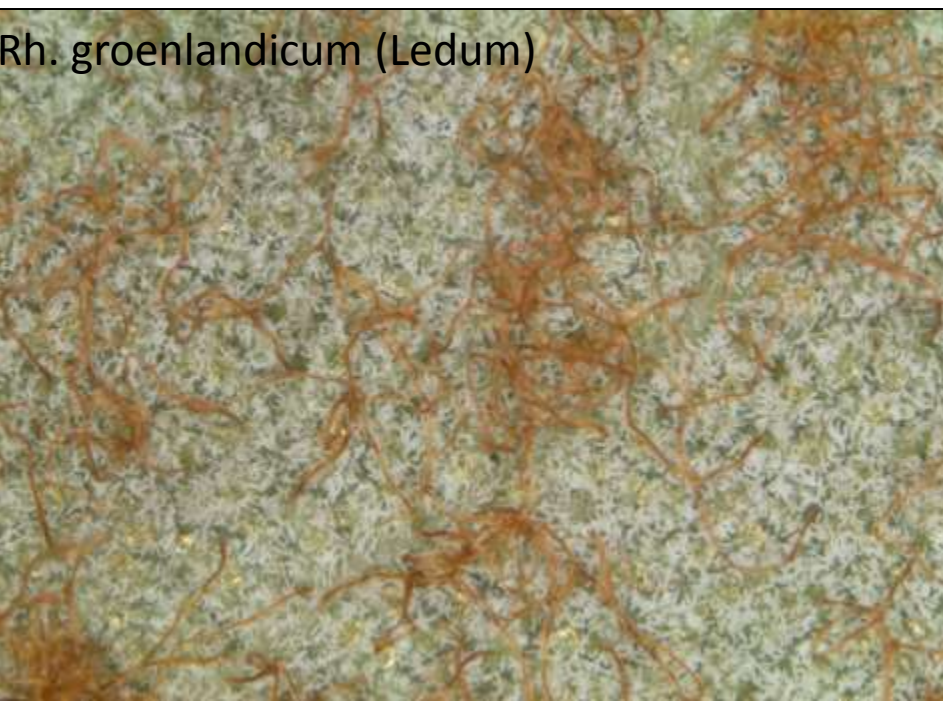
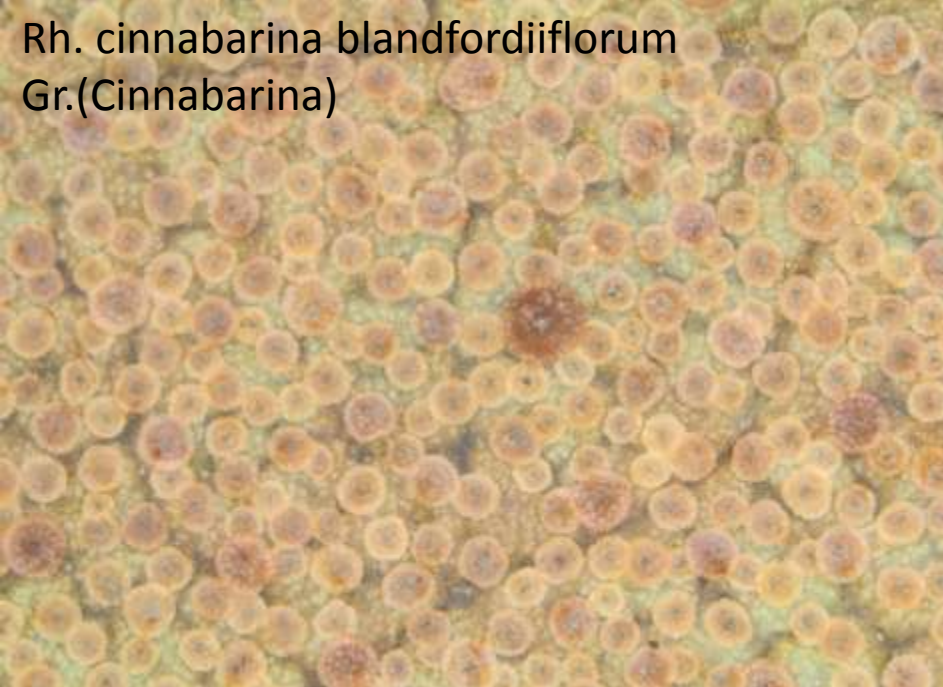
- Détail des écailles

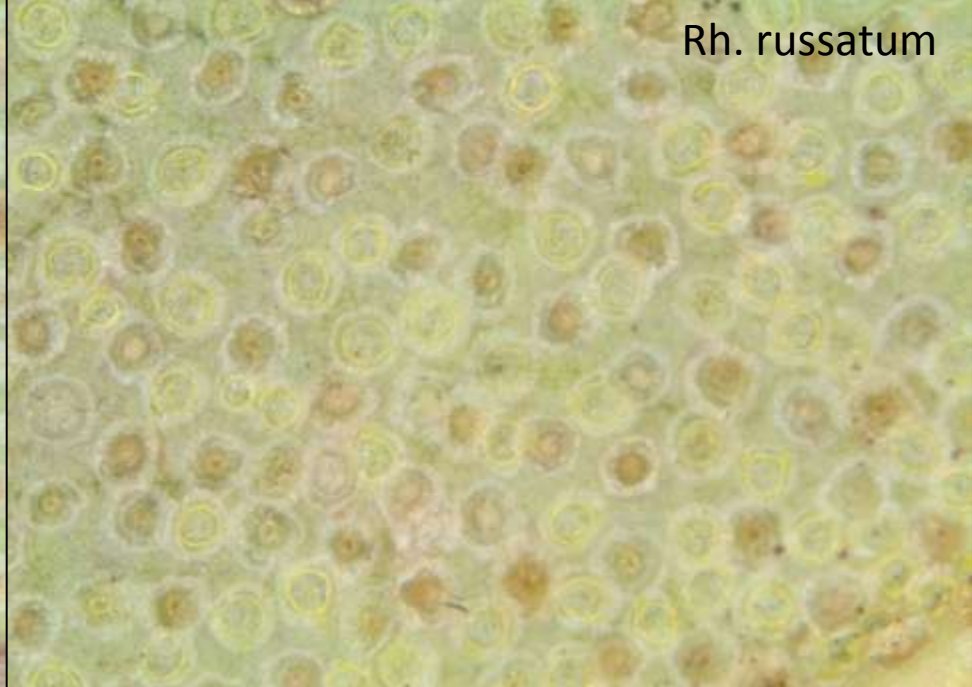
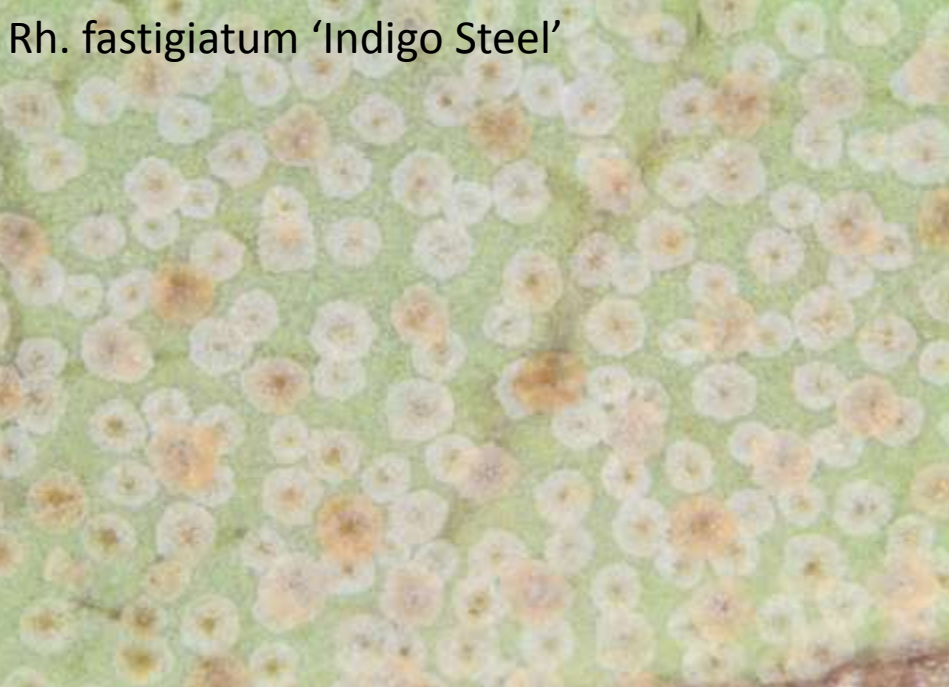
Donne des informations sur :

- La présence ou non d'écailles (face inférieure et face supérieure),
- Leur taille, leur quantité (espacement),
- La grandeur de l'anneau au niveau de l'écaille
- Couleur et +/- la forme de l'écaille

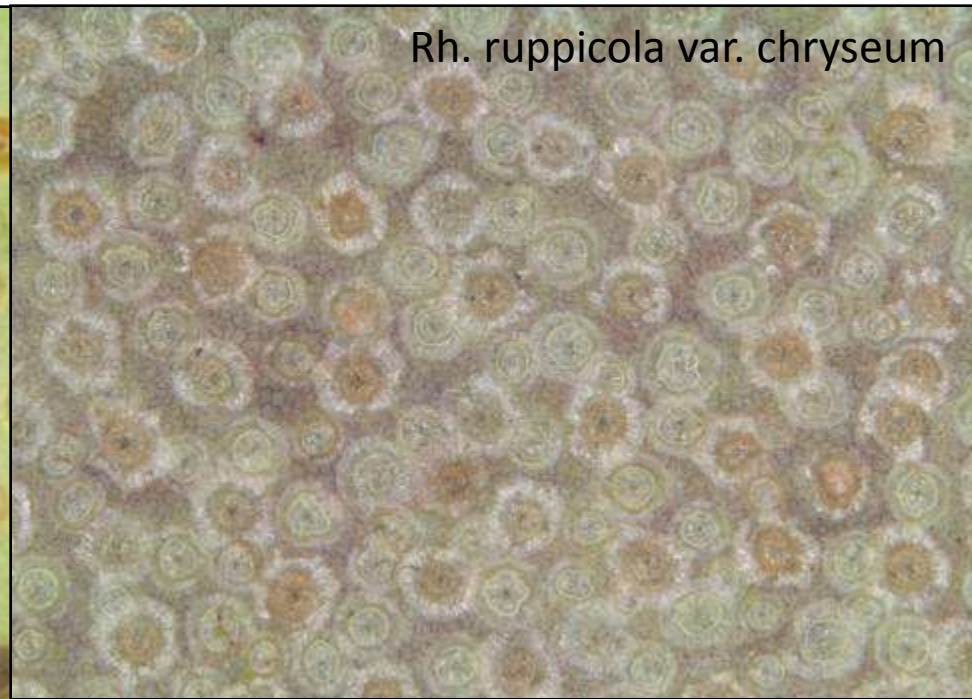
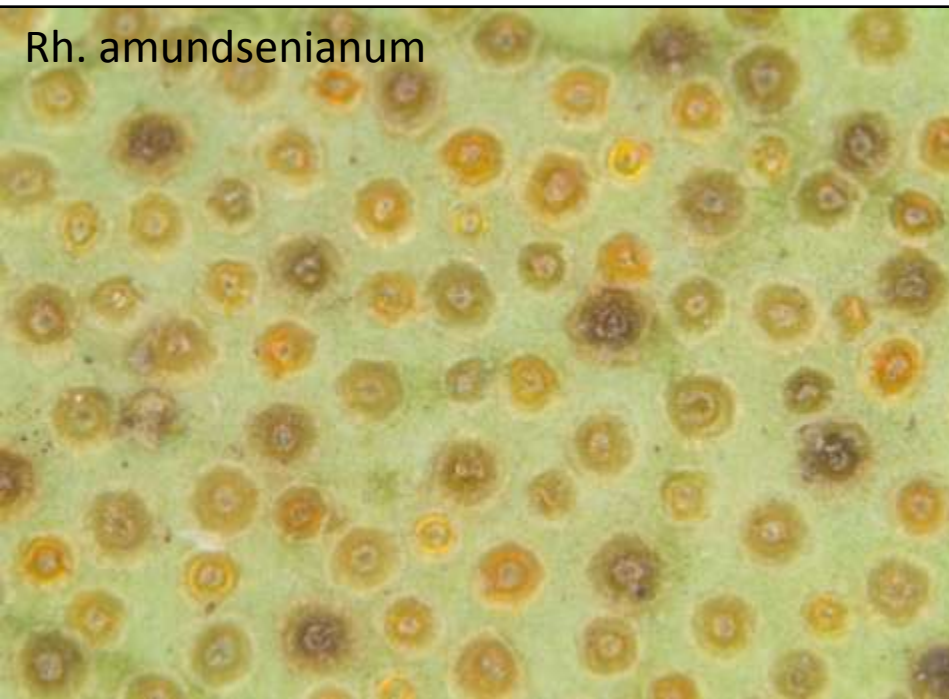


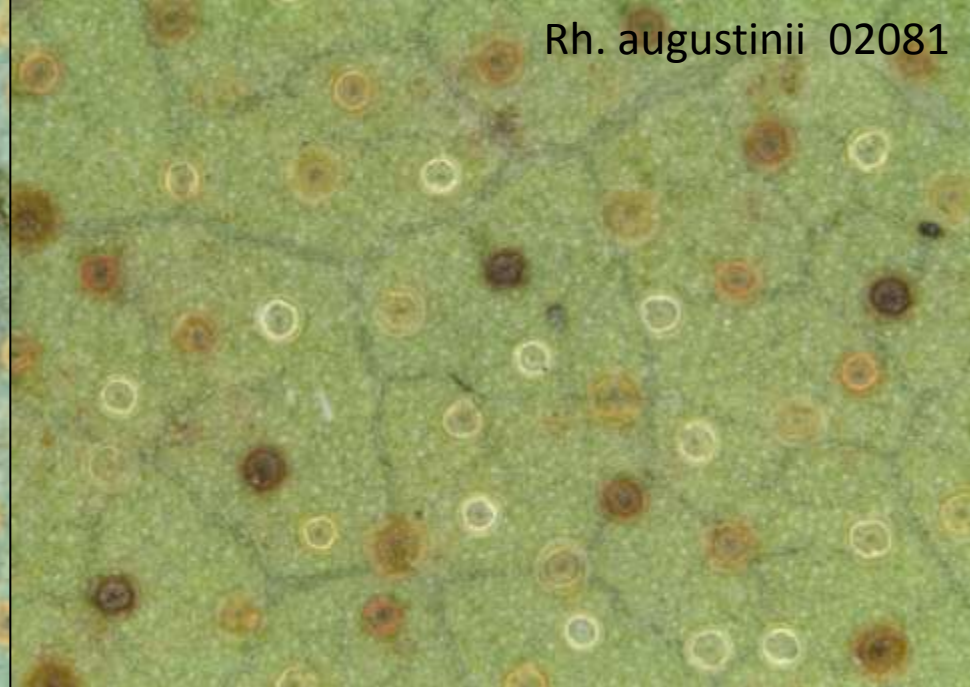
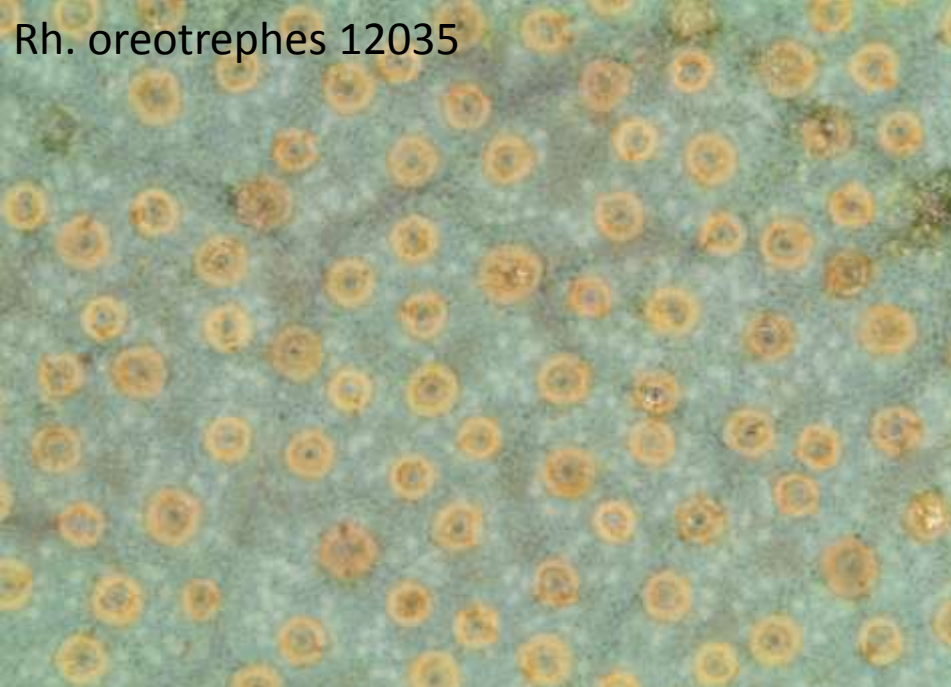




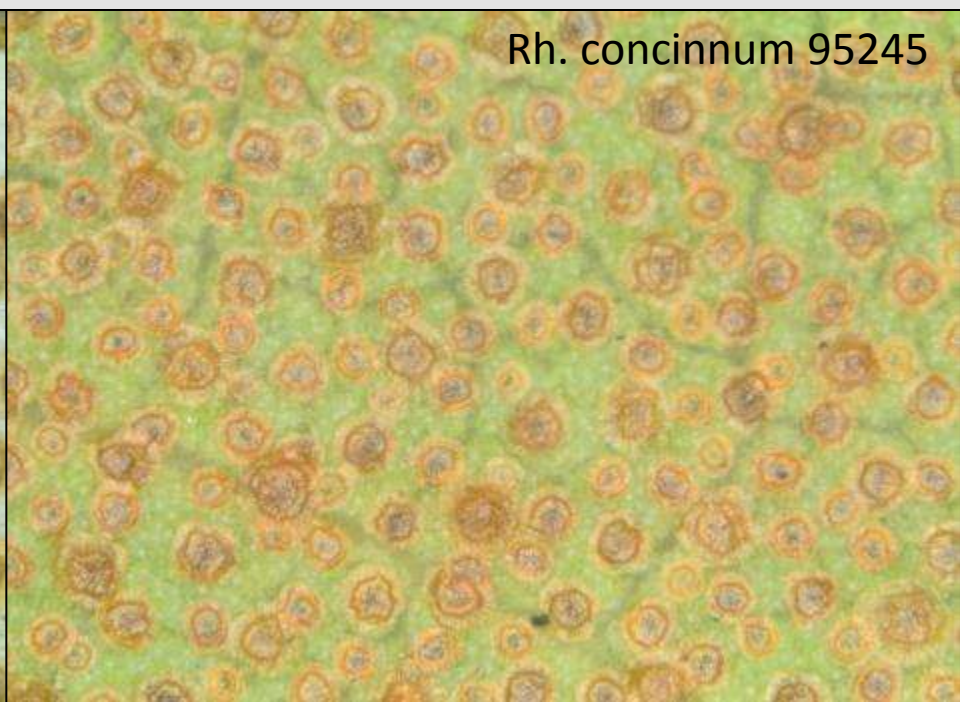
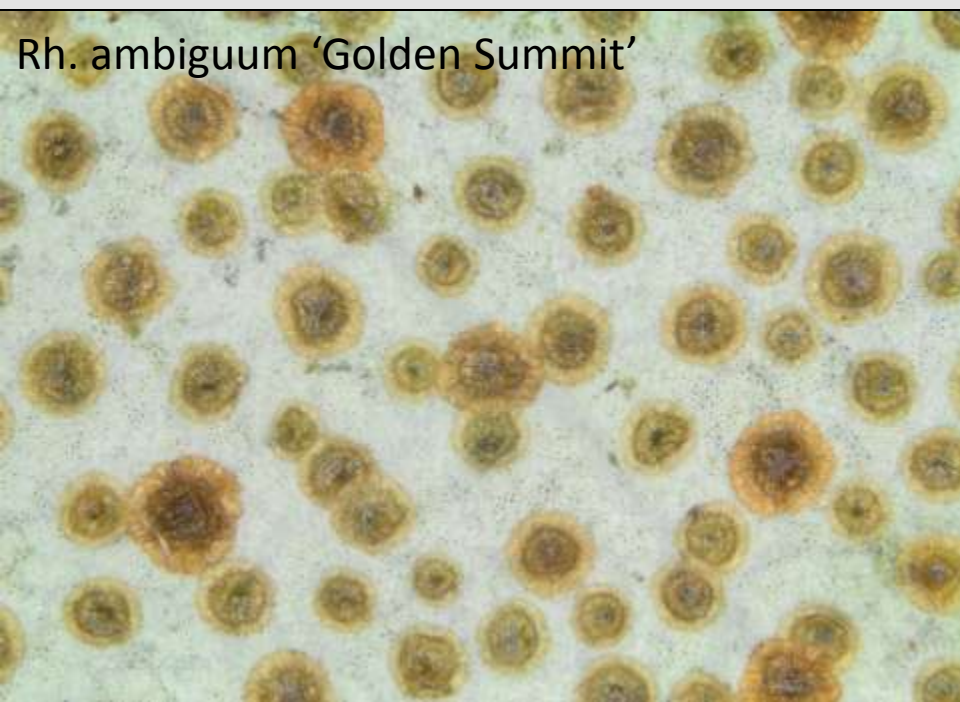


Sous-section *LAPPONICA*



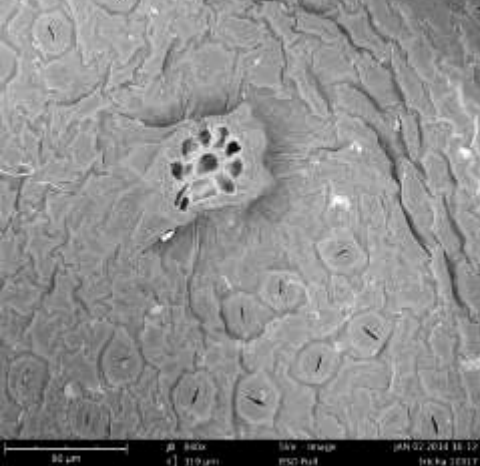


Sous section *TRIFLORA*

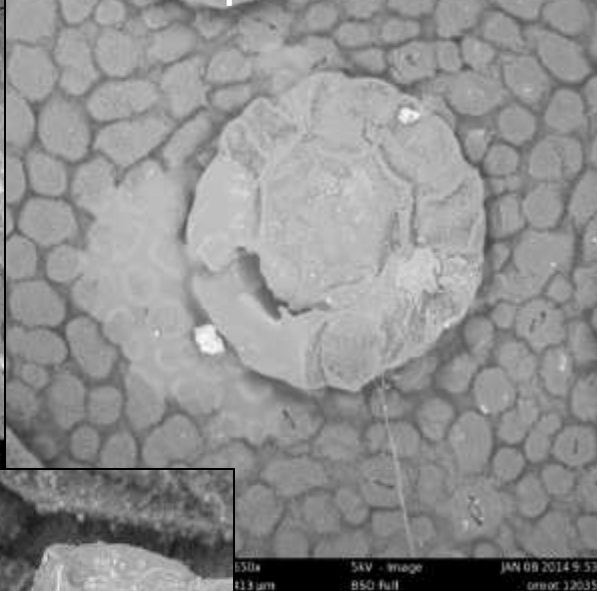


Ecailles - structure générale - contenu

Rh. trichanthum (Triflora)



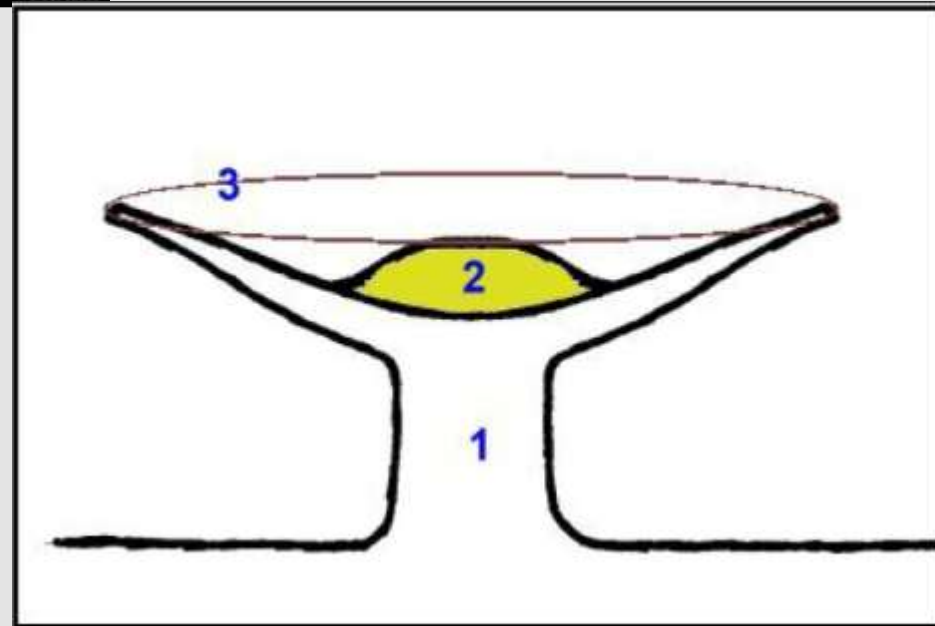
Rh. oreotrepes



Rh. davidsonianum



1. Pied
2. "Huile essentielle" ("terpènes")
3. Anneau (Ring)



Écailles - structure générale - contenu

Protection mécanique

D'autant plus élevée que le nombre d'écailles est élevé (sur 1 ou 2 faces)

Protection chimique

Composés terpéniques contenus dans les écailles = protections contre les insectes et les herbivores



Ecailles - contenu

ESSENTIAL OILS AND RHODODENDRON SCALES Robert P. Doss, Ph.D.

Table 1. Components Present In Essential Oils from 43 Lepidote Rhododendron Species Taken with permission from Phytochemistry, 1986																		
Species Clone Subsection	Total peaks	cam- phene	α- pinene	β- pinene	β- myr- cene	1,8 cin- eole	lina- lool	α- terpi- neal	gera- niol	caryo- phyl- lene	α- humu- lene	cis nero- lidol	trans nero- lidol	β- elem- none	γ- eudes- mol	α/β- eudes- mol	ger- ma- crone	farnesol isomers
scabrifolium Scabrifolia	03		90 ¹	01	10													
rubiginosum Heliolepidia	15									14								
hippophaeoides Lapponica	20									09	04		18	17	18	19	39 ¹	07
impeditum Lapponica	18		11	03	04			01		08	07		17 ¹	14	05	06	11	02
campylogynum Camphylogyna	12				08						05	03	60 ¹		02			
¹ Largest peak in extract.																		

La quantité d'huile essentielle présente dans les feuilles est fonction de la densité des écailles et de la quantité d'huile présente dans chaque écaille. Le nombre d'écaille peut être très variable, quelques écailles par mm² (ex rigidum 1/mm²) à plus de 40/mm² (écaille présentes sur les 2 faces)

La quantité d'huile essentielle peu aussi varier d'une écaille à l'autre (ex 25ng/écaille (Rh. lepidotum) à 151ng/écaille (R. edgeworthii)).

Les composés constituant "l'huile essentielle" (terpènes et terpénoïdes) varient aussi fortement d'une espèce à l'autre (17 composés ont été identifiés mais beaucoup ne le sont pas encore)

Loupe stéréoscopique pour analyse en fluorescence sous UV

1ère analyse

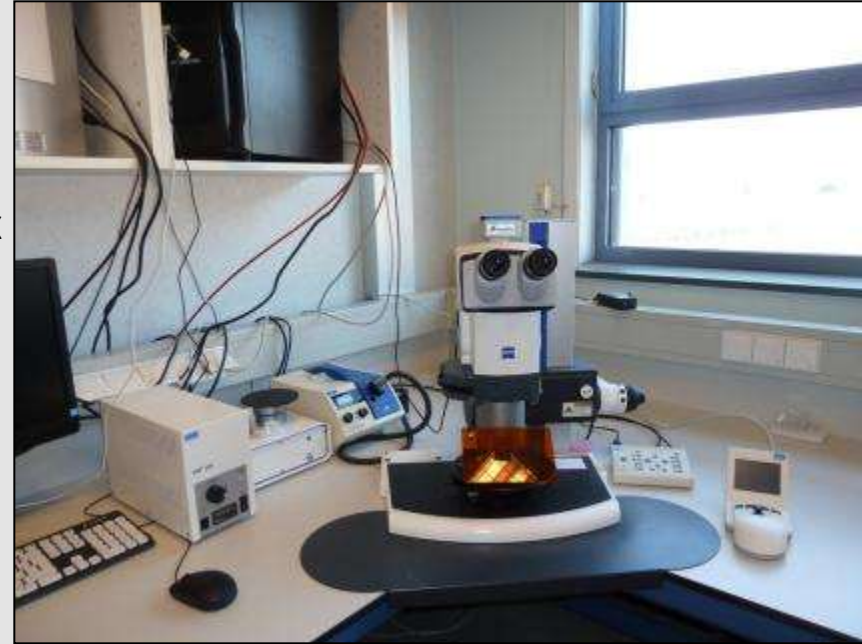
- Décembre 2013- janvier 2014
- Photos prise systématiquement à 50 et 90x (Face inférieure et face supérieure d'une seule des 3 feuilles reçues)

2ème analyse

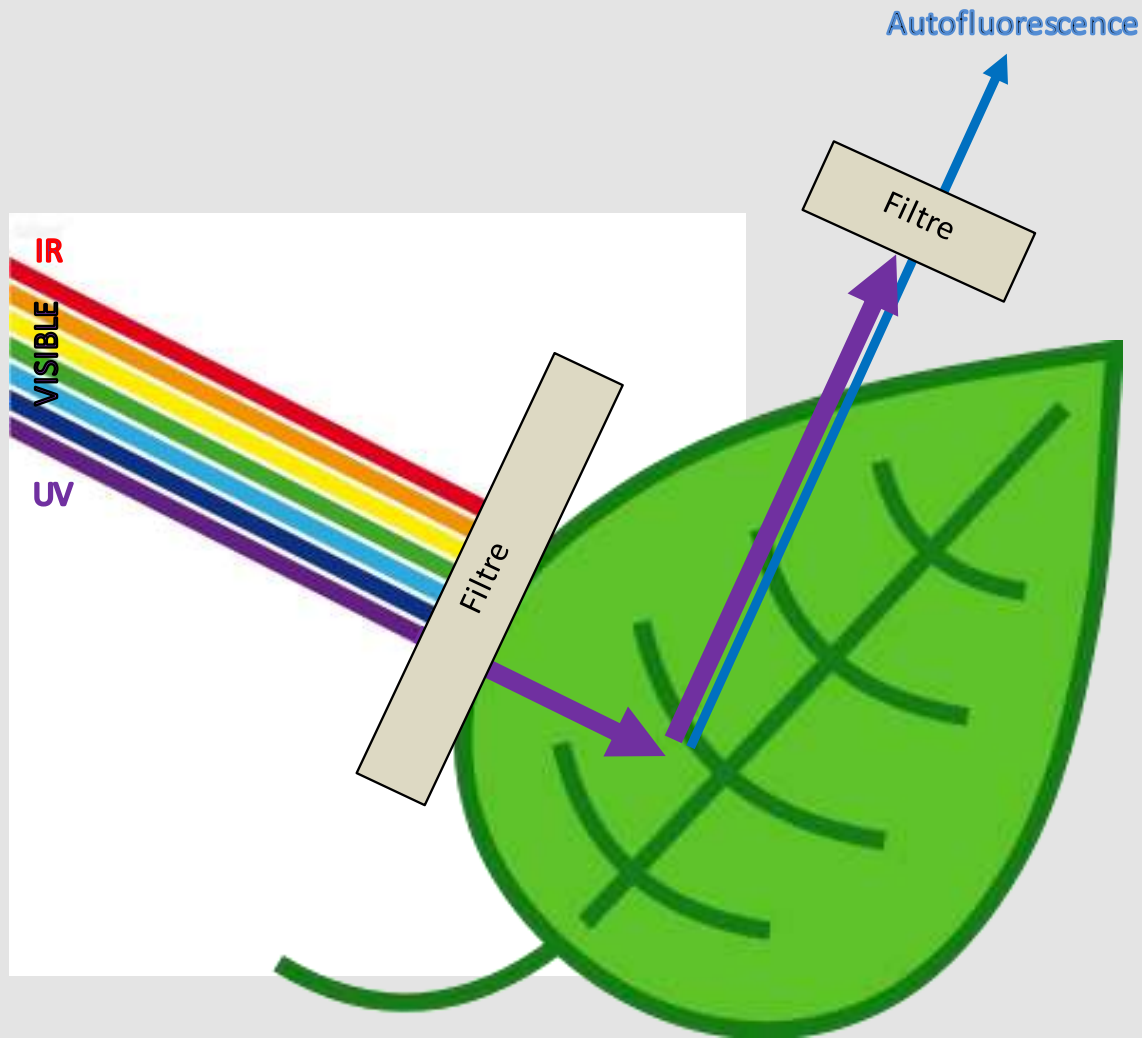
- Avril 2014 – juillet 2014
- Les 3 feuilles sont photographiées

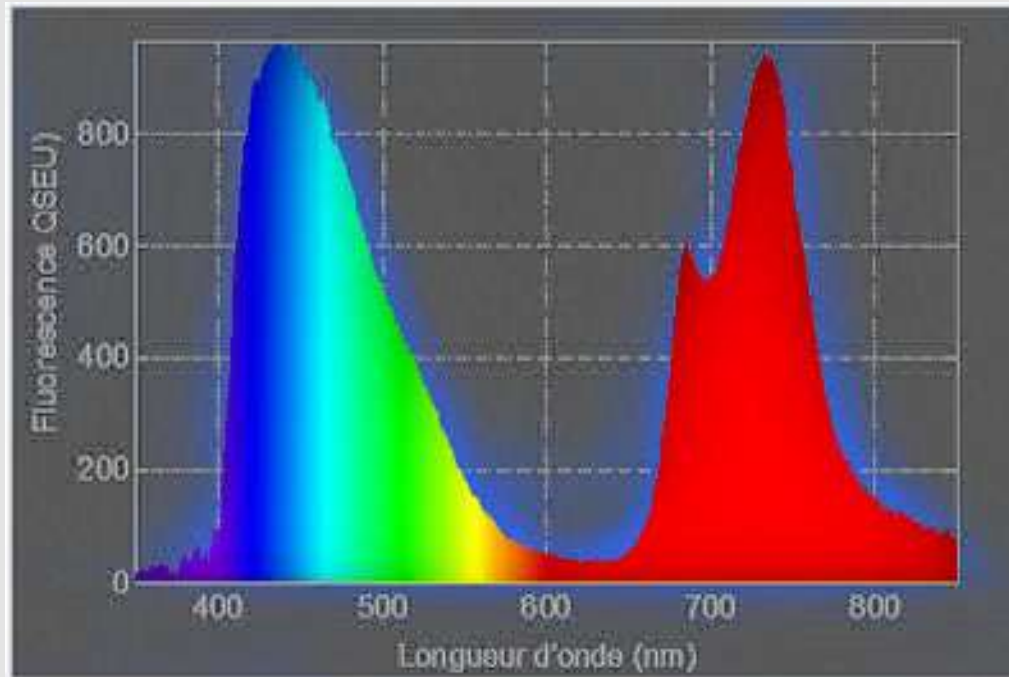
Chaque feuille photographiée (conditions identiques à la 1ère fois)

Photos toujours prises avec un temps de pause de 1330ms, sauf lorsque la fluorescence est trop forte pour pouvoir prendre la photographie.



Fluorescence





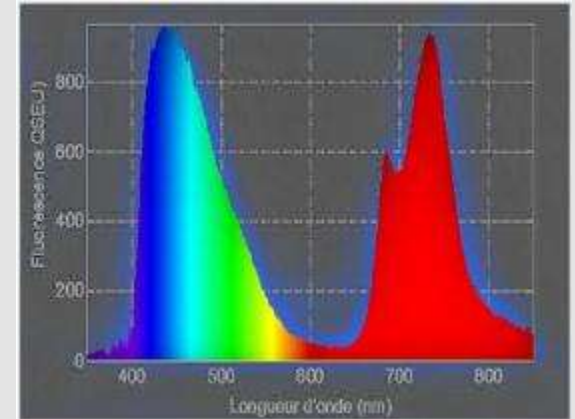
Spectre d'émission de fluorescence d'une feuille de blé sous excitation UV

Sous lumière UV, les feuilles peuvent émettre naturellement une fluorescence dans le visible. Deux types de fluorescences sont observées :

- Fluorescence **rouge (630-800 nm)** : résulte de la chlorophylle présente dans les chloroplastes
- Fluorescence **bleu-vert (400-630 nm)** : provient d'une grande quantité de molécules, en particulier des composés phénoliques des parois des cellules

Les pics ont une amplitude variable suivant l'espèce de plante, mais aussi de son âge, de la face de la feuille et du stress auquel est soumise la plante (condition de culture).

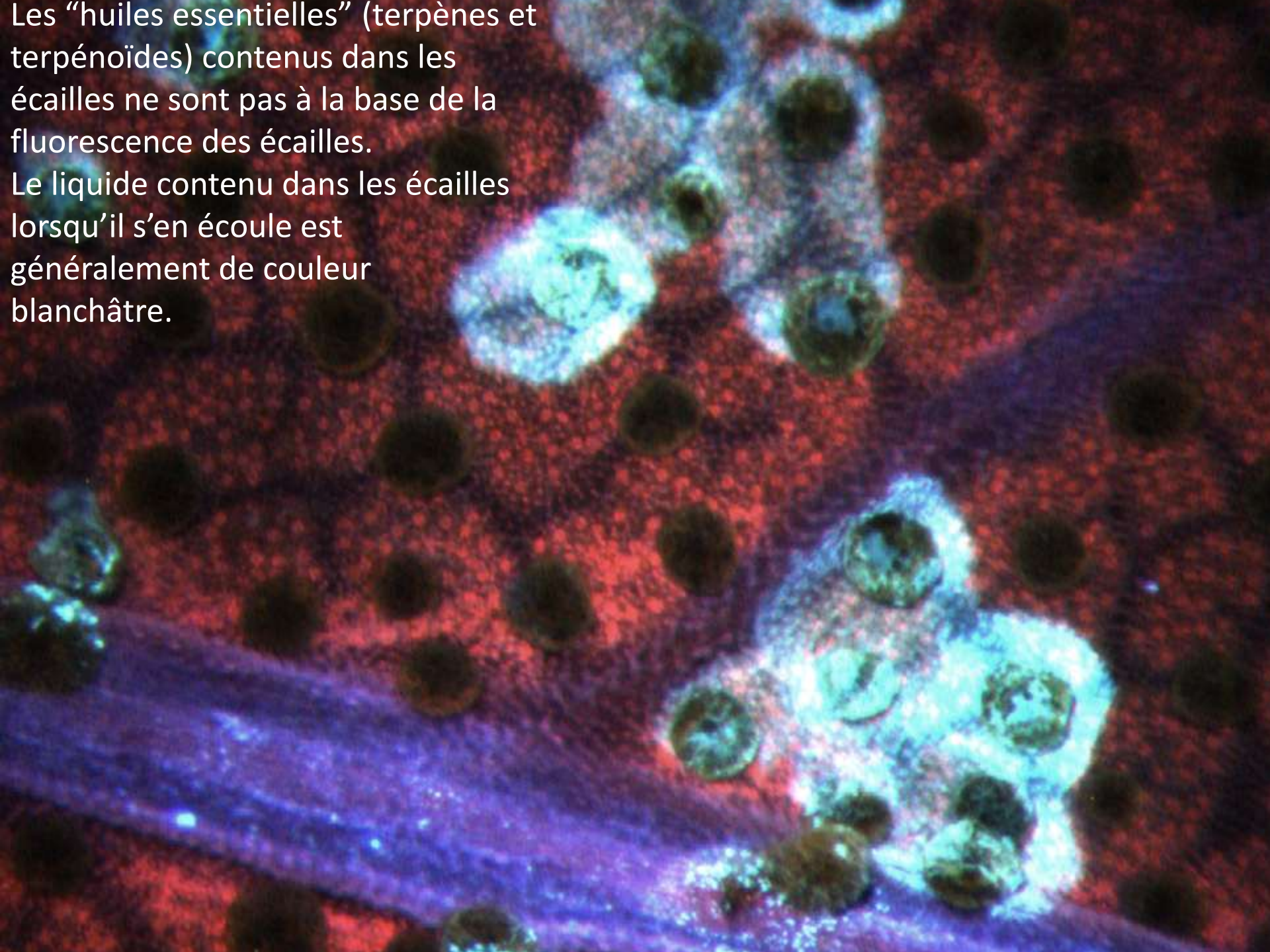
Par conséquent, la fluorescence foliaire peut être considérée comme un indicateur de l'état physiologique de la plante.



La fluorescence bleu-vert provient majoritairement de **composés phénoliques**, de métabolites secondaires avec des multiples fonctions telles que la protection contre les UV ou les agents pathogènes, un effet dissuasif contre les insectes ou les herbivores, un effet antioxydant et aussi un support structurant des tissus cellulaires.

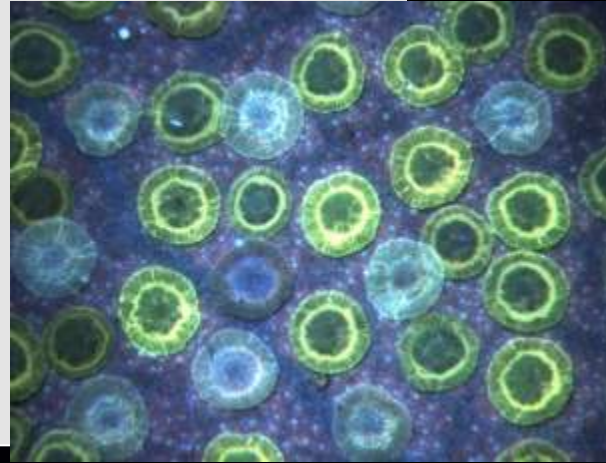
Cette fluorescence est beaucoup plus hétérogène que la fluorescence de la chlorophylle. La localisation des fluorophores dans les différents tissus et dans les cires cuticulaires contribue à cette variabilité.

Les “huiles essentielles” (terpènes et terpénoïdes) contenus dans les écailles ne sont pas à la base de la fluorescence des écailles. Le liquide contenu dans les écailles lorsqu’il s’en écoule est généralement de couleur blanchâtre.

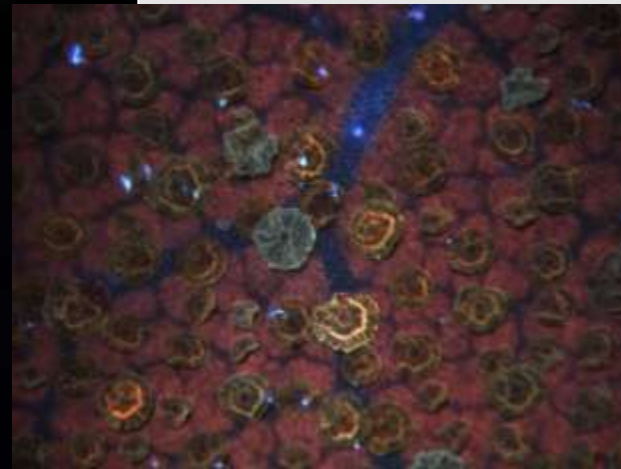


Fluorescence

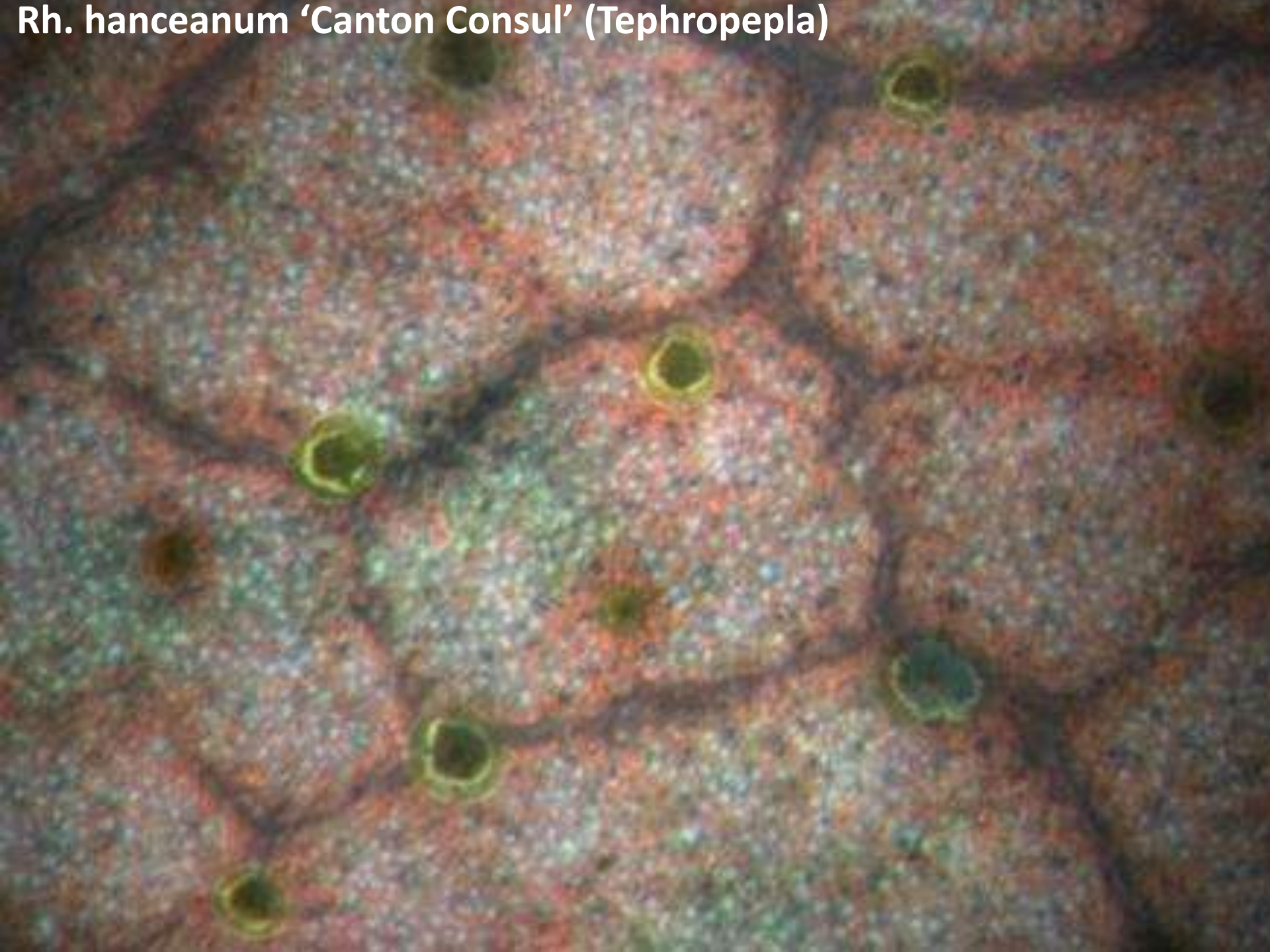
Rh. concinnum



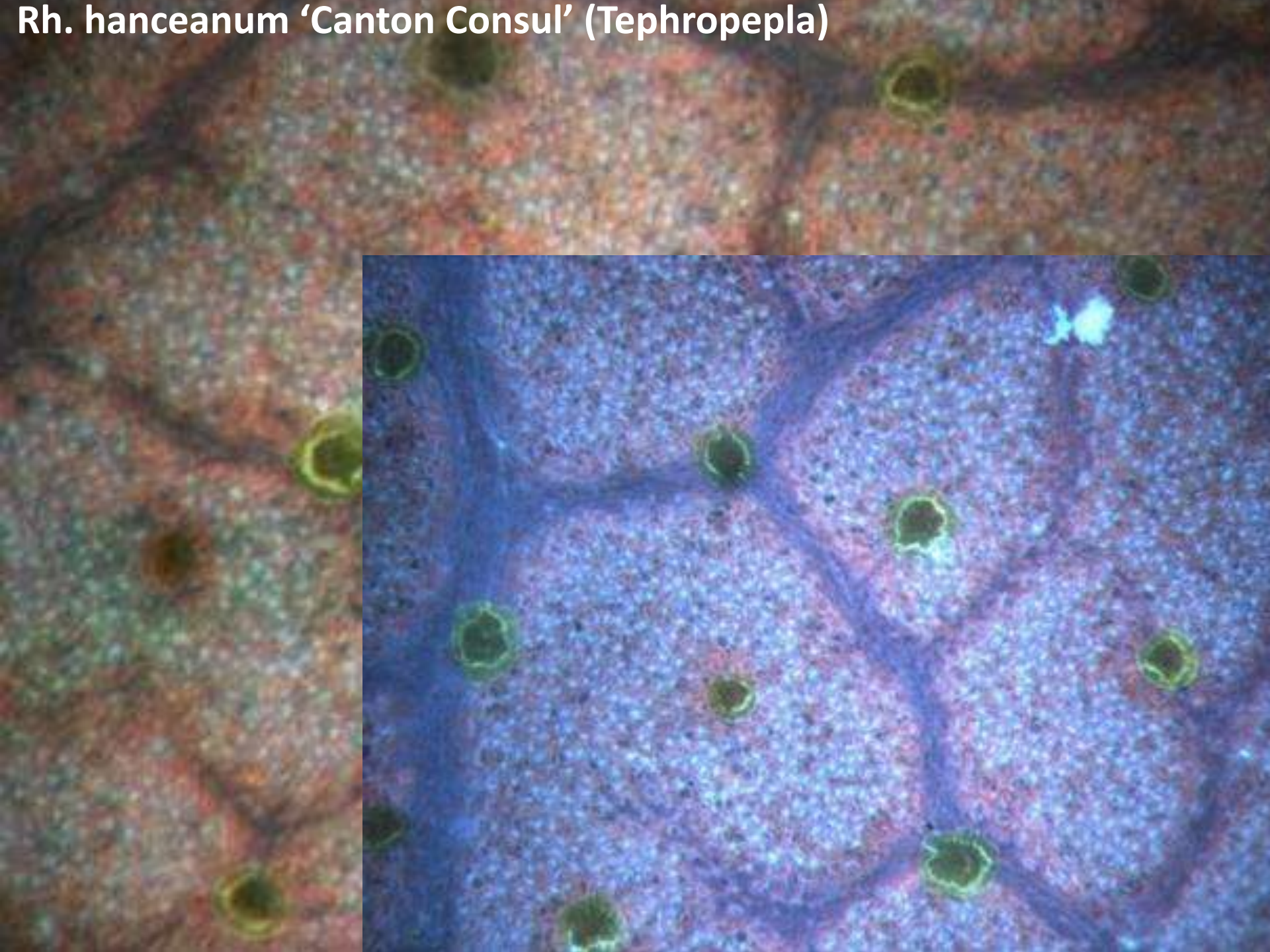
Rh. charitopes subsp. charitopes



Rh. hanceanum 'Canton Consul' (Tephropepla)

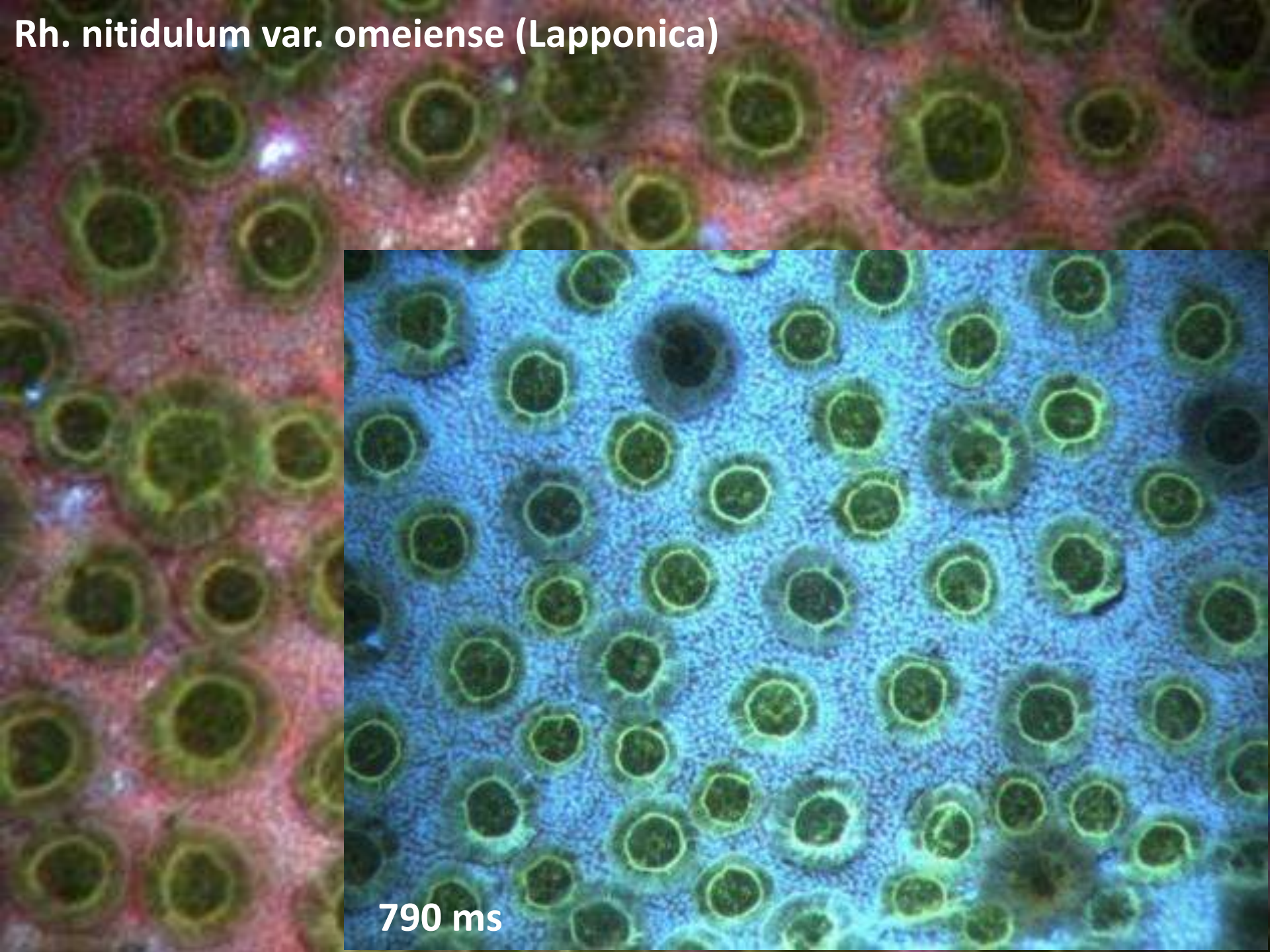


Rh. hanceanum 'Canton Consul' (Tephropepla)

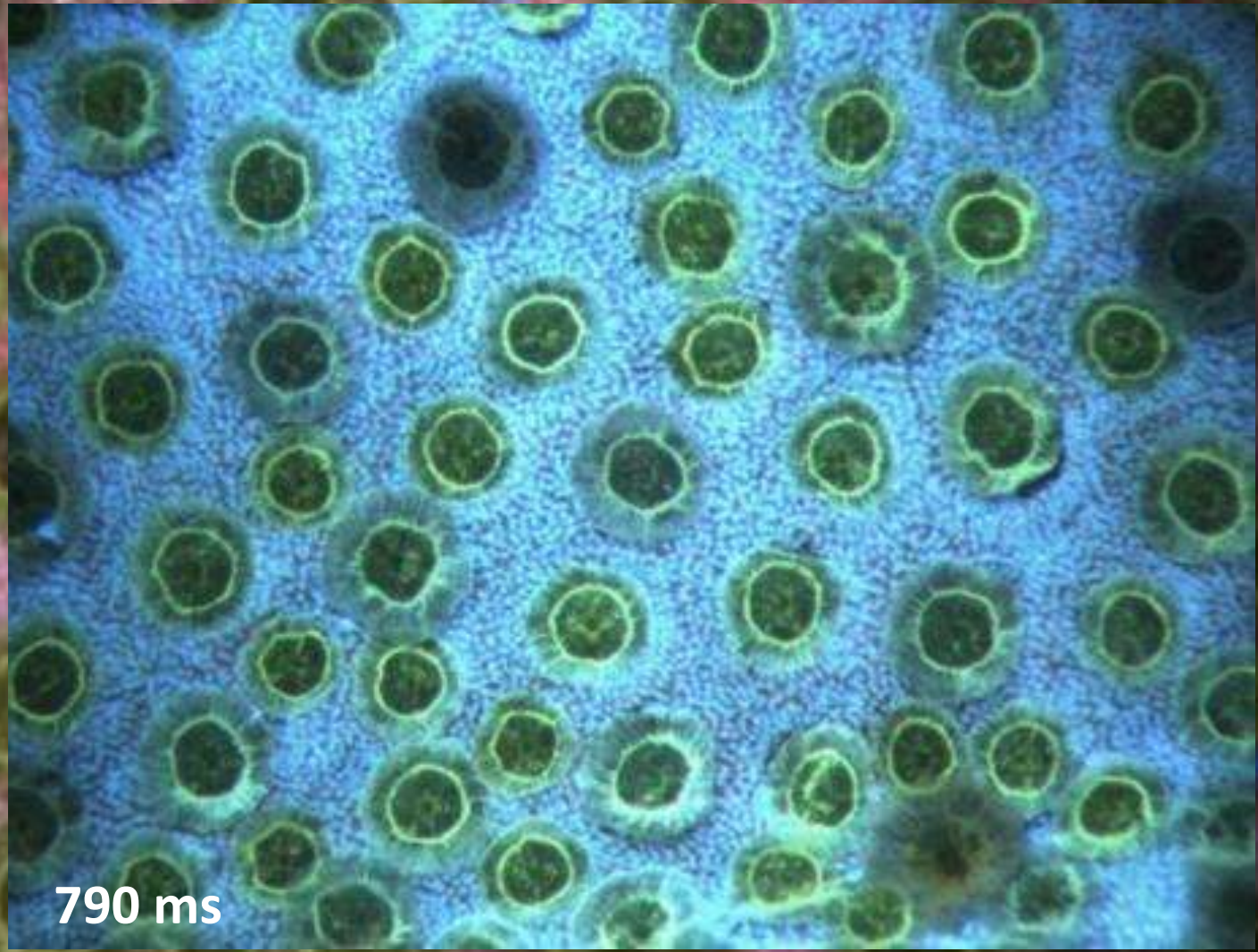




Rh. nitidulum var. *omeiense* (Lapponica)

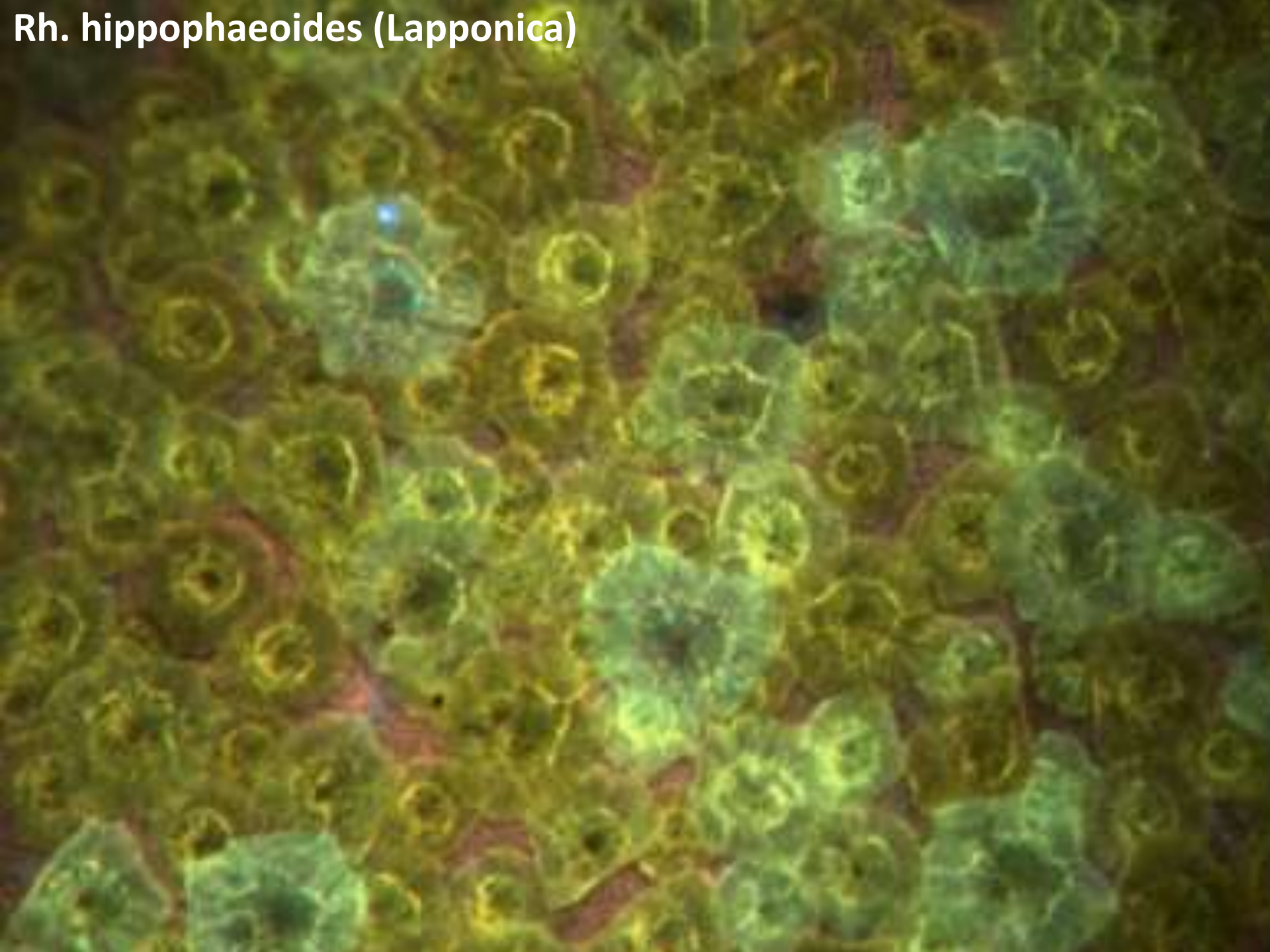


Rh. nitidulum var. *omeiense* (Lapponica)

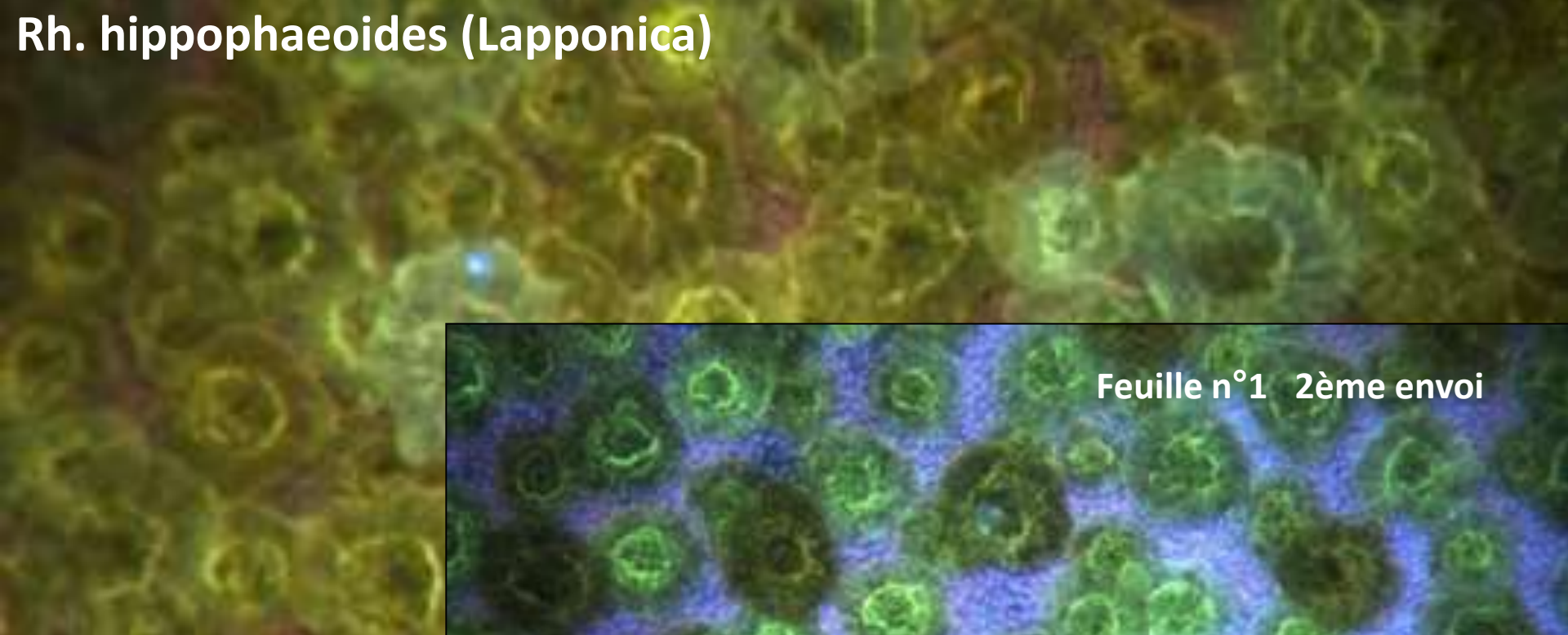


790 ms

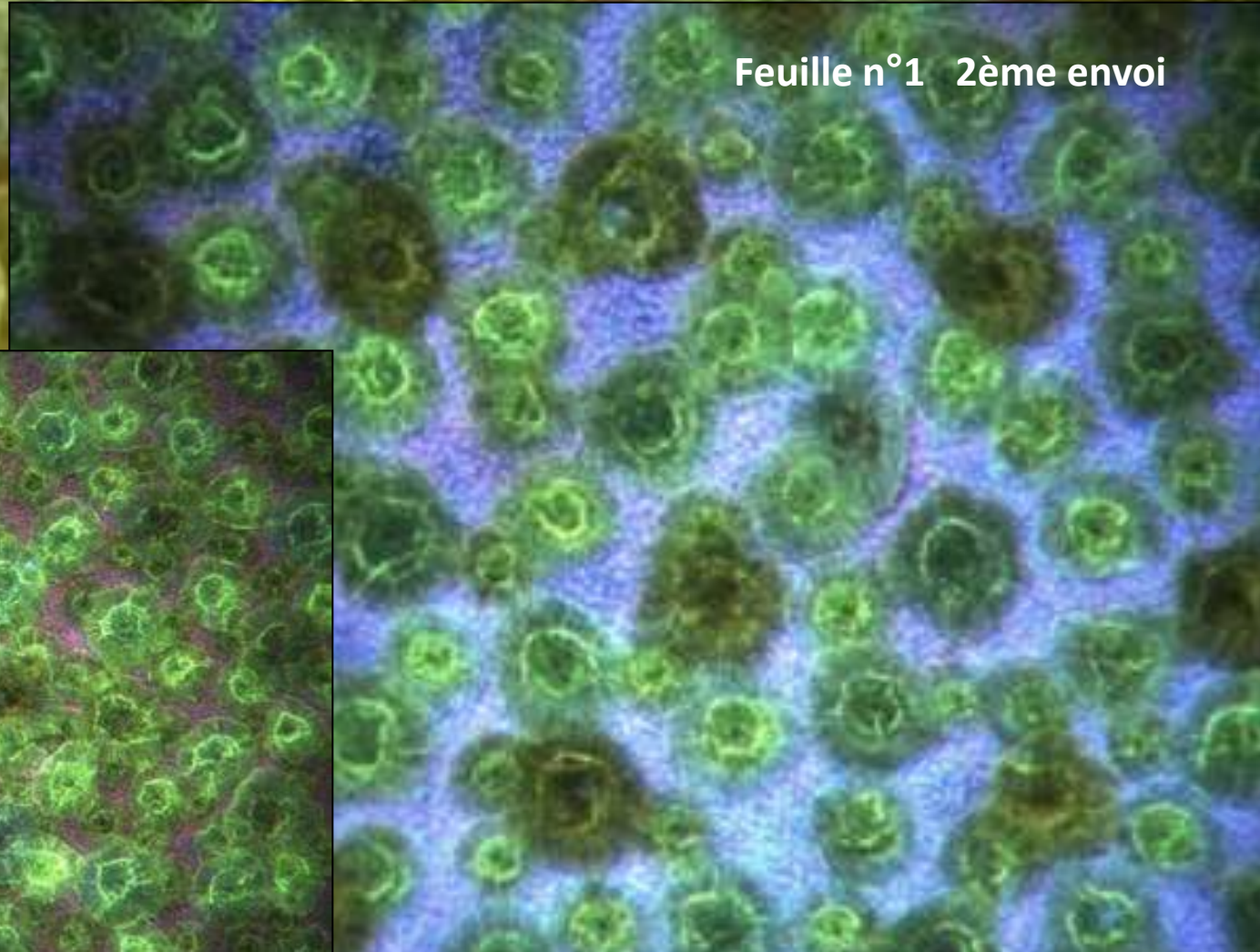
Rh. hippophaeoides (Lapponica)



Rh. hippophaeoides (Lapponica)



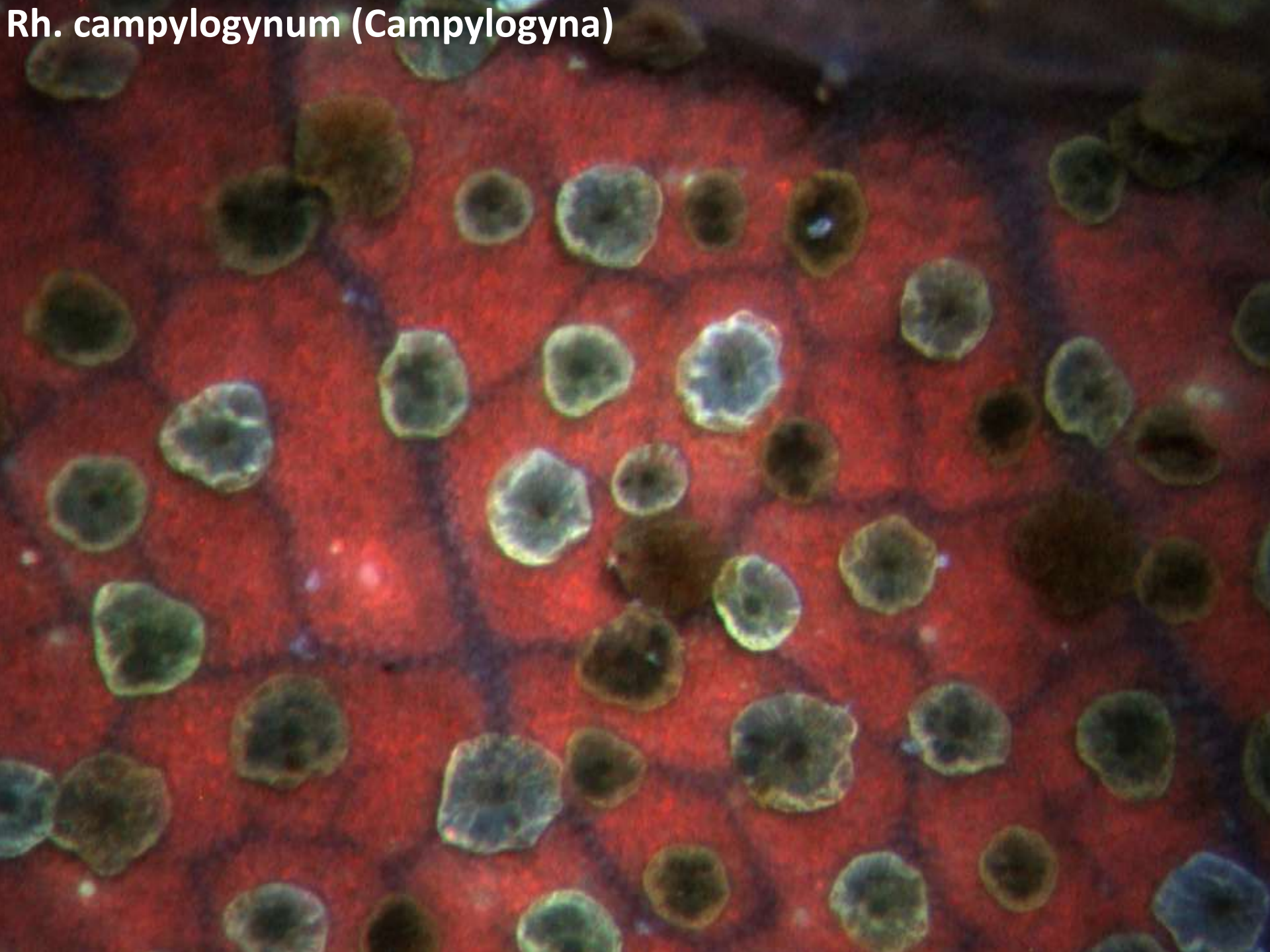
Feuille n°1 2ème envoi



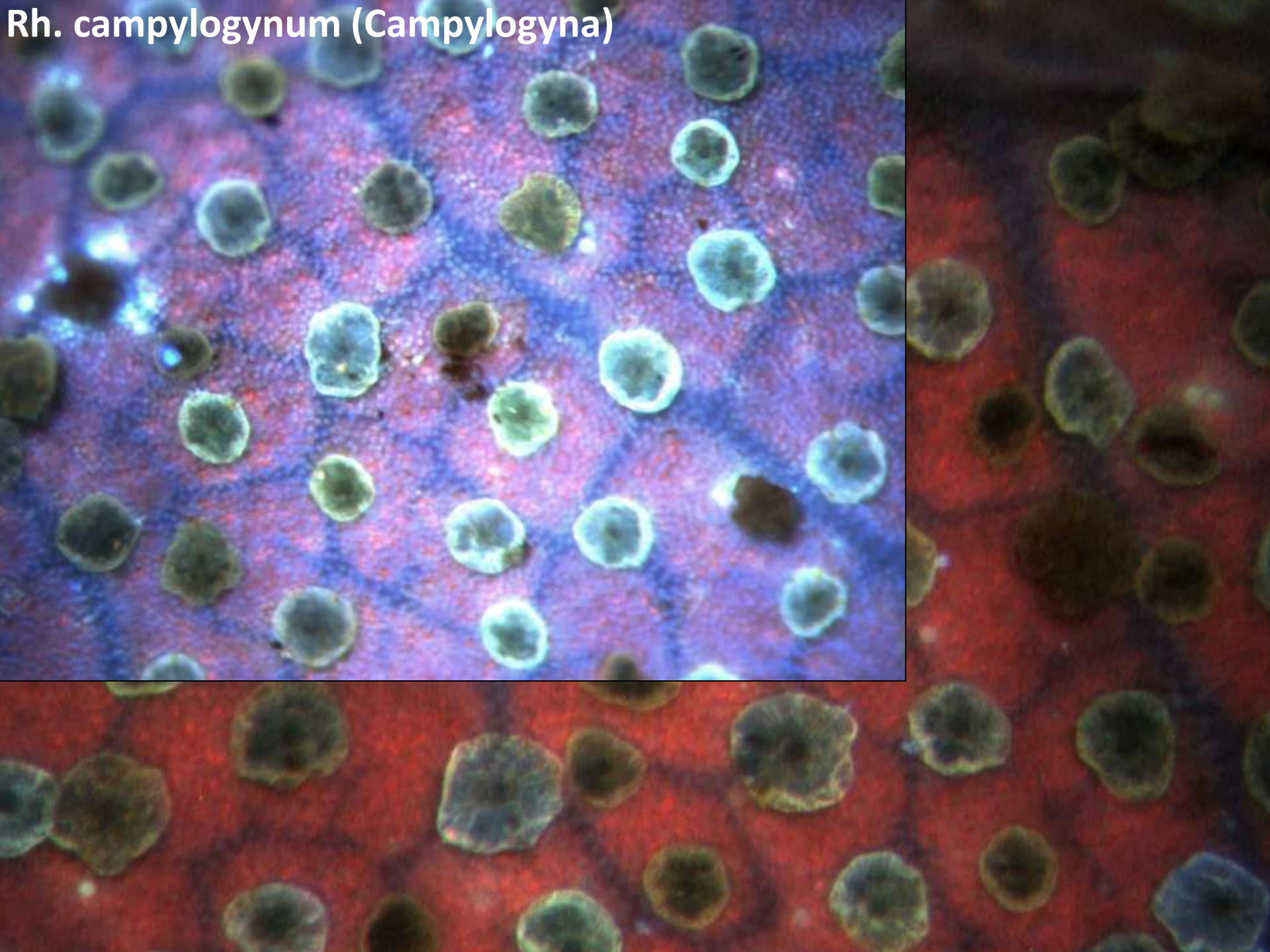
Feuille n° 3 2ème envoi



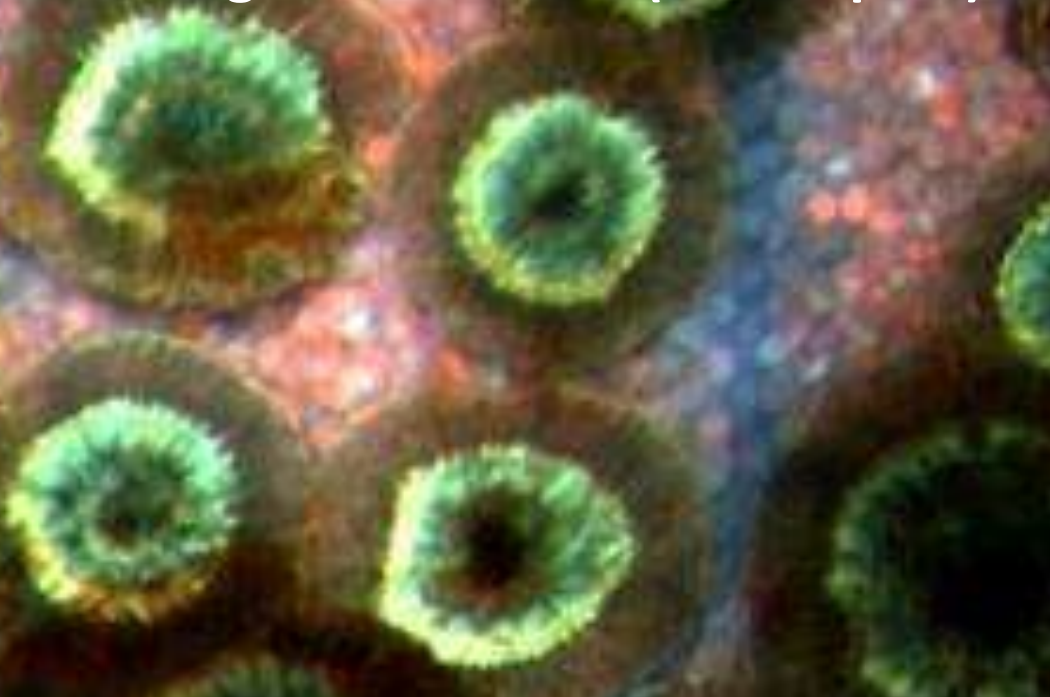
Rh. campylogynum (Campylogyna)



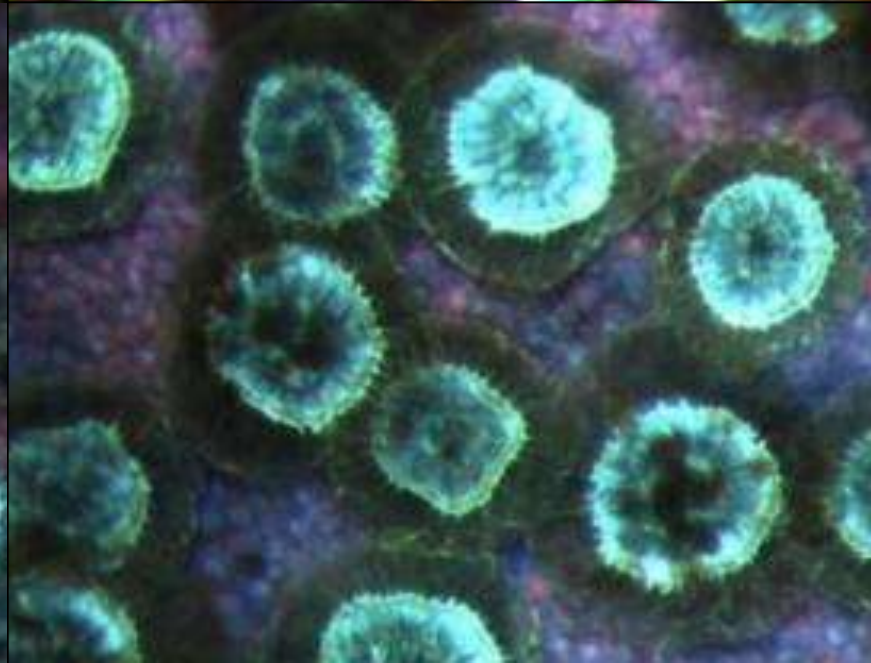
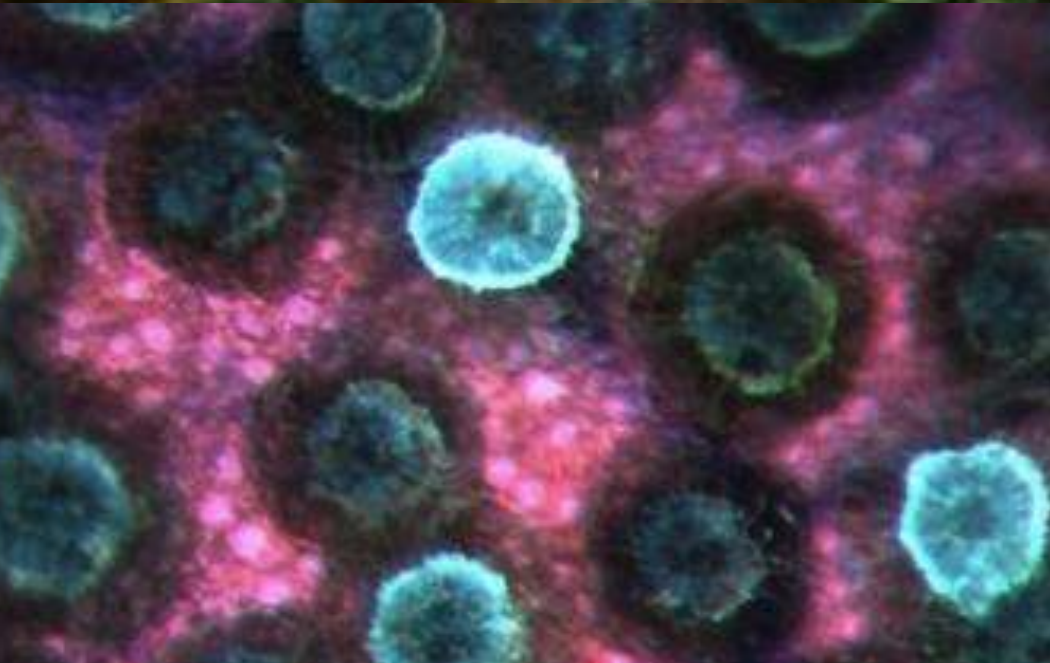
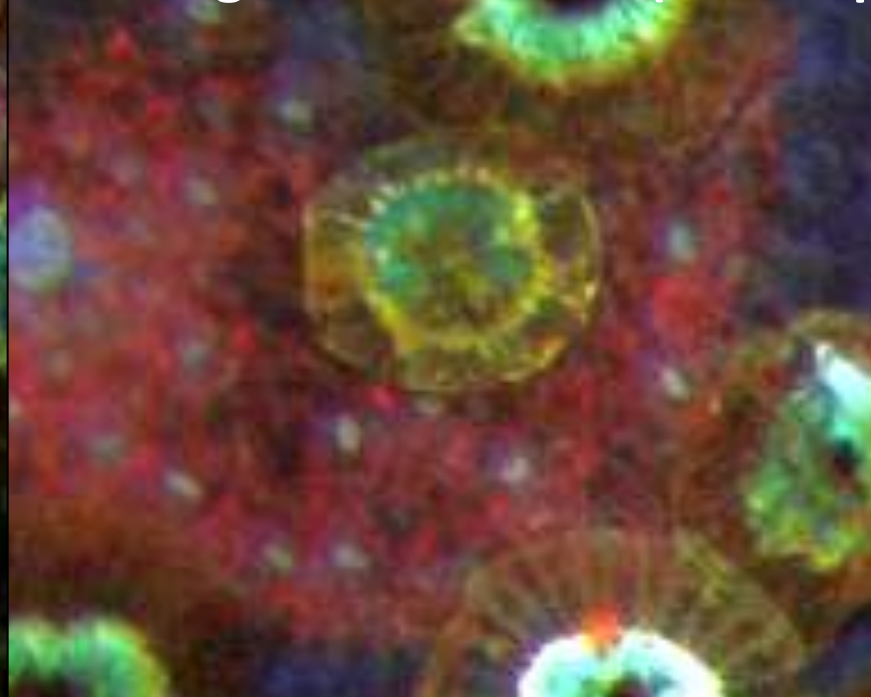
Rh. campylogynum (Campylogyna)



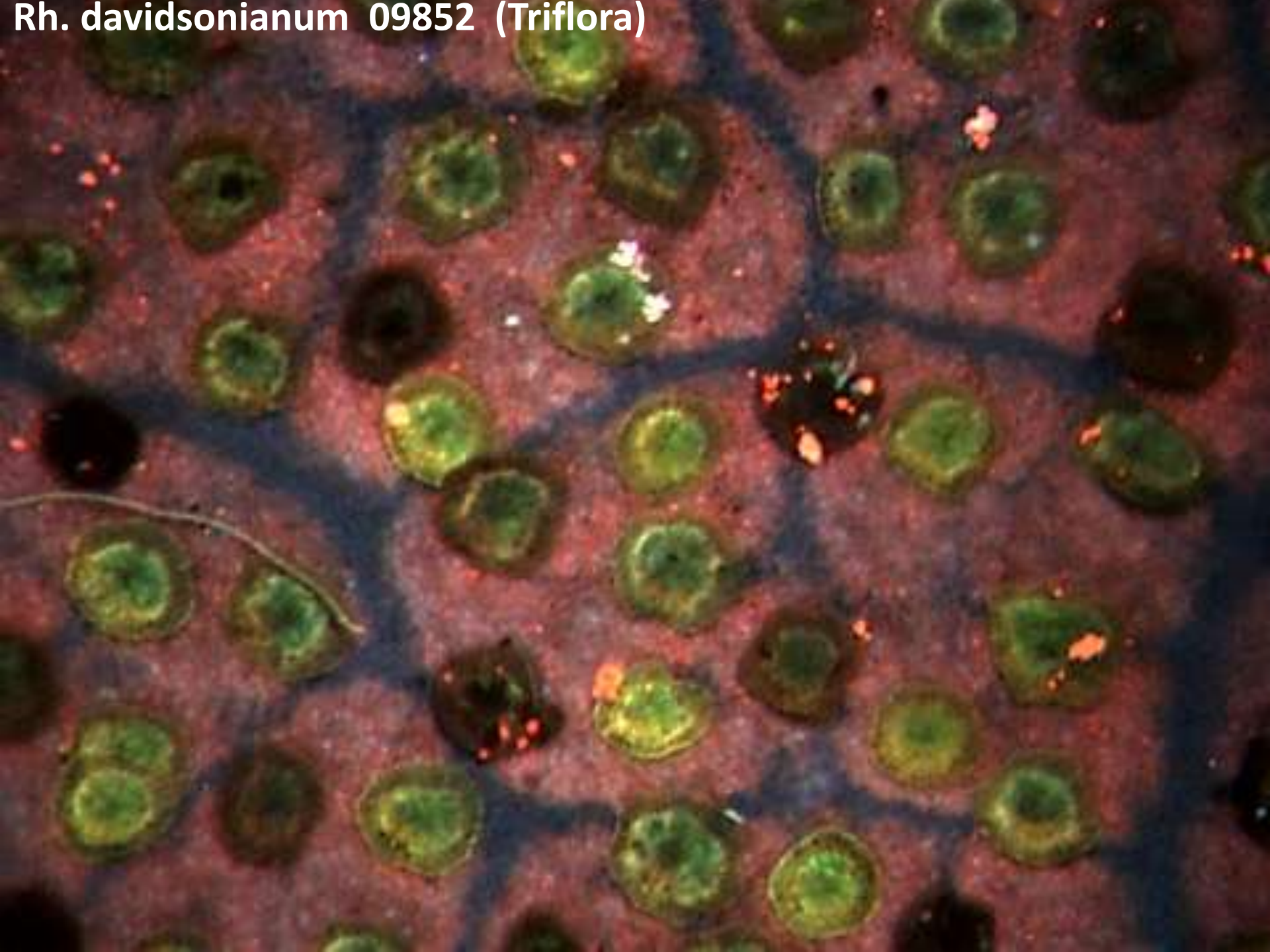
Rh. rubiginosum 09280 (Heliolenpida)



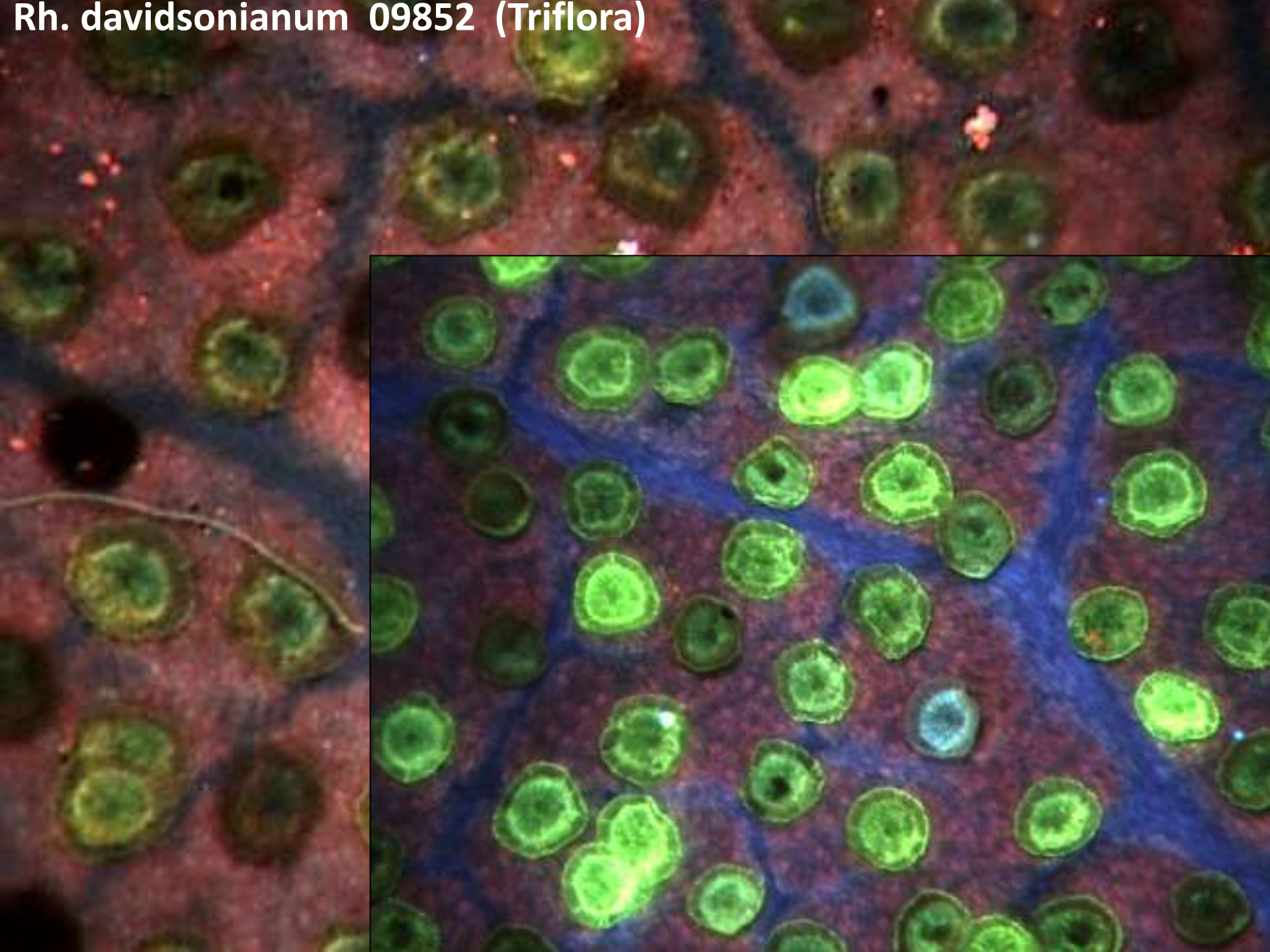
Rh. rubiginosum 76036 (Heliolenpida)



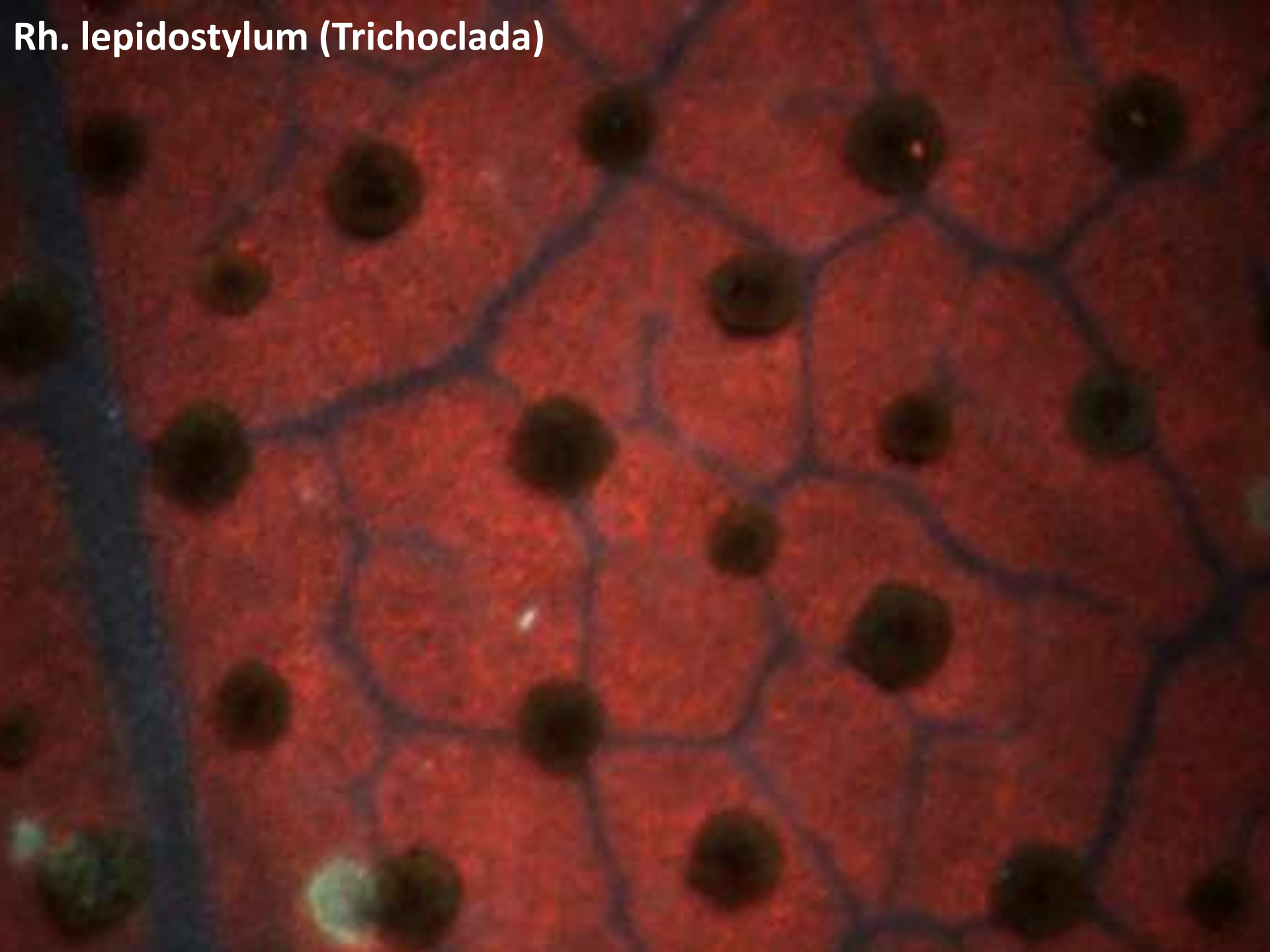
Rh. davidsonianum 09852 (Triflora)



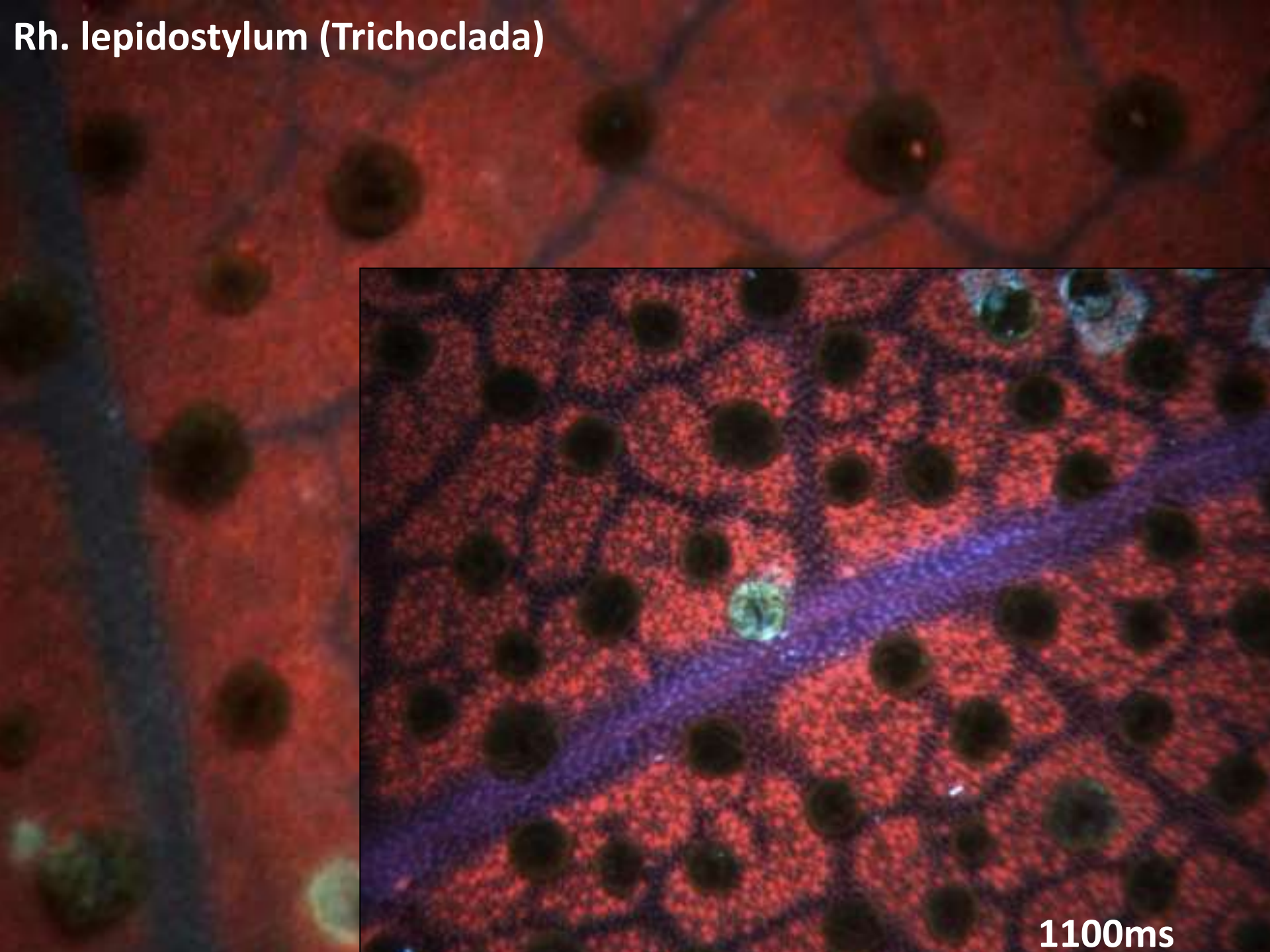
Rh. davidsonianum 09852 (Triflora)



Rh. lepidostylum (Trichoclada)



Rh. lepidostylum (Trichoclada)



1100ms

Microscopie électronique

Mini SEM Phenom G2-PRO

Grossissement 150 à 40.000x



Permet d'examiner rapidement en détail les différents types d'écailles, la structure de l'épiderme et des stomates,...

Types d'écailles

Dans la littérature : 5 types d'écailles



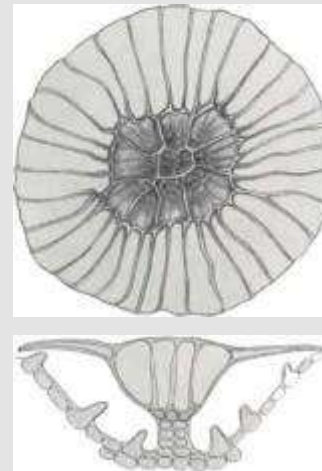
Lacérée
Lacerate



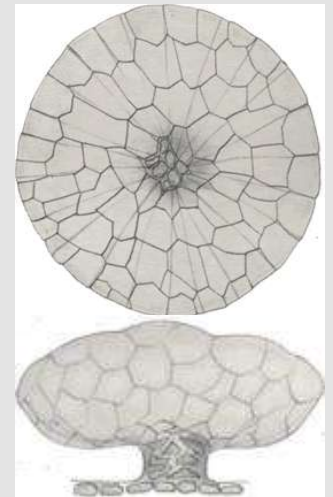
Ondulée
Undulate



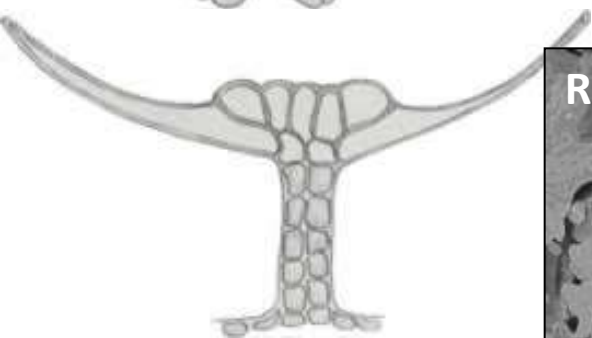
Crénelée
Crenulate



Entière
Entire

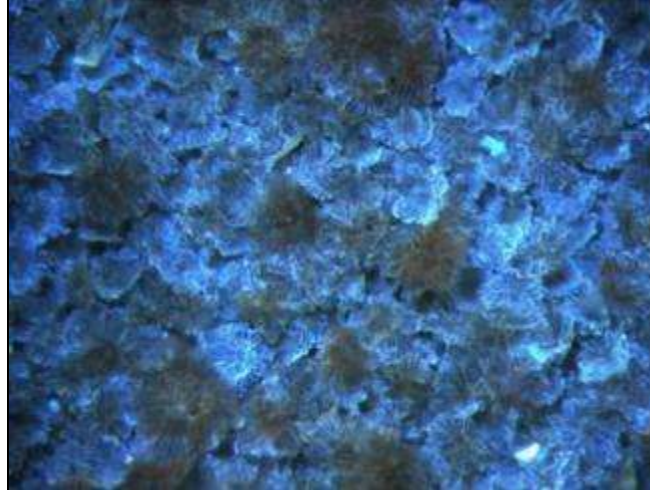


Vésiculaire
Vesiculate



Lacérée
Lacerate

Pogonanthum



Rh. anthopogon 'Betty Graham'

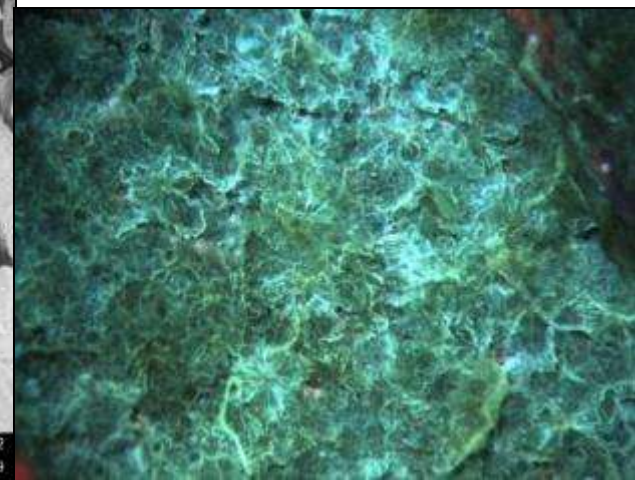


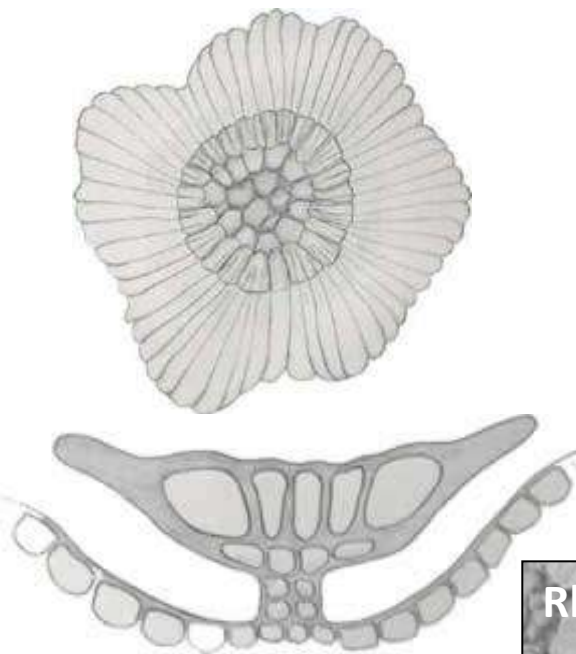
300x 5kV - Image DEC 23 2013 11:03
894 µm BSD Full anth bg 09289

Rh. trichostomum



200 µm 300x 5kV - 3.7 AUG 12 2014 16:12
894 µm BSD Full trichost 09309





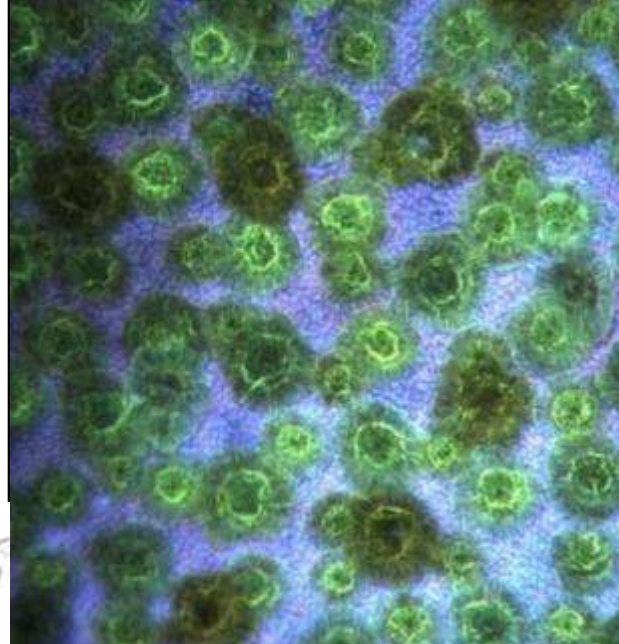
Ondulée
Undulate

Certains *Lapponica*

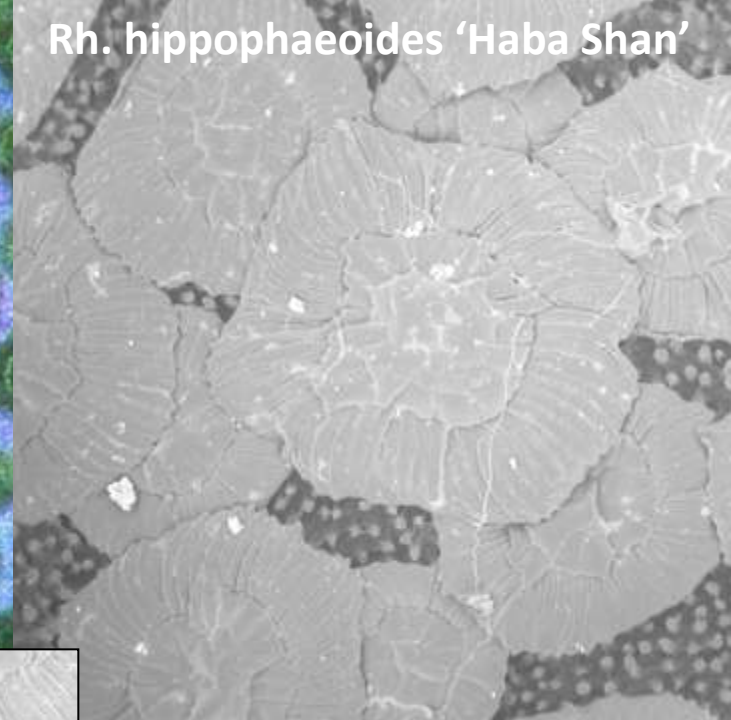
Rh. hippophaeoides

Rh. nitidulum

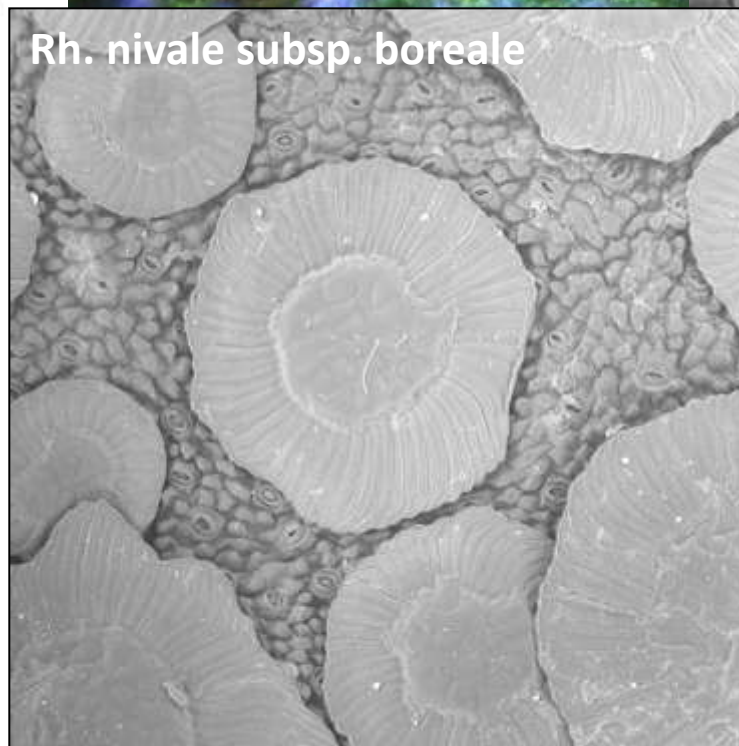
Rh. nivale



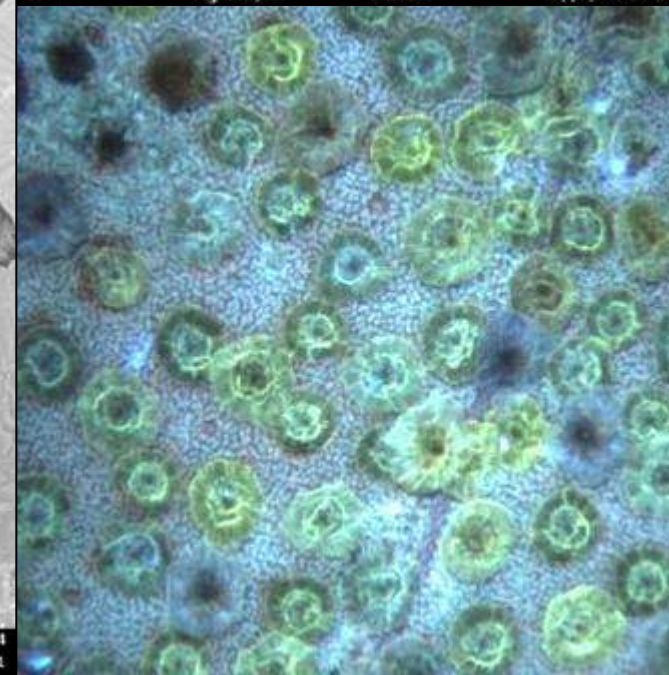
Rh. hippophaeoides 'Haba Shan'



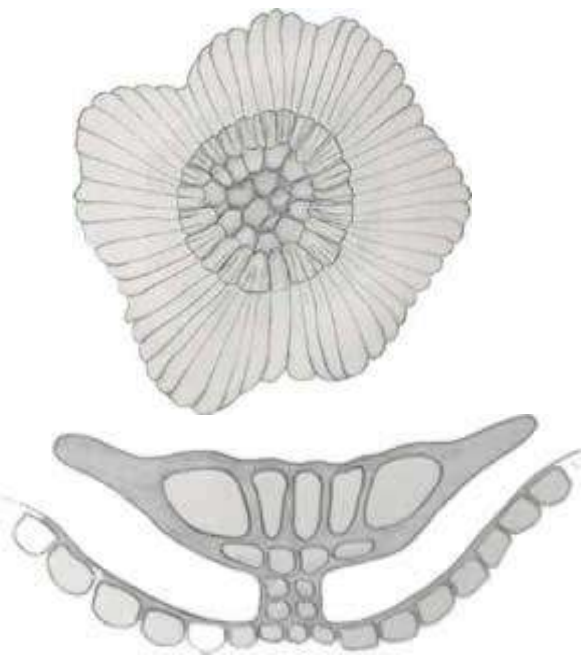
Rh. nivale subsp. *boreale*



500x 5kV - 3.7 MAY 14 2014 11:53
0 µm 537 µm BSD Full hippop HS 14042

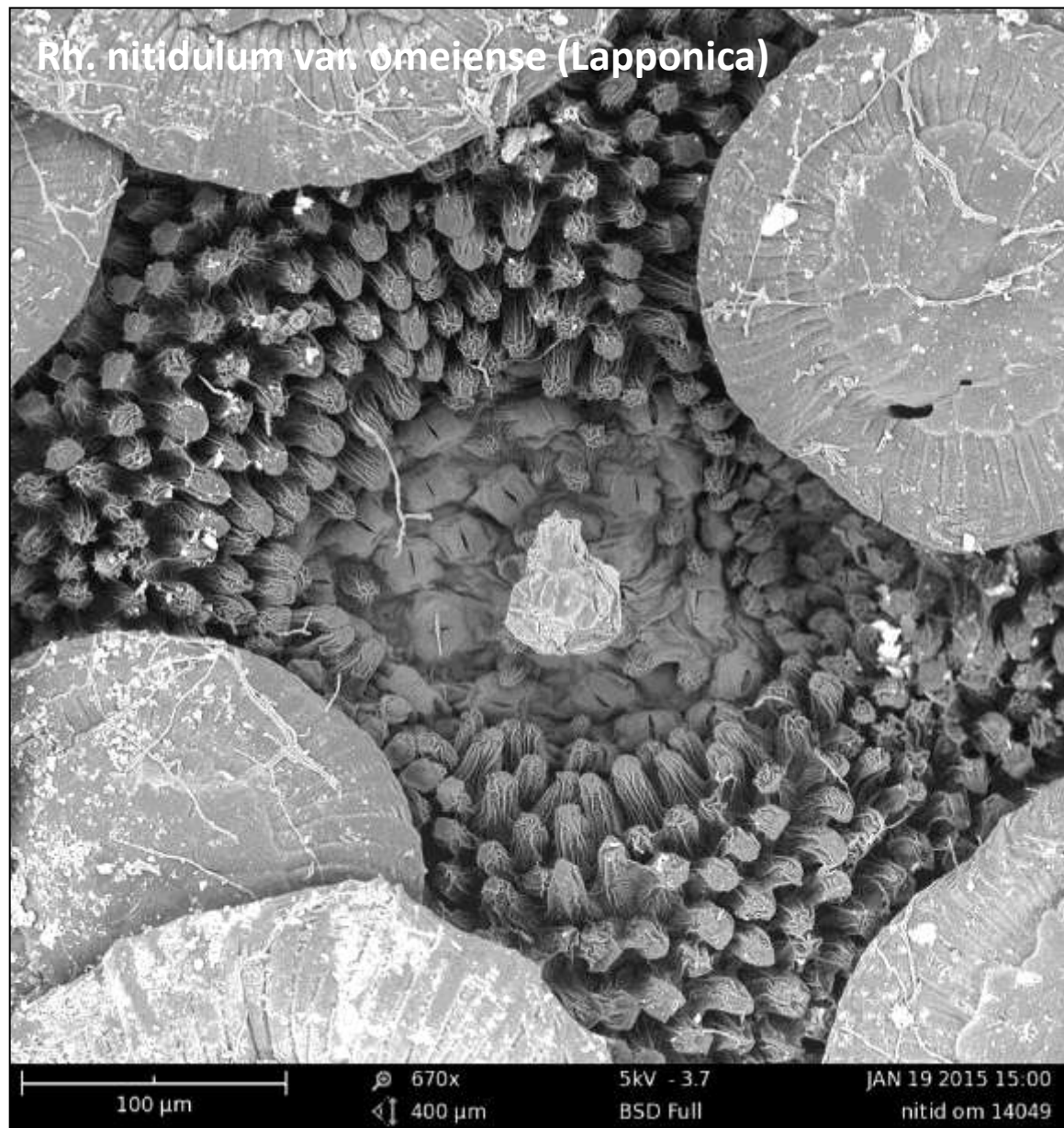


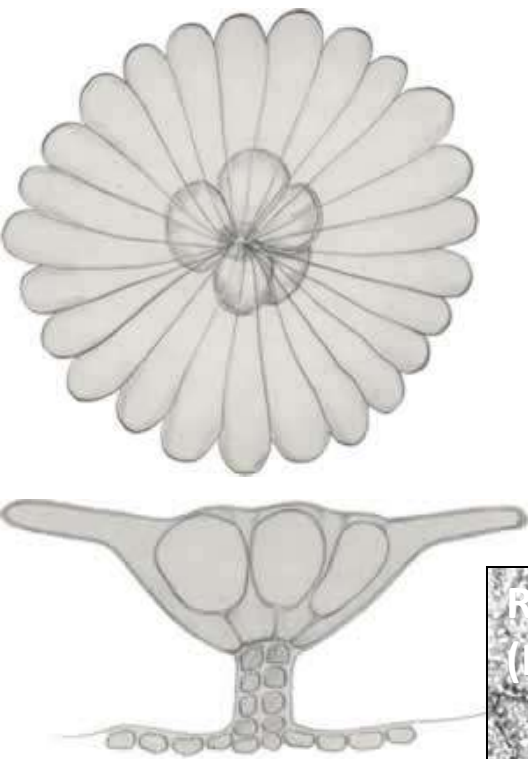
100 µm 500x 5kV - 3.7 MAY 14 2014 10:54
536 µm BSD Full nival bo 14051



Ondulée
Undulate

Creux sous l'écaille
Stomates sous les écailles

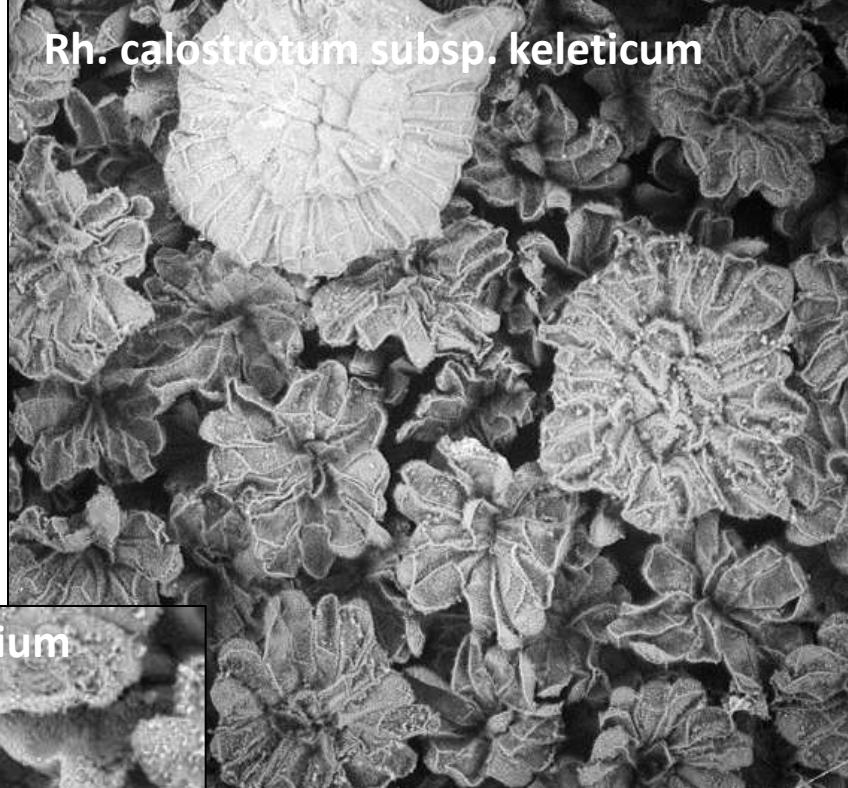




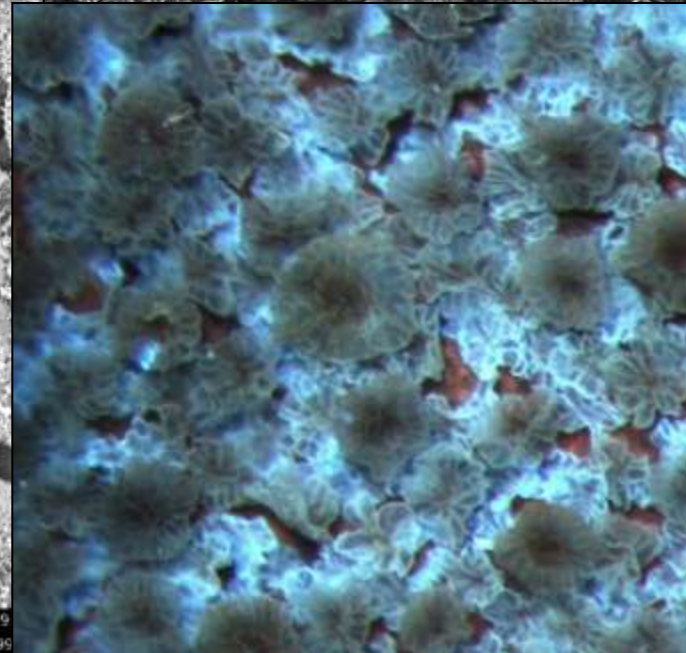
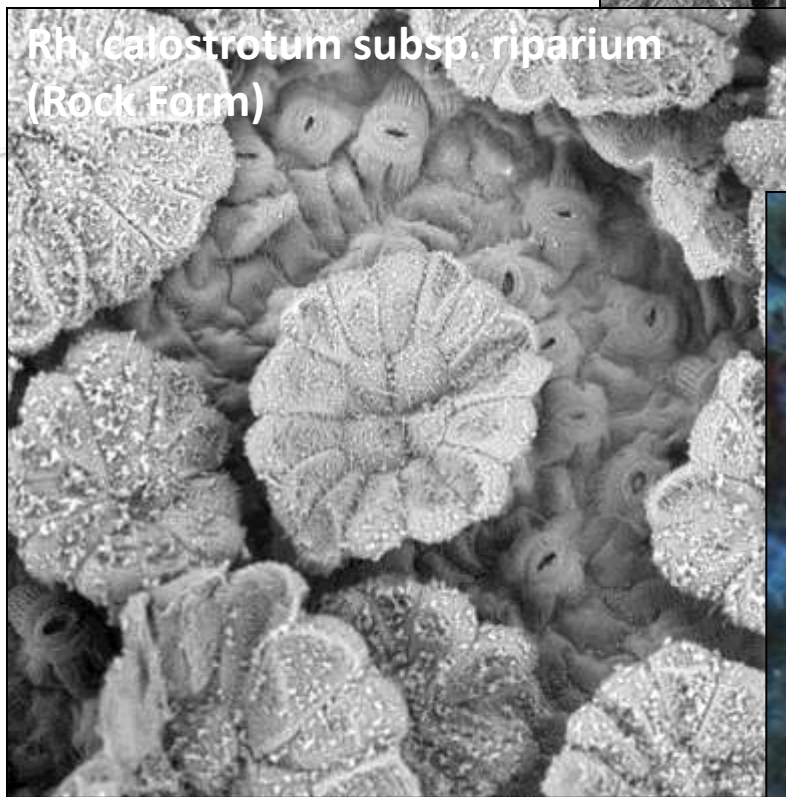
**Crénelée
Crenulate**

Saluenensia

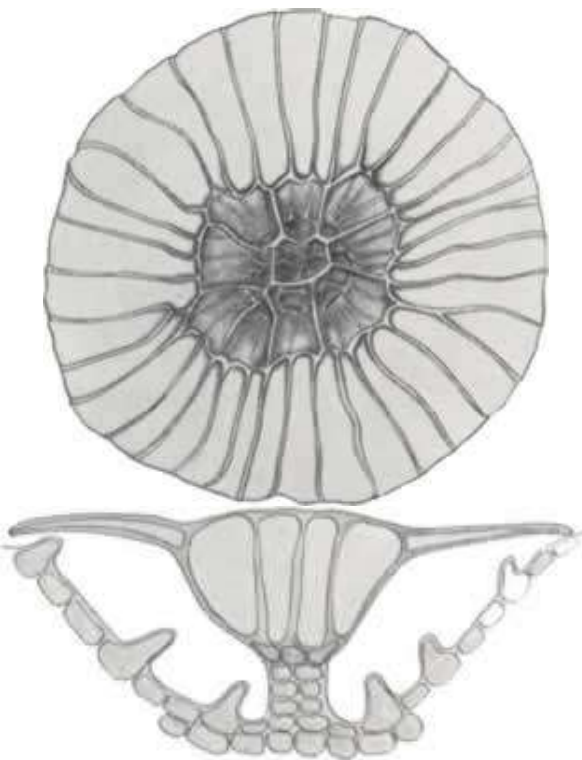
Rh. calostrotum subsp. keleticum



**Rh. calostrotum subsp. riparium
(Rock Form)**



80 μm 1000x 5kV - Image JAN 02 2014 9
4 268 μm BSD Full cal rip 99



Entière
Entire

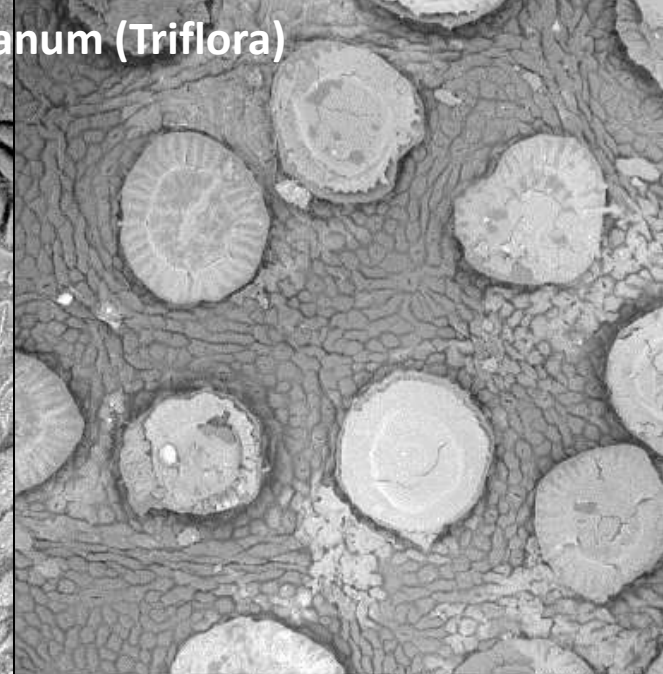
Creux sous l'écaille
Stomates sous l'écaille

Certains *Triflora*

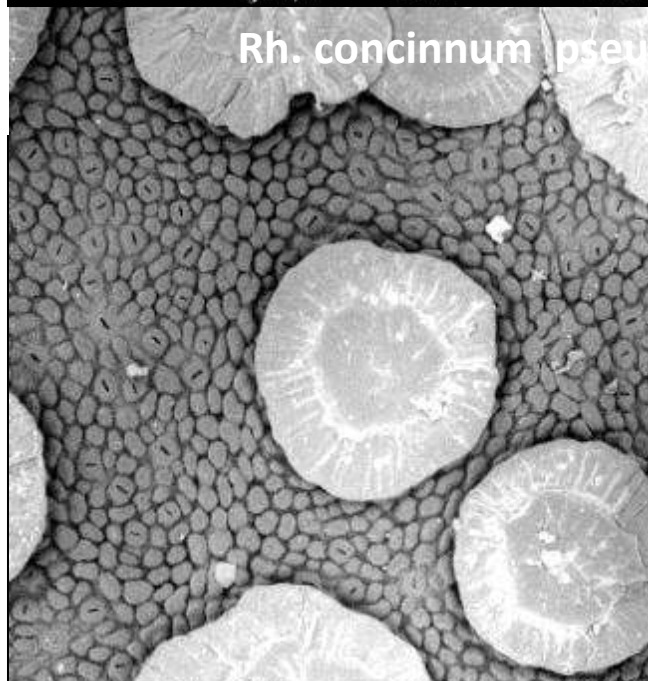


Rh. davidsonianum (Triflora)

80 µm 1000x 5KV -3.7 JAN 07 2015 15:38
268 µm BSD Full davids 09852



200 µm 300x 5KV -3.7 JAN 07 2015 15:33
894 µm BSD Full davids 09852

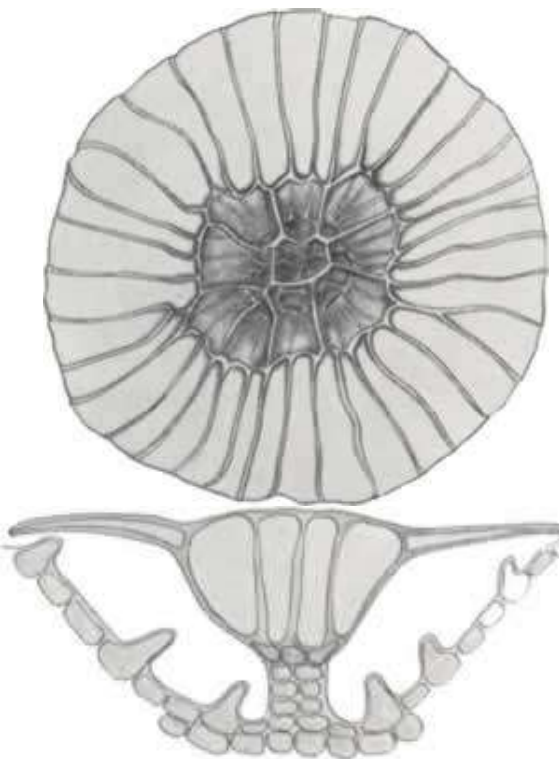


Rh. concinnum pseudoyanthinum Gr (Triflora)

200 µm 360x 5KV -3.7 JAN 07 2015 15
745 µm BSD Full conc Ps 081



100 µm 770x 5KV -3.7 JAN 07 2015 15:25
348 µm BSD Full conc Ps 08468

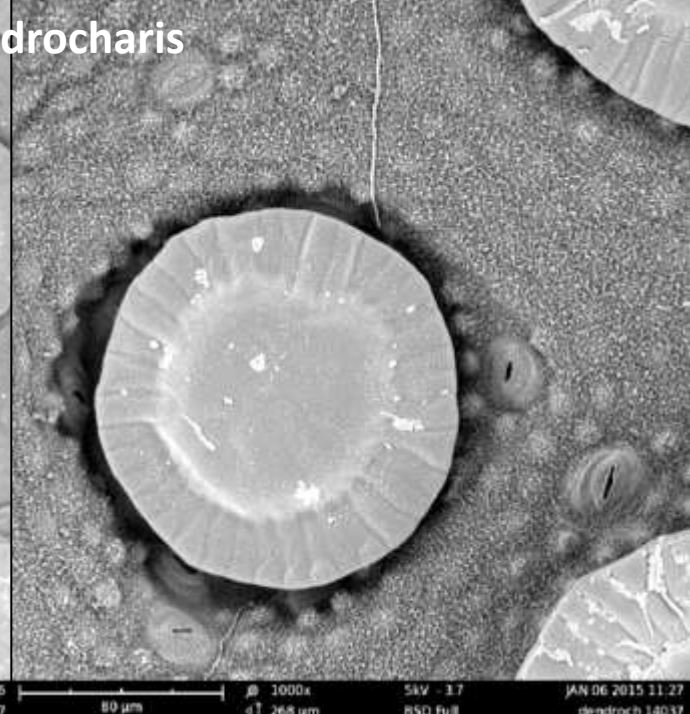
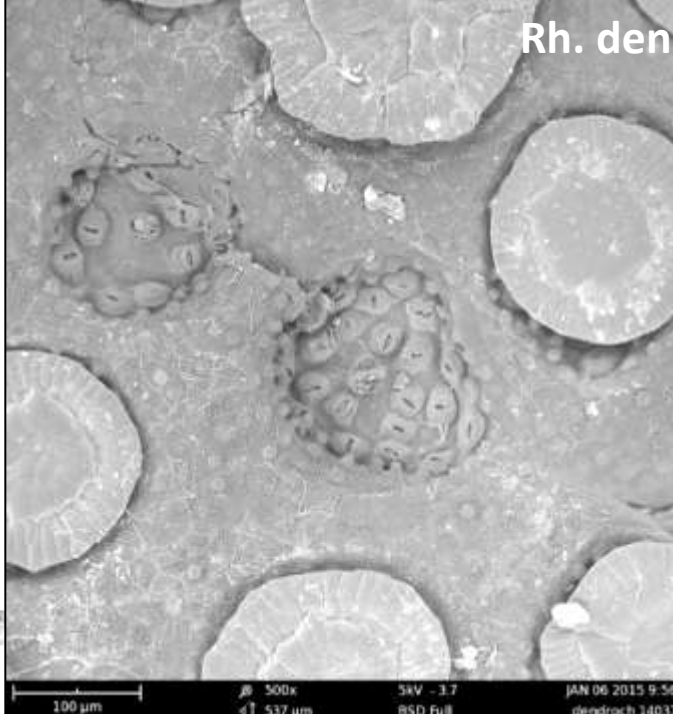


Entière
Entire

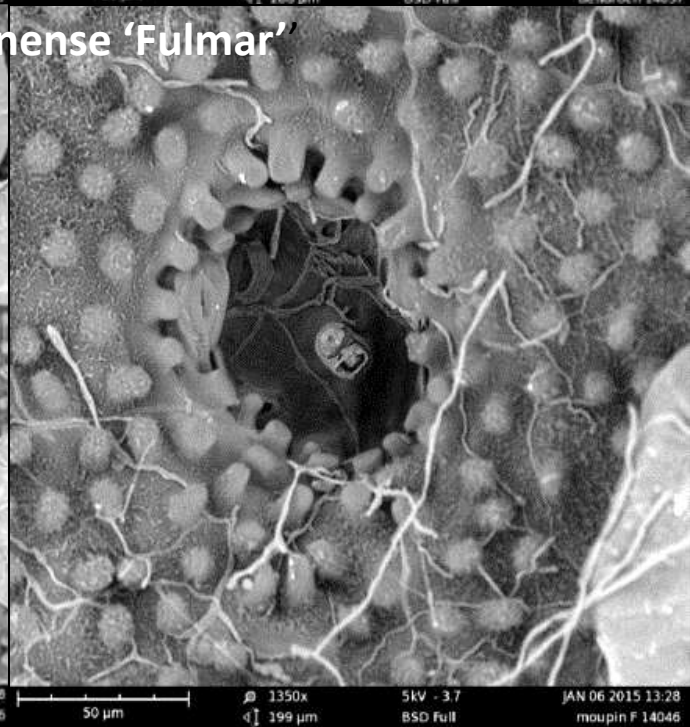
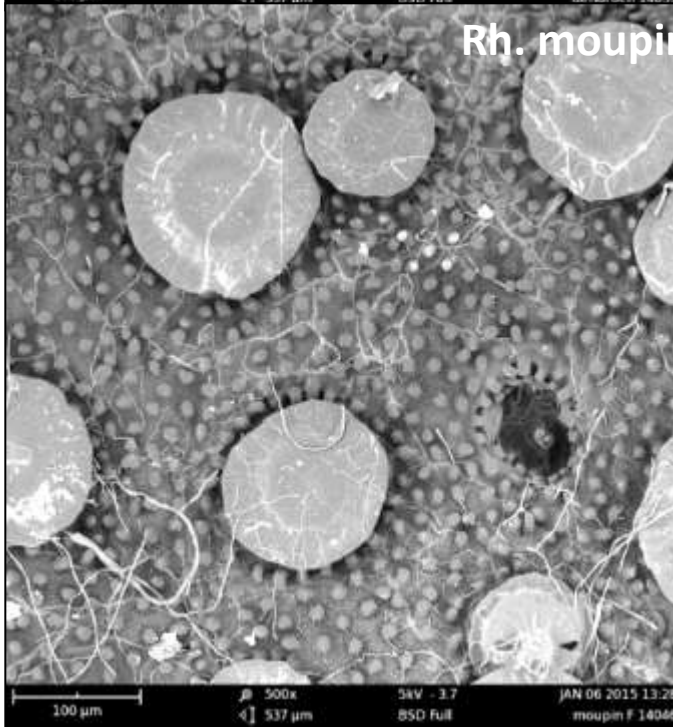
Creux sous l'écaille
Stomates sous l'écaille

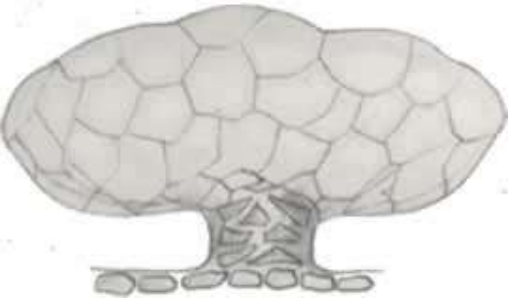
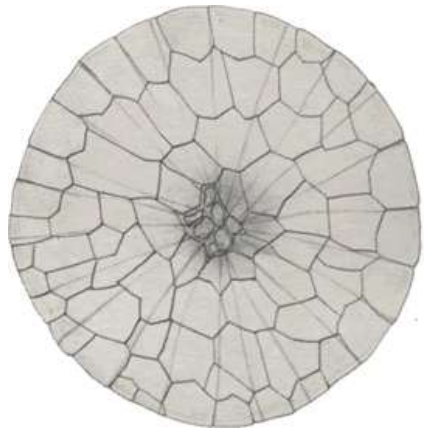
Moupinensia

Rh. dendrocharis



Rh. moupinense 'Fulmar'

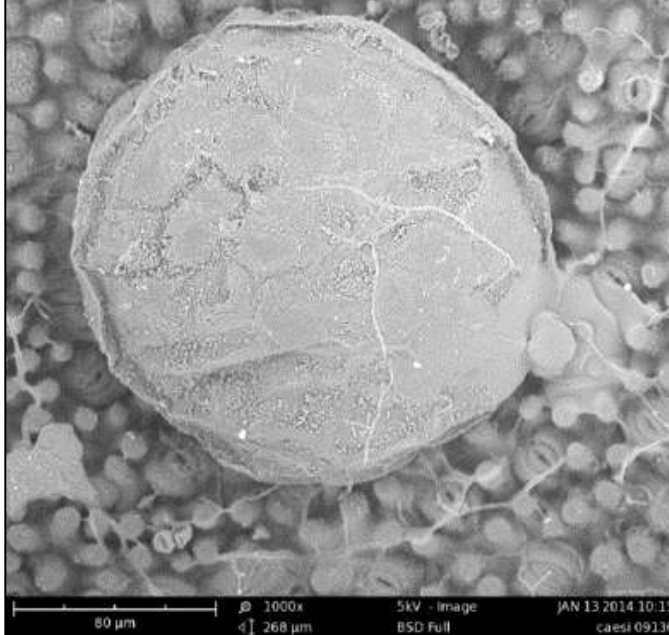




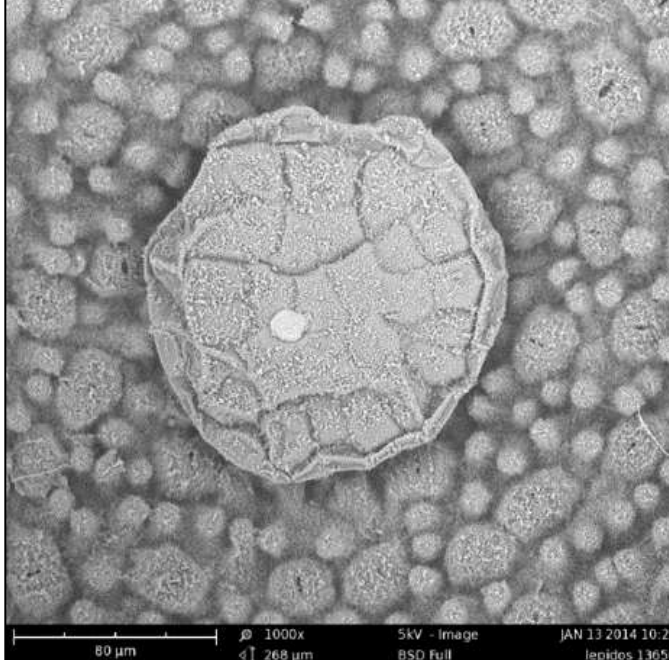
Vésiculaire
Vesiculate

Campylogyna
Trichoclada
Ledum

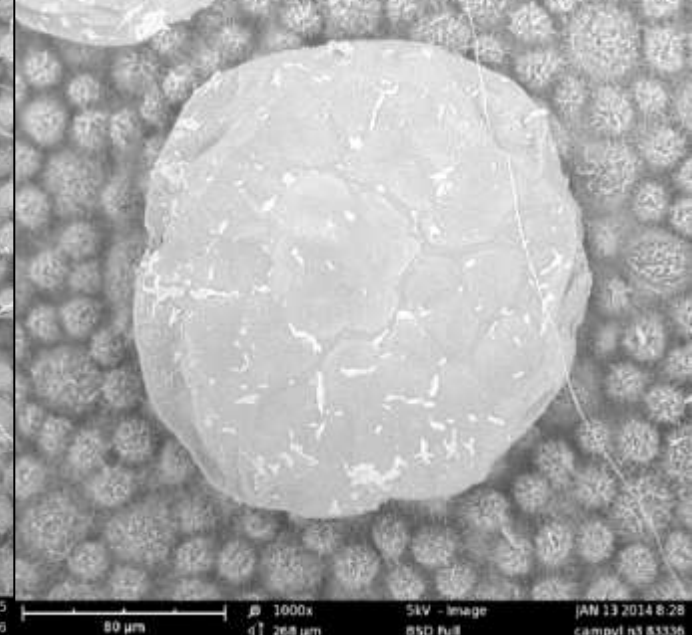
Rh. caesium (Trichoclada)



Rh. lepidostylum (Trichoclada)



Rh. campylogynum (Campylogyna)

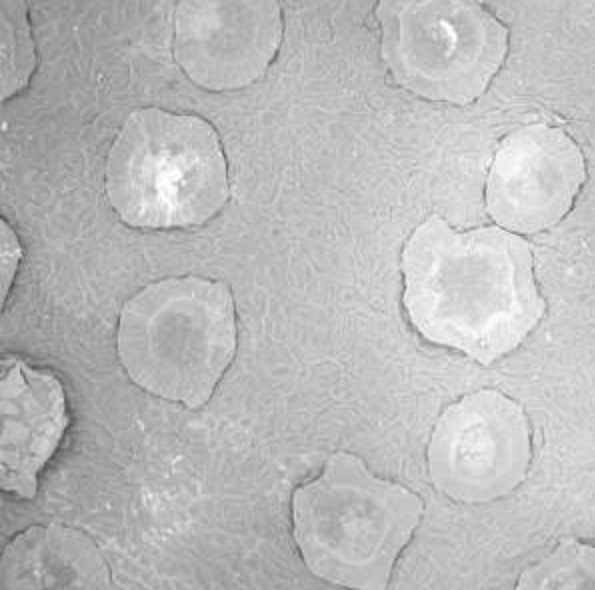


Rh. groenlandicum (Ledum)



Quel type d'écailles ?

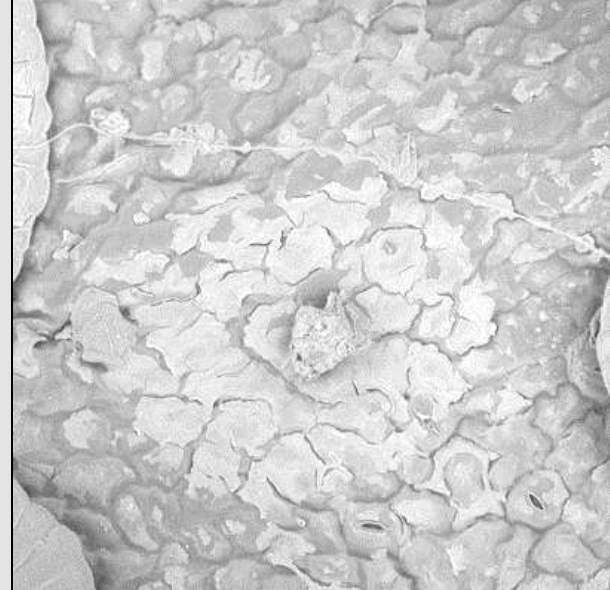
Pas de puit sous les écailles
Ni crénelées, ni vésiculaires



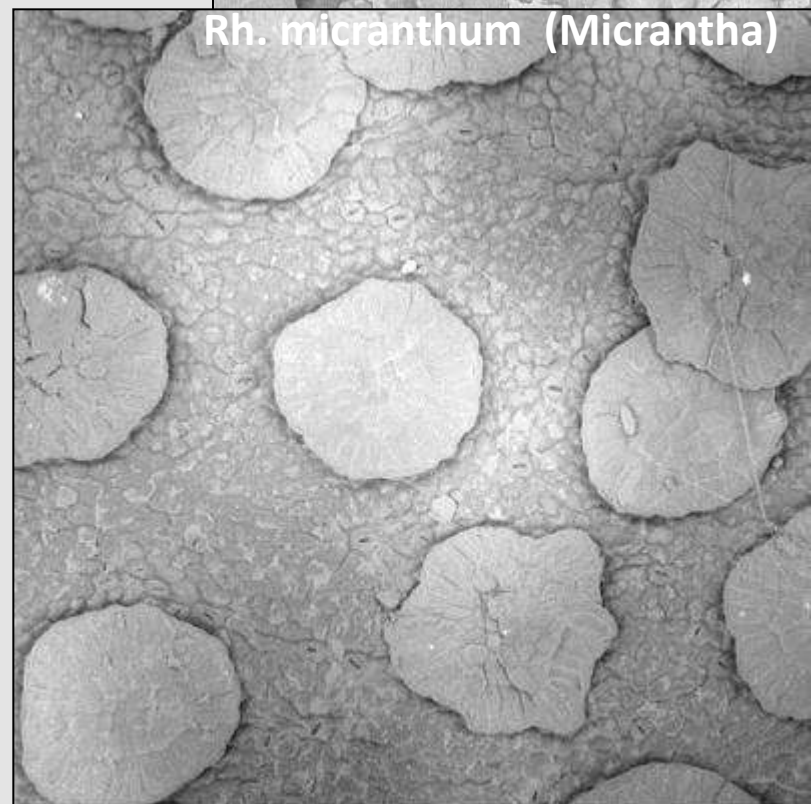
Rh. mucronulatum var. *taquetii*
(*Rhodorastra*)



80 µm 1000x 5kV - 3.7 MAR 26 2015 11:14
268 µm BSD Full micro ci 93024



Rh. micranthum (Micrantha)



200 µm 300x 5kV - Image JAN 02 2014 9:14
894 µm BSD Full micran 90895

Cinnabarina

Quel type d'écailles ?

Écailles différentes

Pas de puit sous les écailles

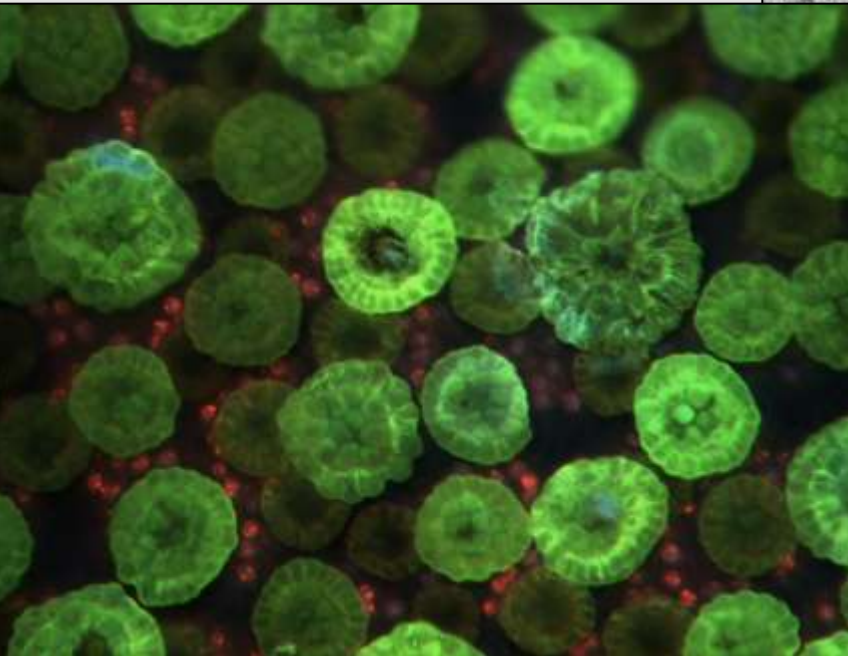
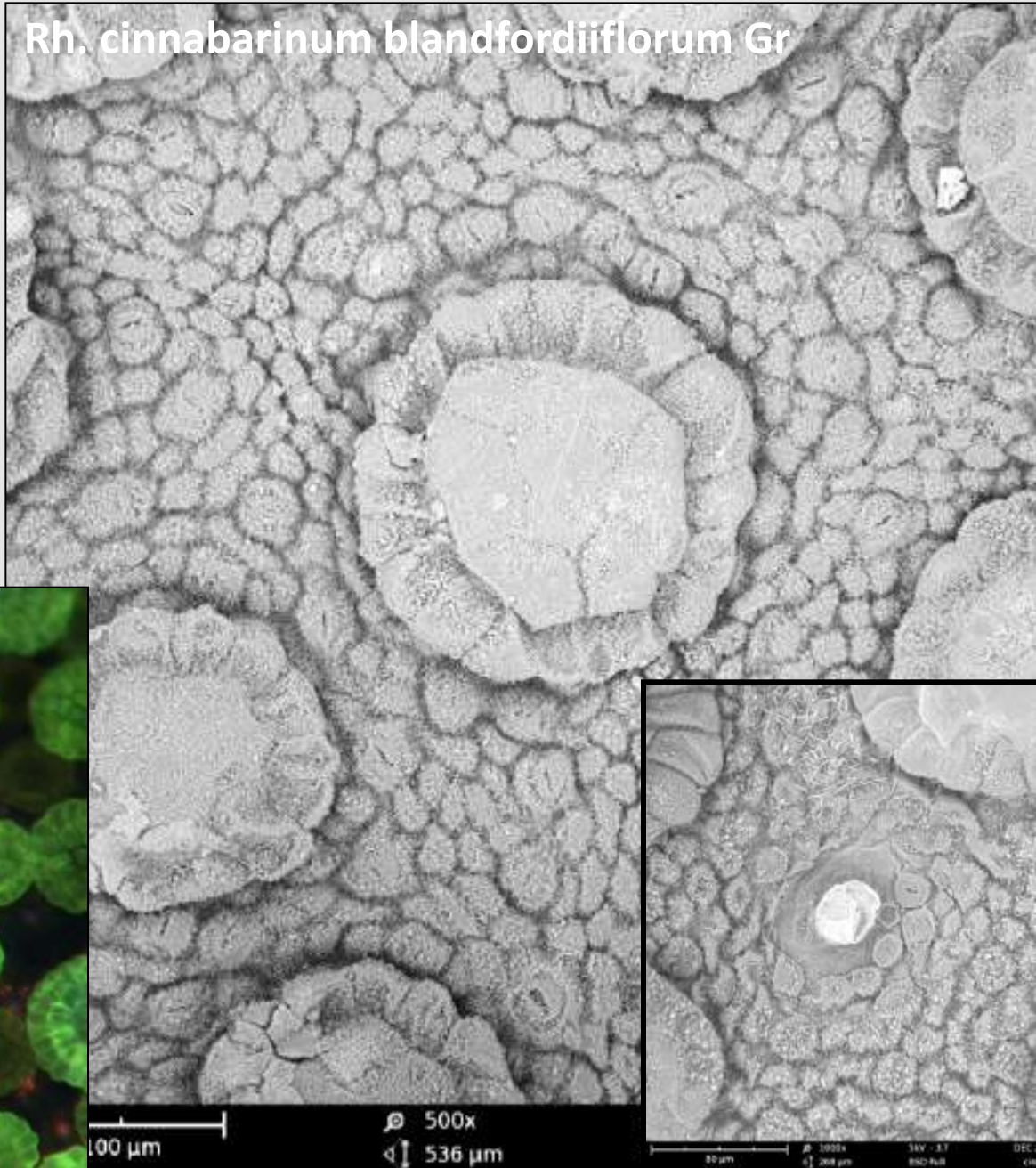
Ni crénelées, ni vésiculaires

10 Rhododendrons analysés avec
des caractéristiques

microscopiques assez cohérentes ,

mais 3 types

Type 1



Cinnabarina

Quel type d'écailles ?

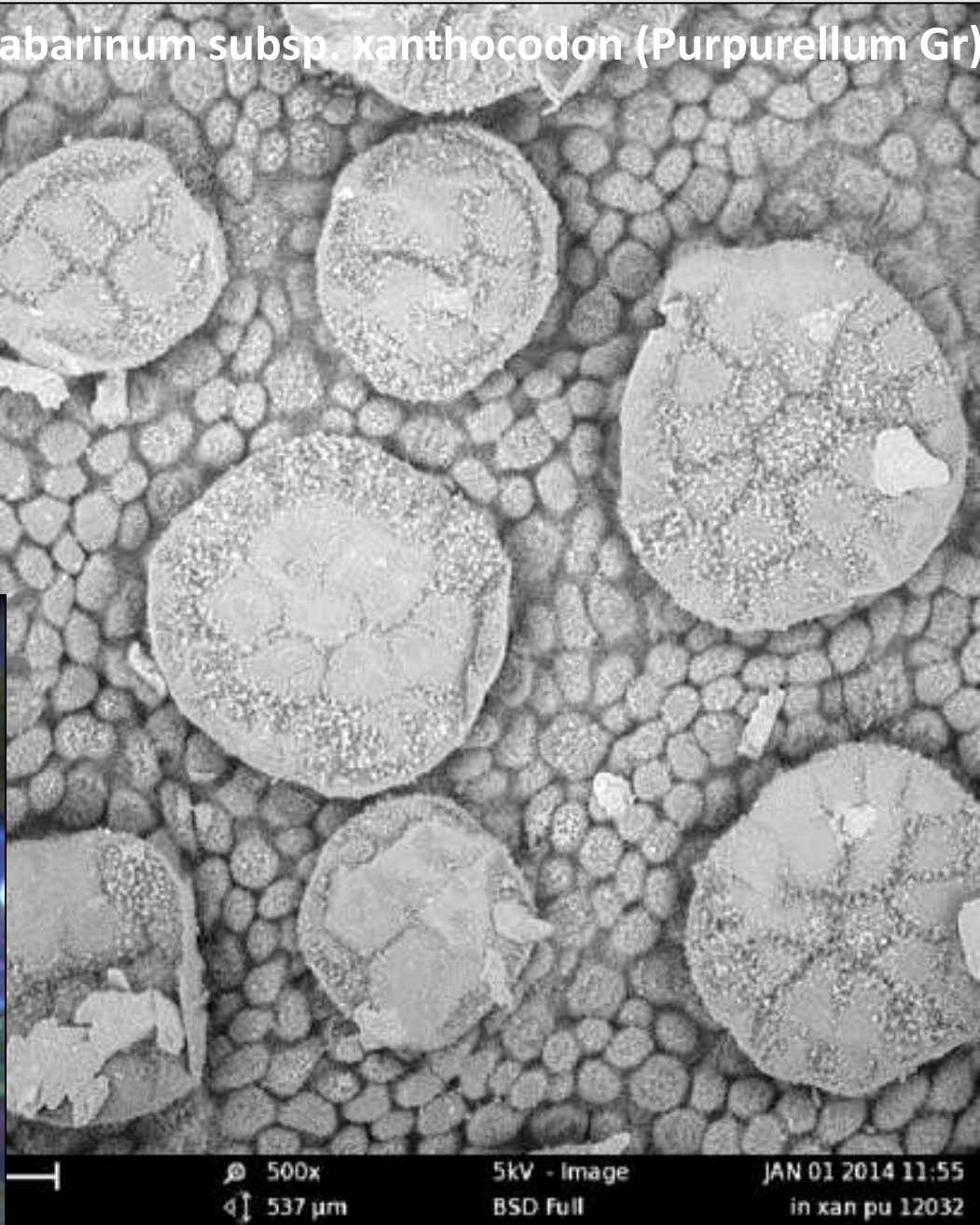
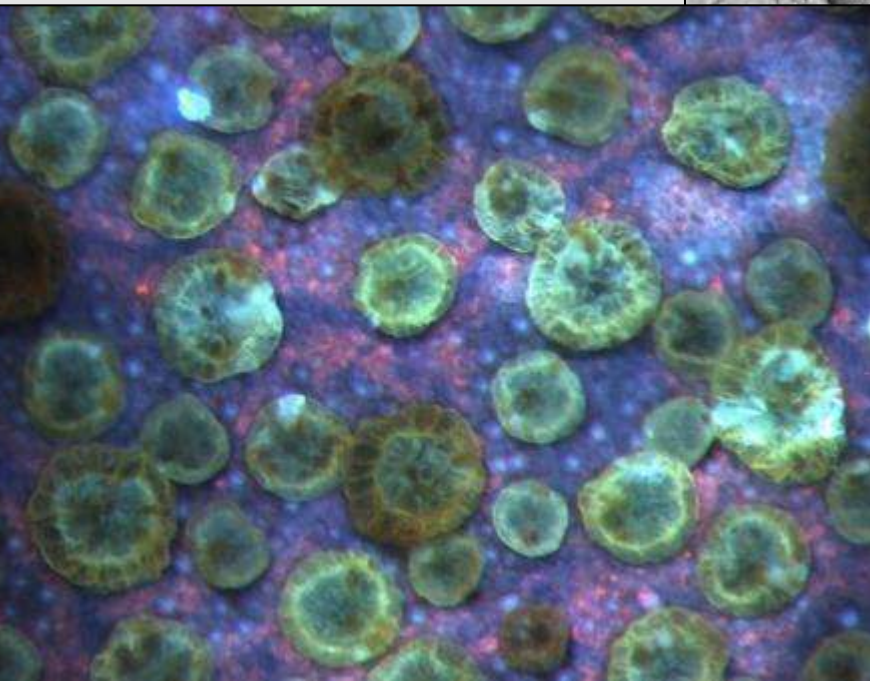
Écailles différentes

Pas de puit sous les écailles

Ni crénelée, ni vésiculaire

Type 2

Rh. cinnabarinum subsp. *xanthocodon* (Purpurellum Gr)



Cinnabarina: Rh. keysii

Où les classer ?

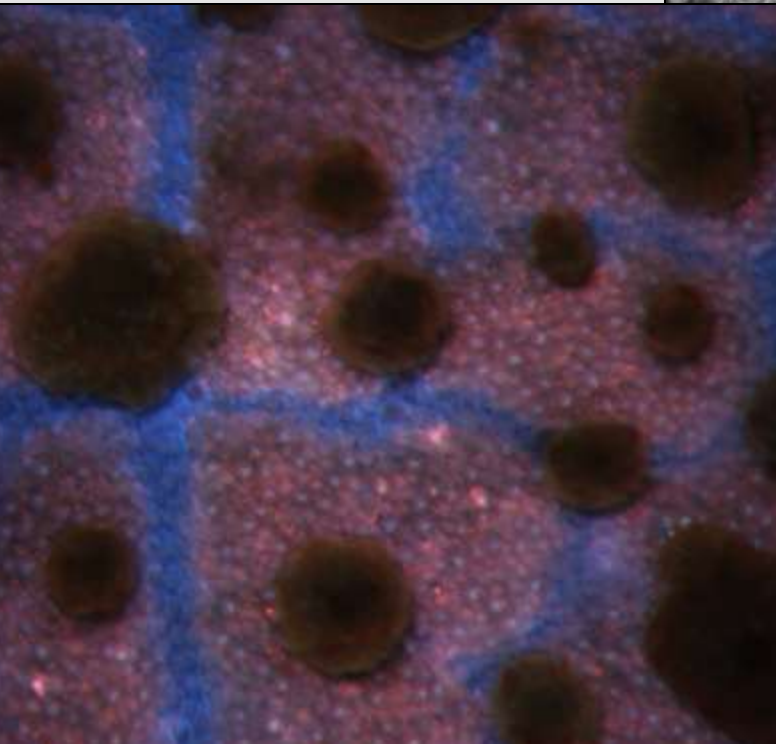
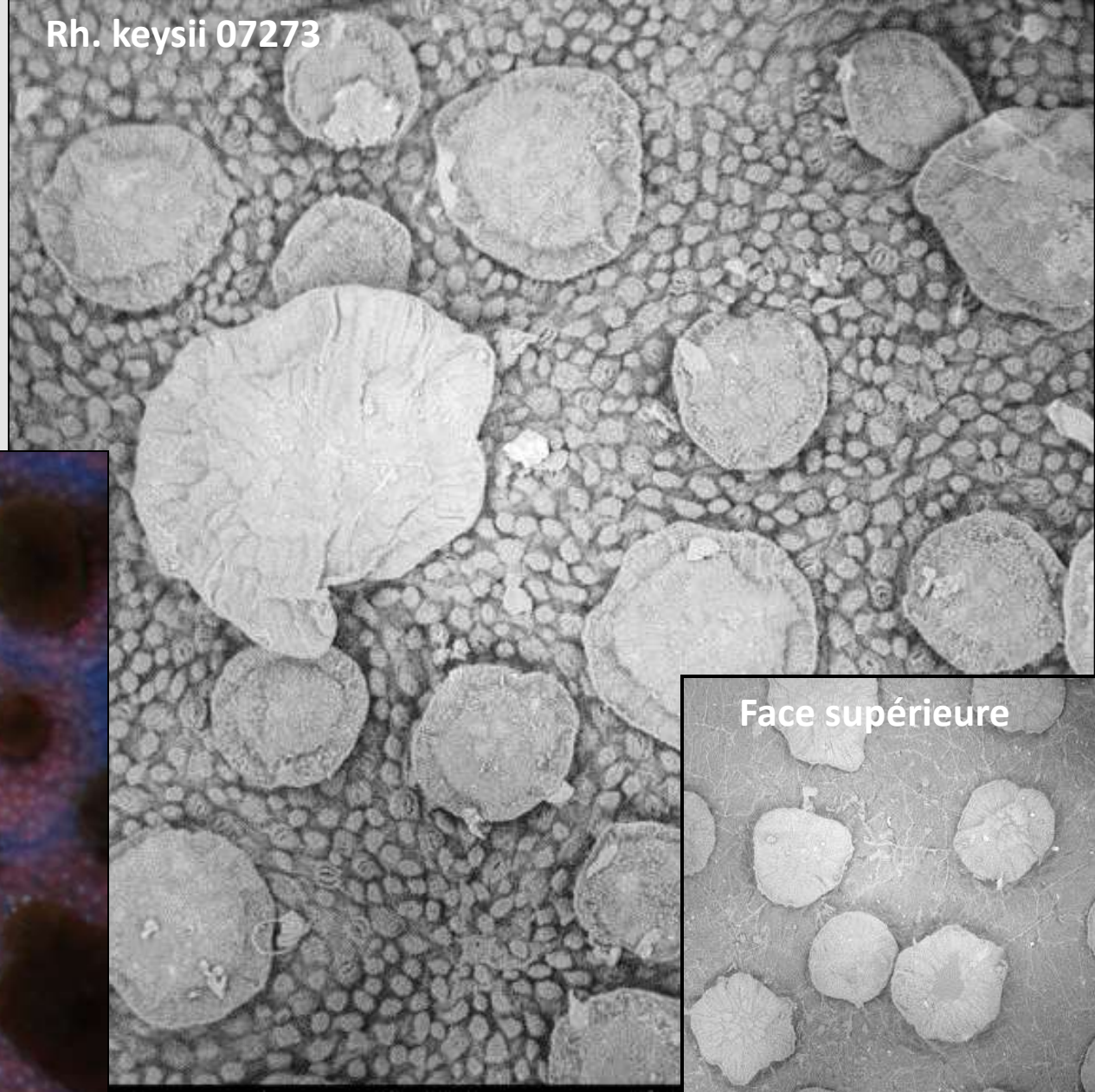
Ecailles différentes

Pas de puit sous les écailles

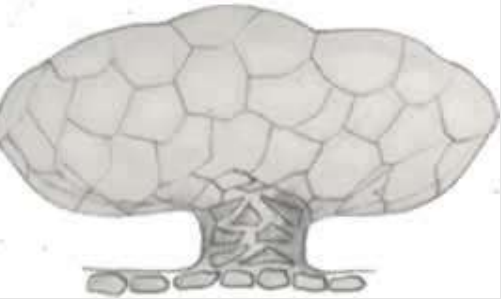
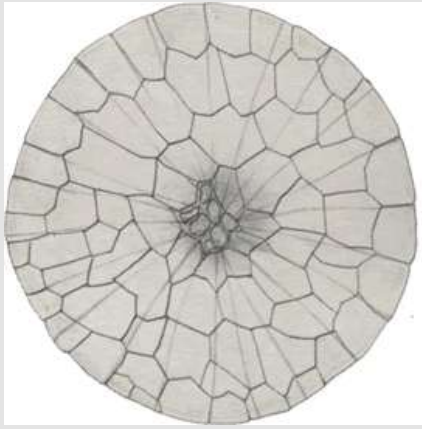
Ni crénelée, ni vésiculaire

Fluorescence différente

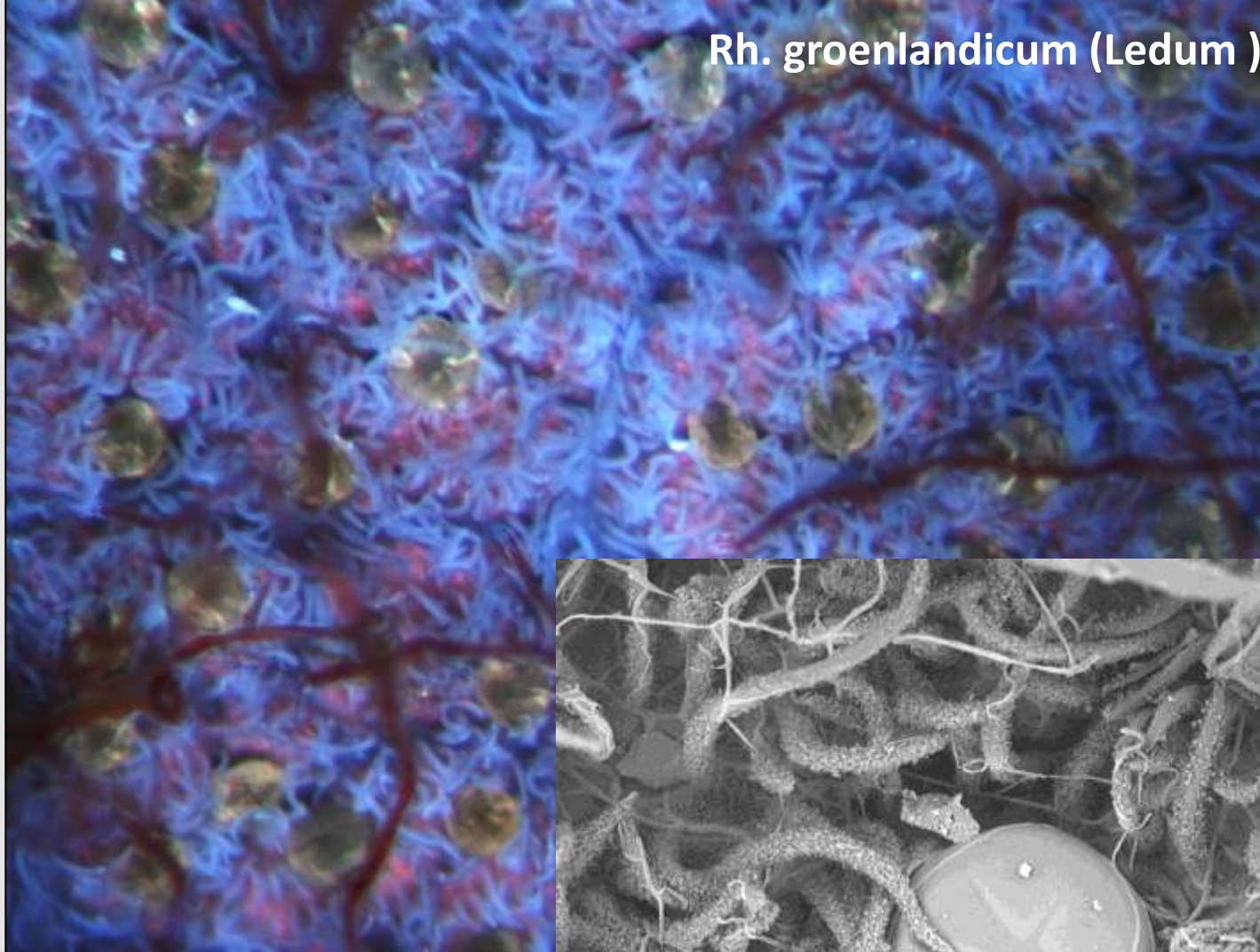
Type 3



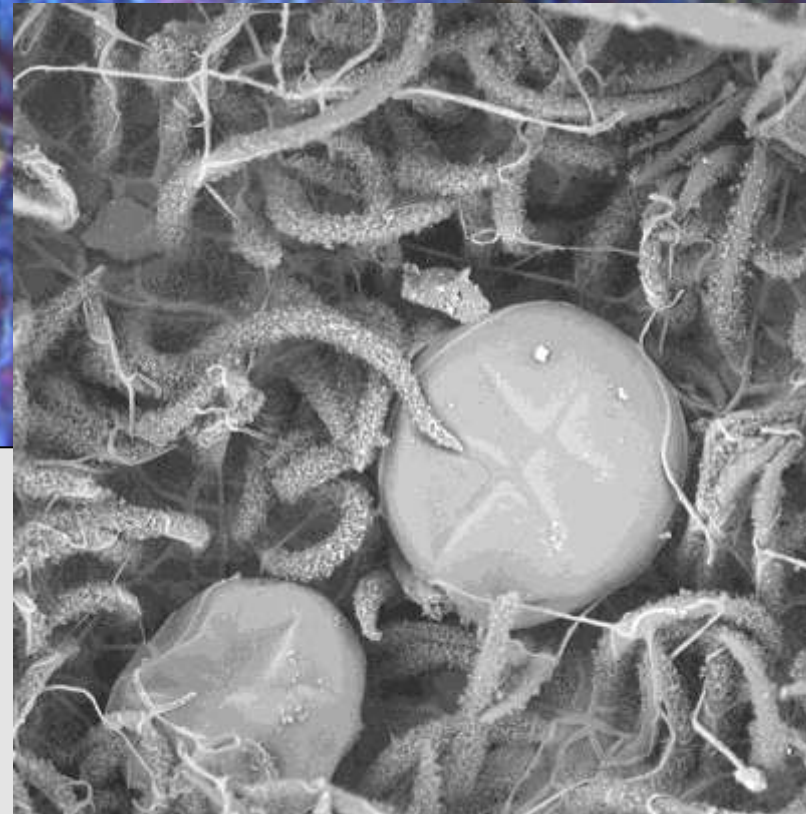
Rh. groenlandicum (Ledum)



Vésiculaire
Vesiculate



Ecailles réellement sans anneau



Types de structures épidermiques

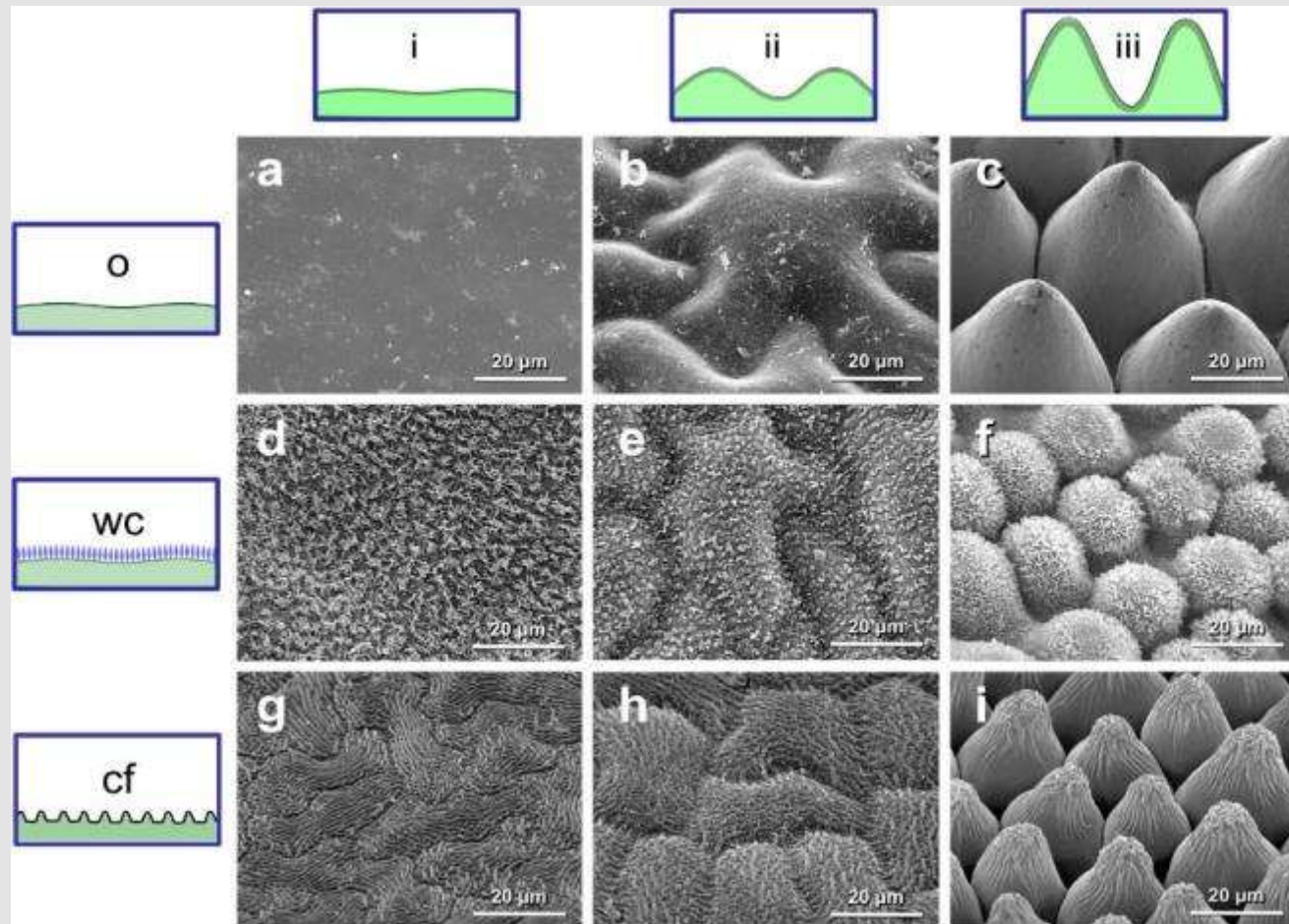


Figure 1: different types of structuring. Pictograms cells (i), convex cells (ii) and papillate cells (iii). Pictograms on the left illustrate the level of superimposed microstructuring: Films of wax / no further structuring (o), epicuticular wax crystals (wc) and cuticular folds (cf). SEM micrographs of plant surfaces: (a) *Magnolia grandiflora*, (b) *Paeonia officinalis*, (c) *Calathea zebrina*, (d) *Diospyros kaki*, (e) *Paeonia suffruticosa*, (f) *Colocasia esculenta*, (g) *Hevea brasiliensis*, (h) *Vitis vinifera*, (i) *Rosa* hybrid Floribunda cv. "Sarabande".

Impact of cell shape in hierarchically structured plant surfaces on the attachment of male Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*) Bettina Prüm*1, Robin Seidel1,2, Holger Florian Bohn1 and Thomas Speck1,2,3 Beilstein Journal of nanotechnology

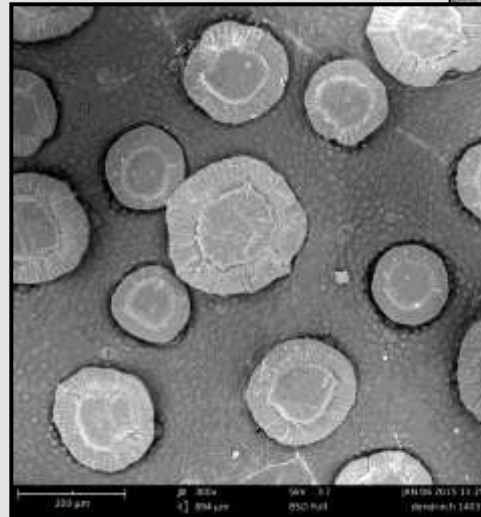
Epiderme plane

Généralement nombreux stomates visibles

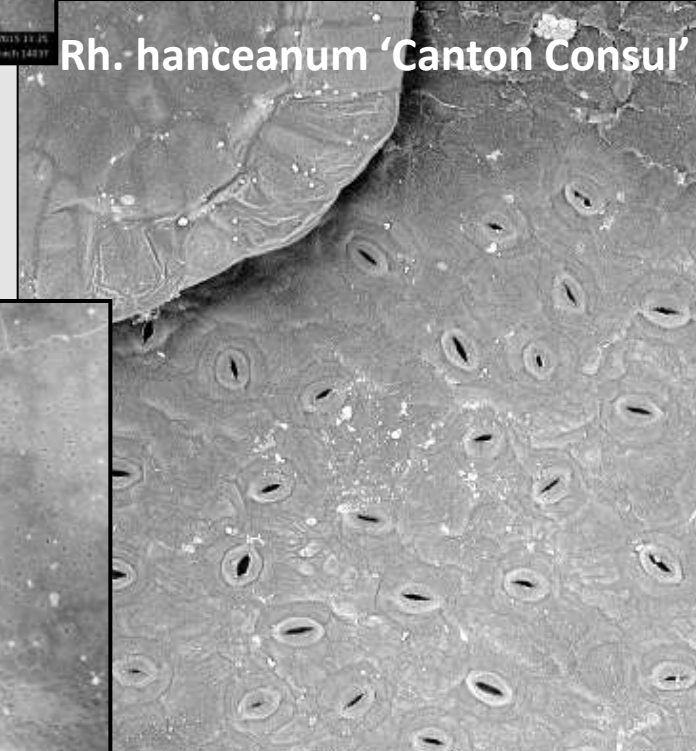
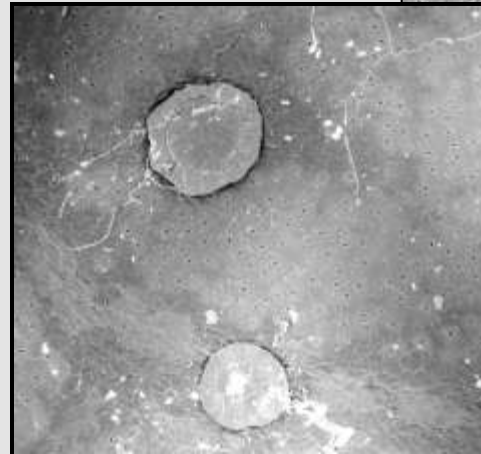
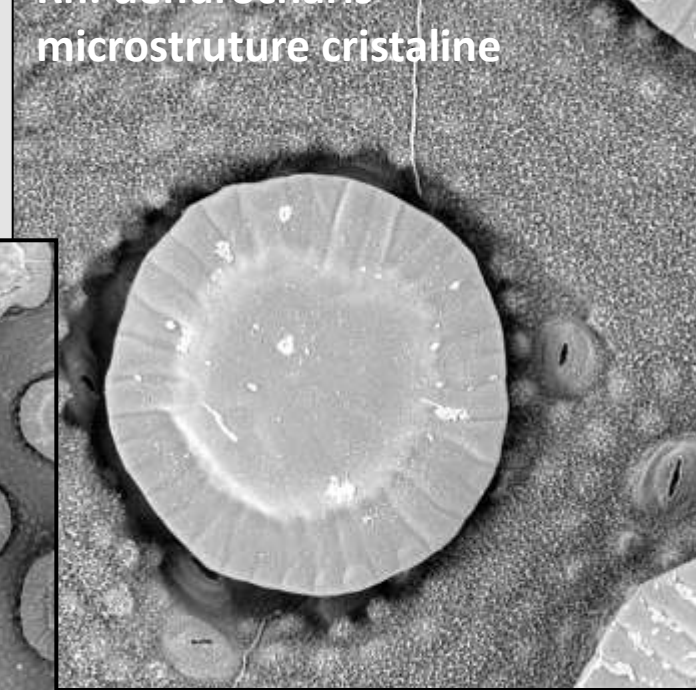
microstruture cristalline



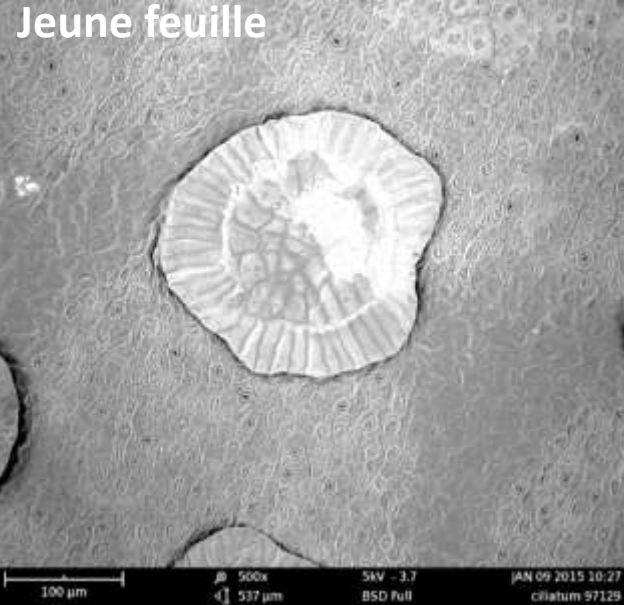
Rh. augustinii



Rh. hanceanum 'Canton Consul'



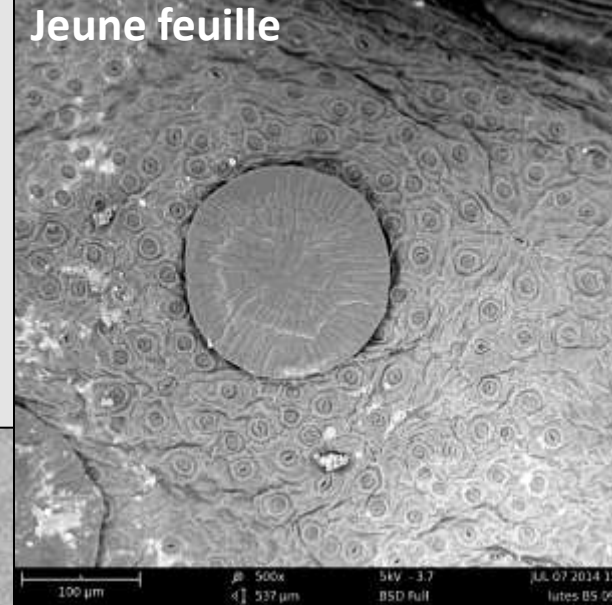
Jeune feuille



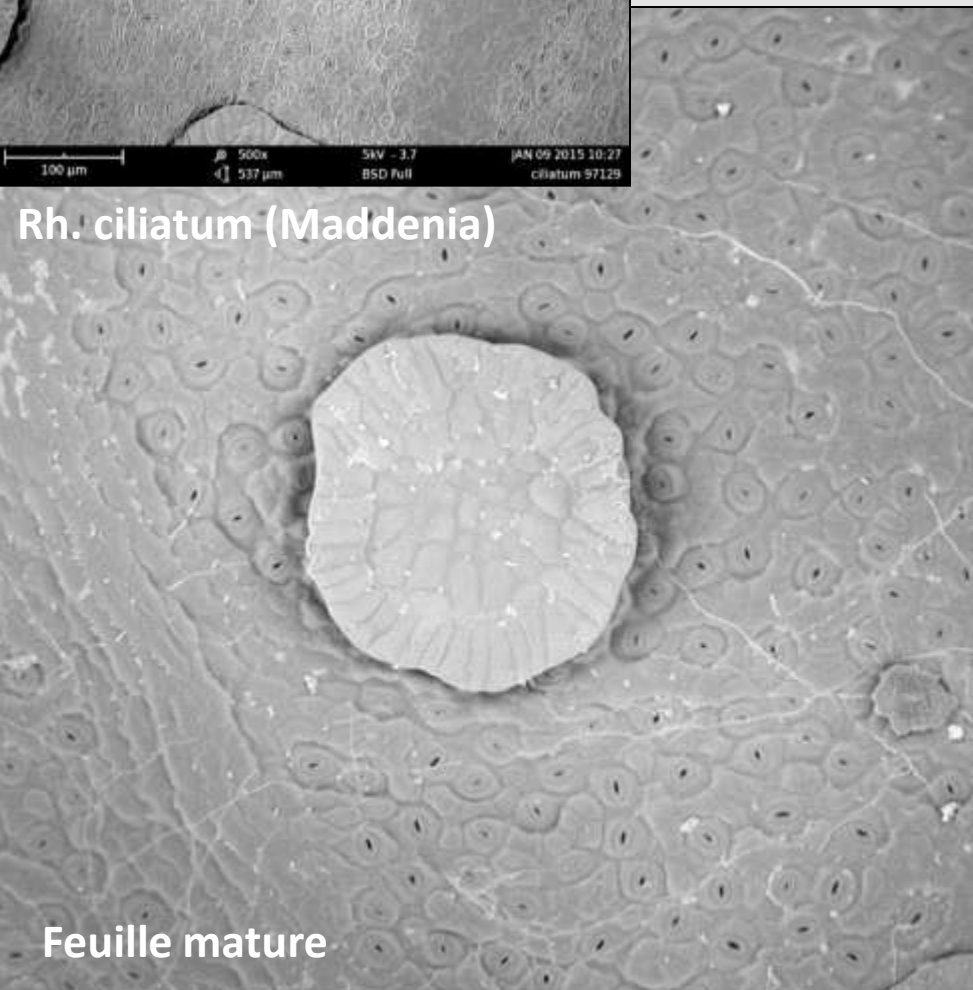
Evolution de la structure épidermique

Jeunes feuilles
Feuilles matures

Jeune feuille

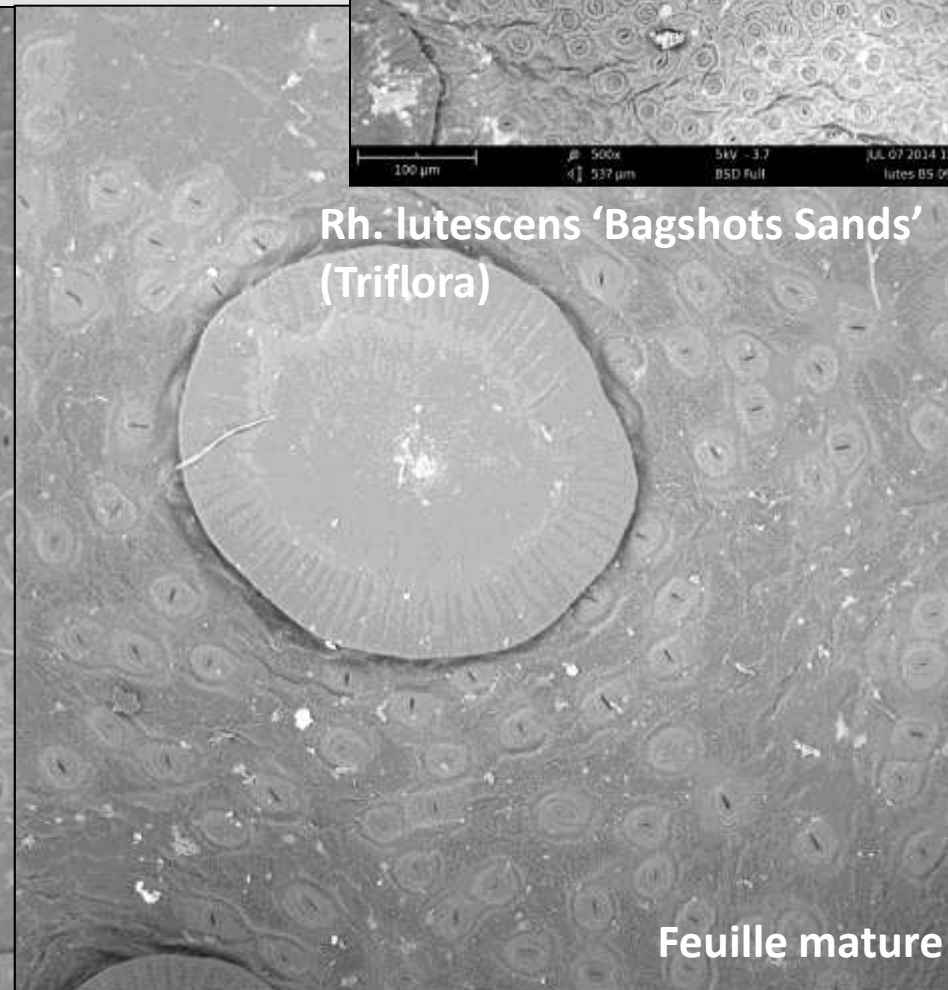


Rh. ciliatum (Maddenia)



Feuille mature

Rh. lutescens 'Bagshots Sands'
(Triflora)

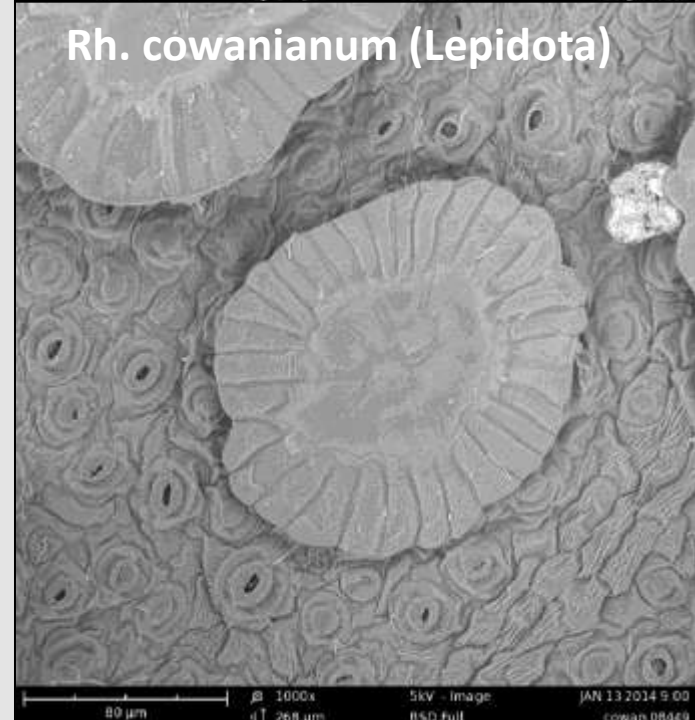
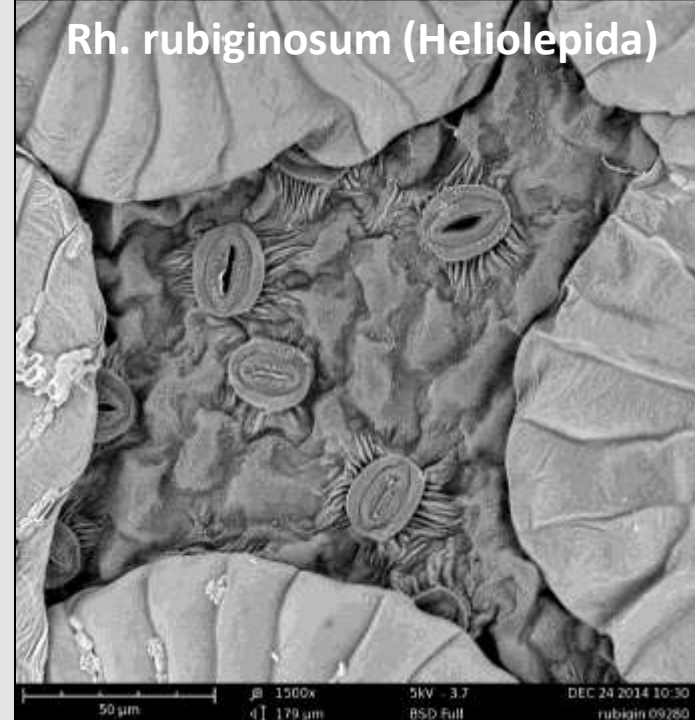
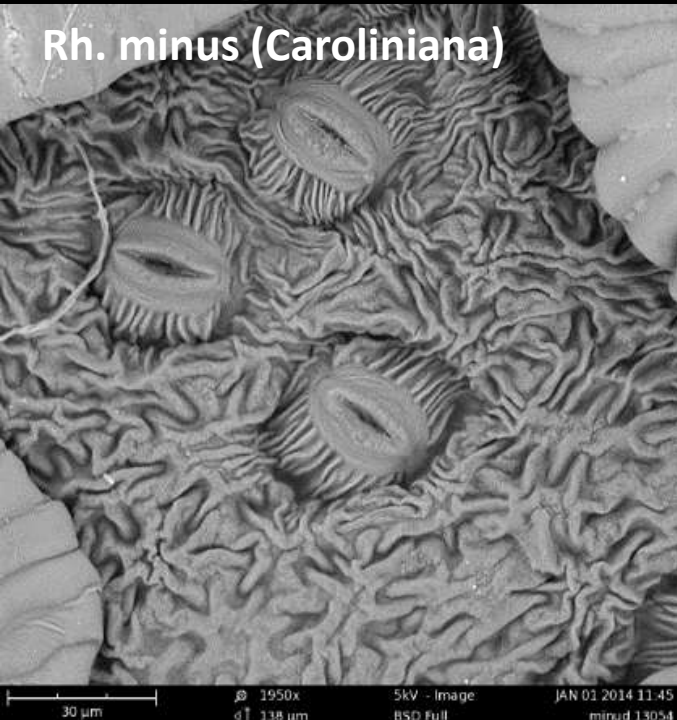


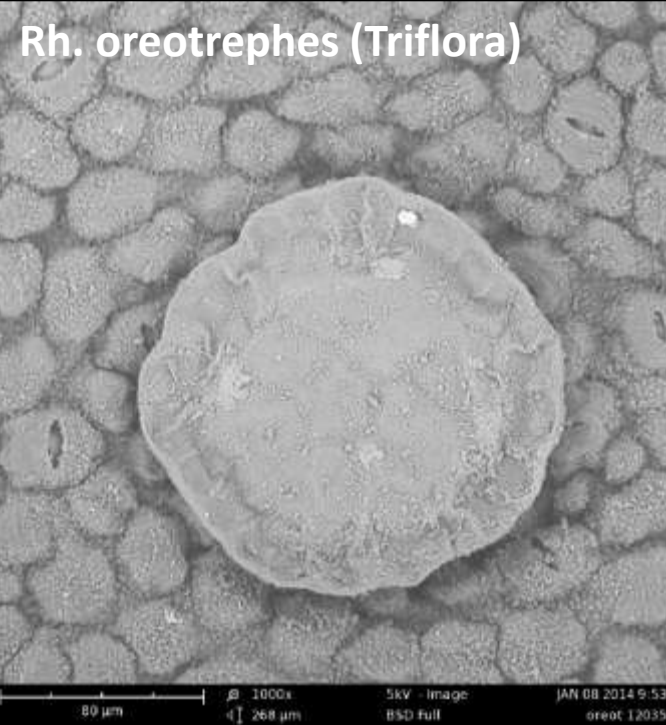
Feuille mature



Epiderme avec cellules plissées / convexes

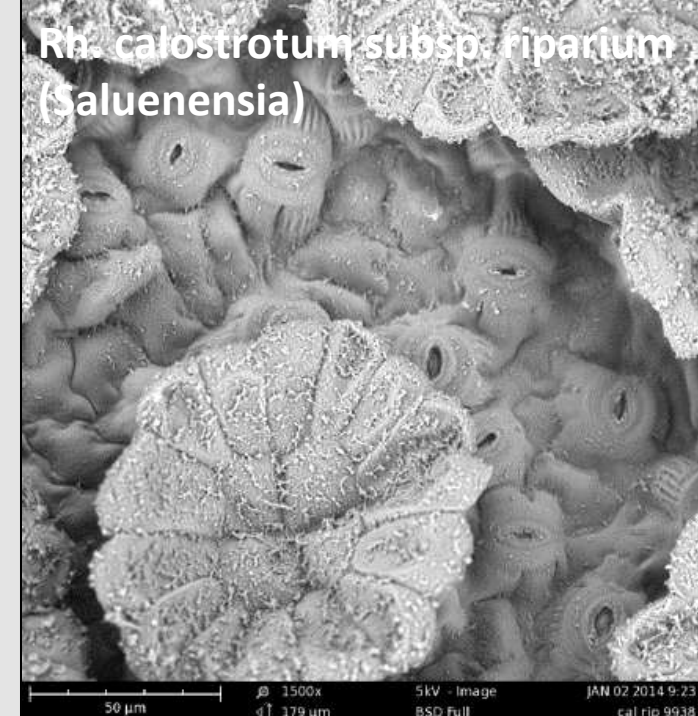
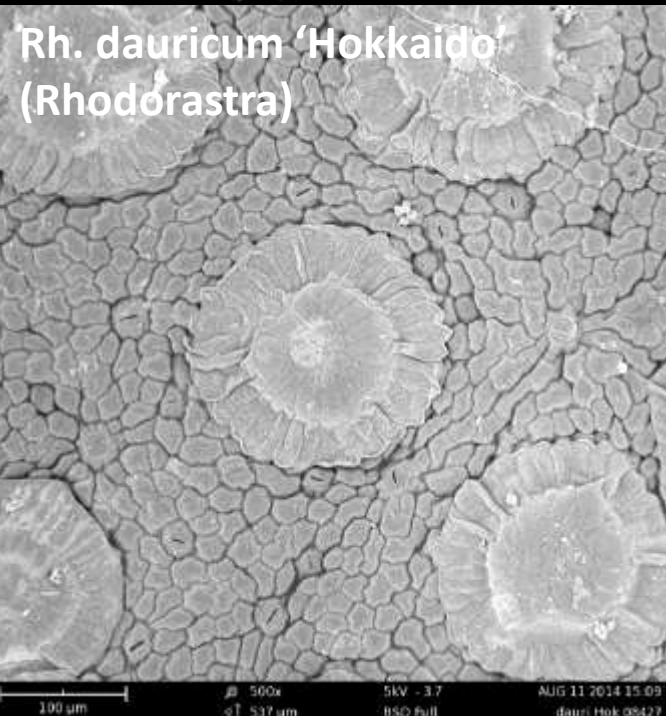
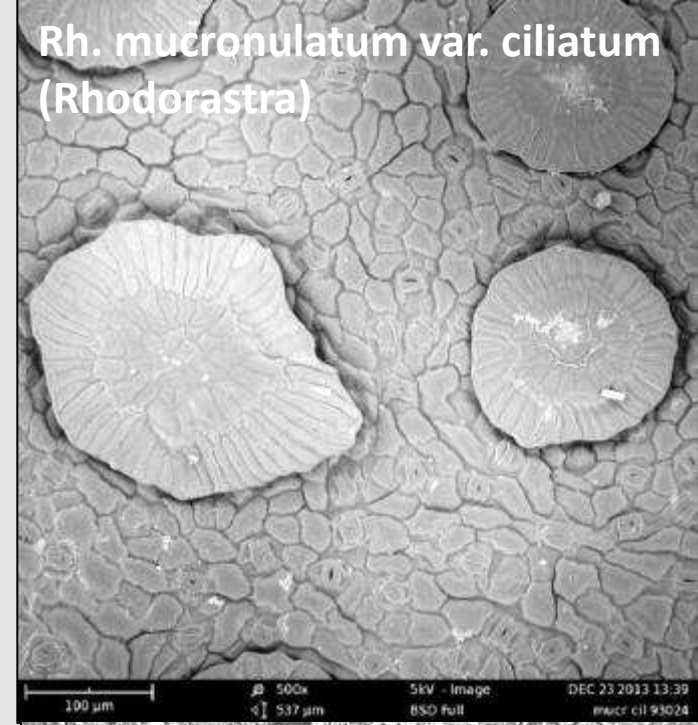
Souvent moins de
stomates et quand ils
sont visibles, ils sont
souvent proches des
écailles





Epiderme avec cellules convexes

Souvent moins de
stomates et quand ils
sont visibles, ils sont
souvent proches des
écailles



Rh. rubiginosum (Heliopetala)



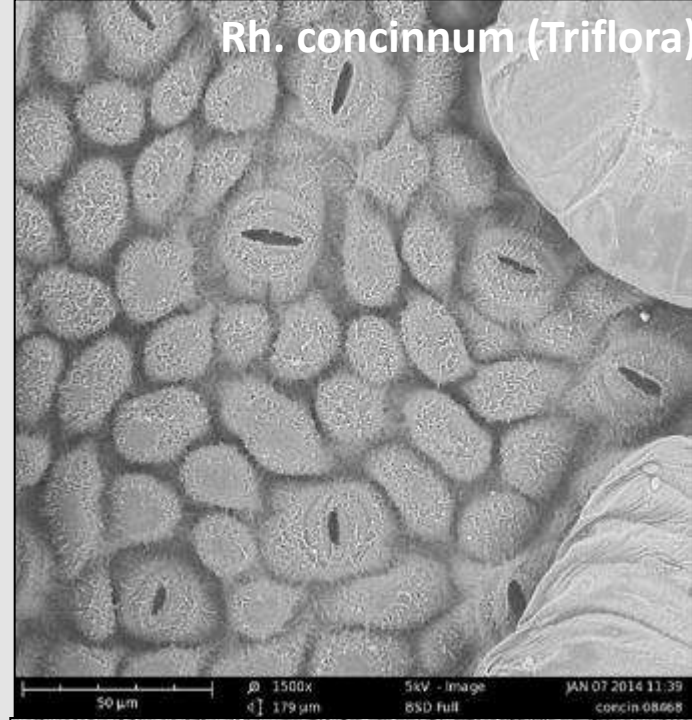
Epiderme avec
cellules convexes/
papilles ?

Souvent moins de
stomates et quand ils
sont visibles, ils sont
souvent proches des
écailles

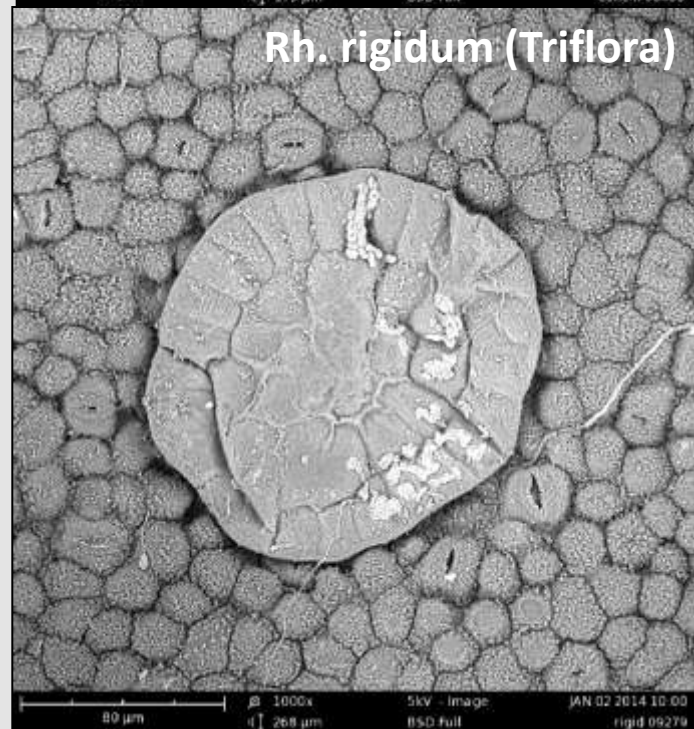
Rh. scabrifolium (Scabrifolia)



Rh. concinnum (Triflora)



Rh. rigidum (Triflora)



Rh. amundsenianum



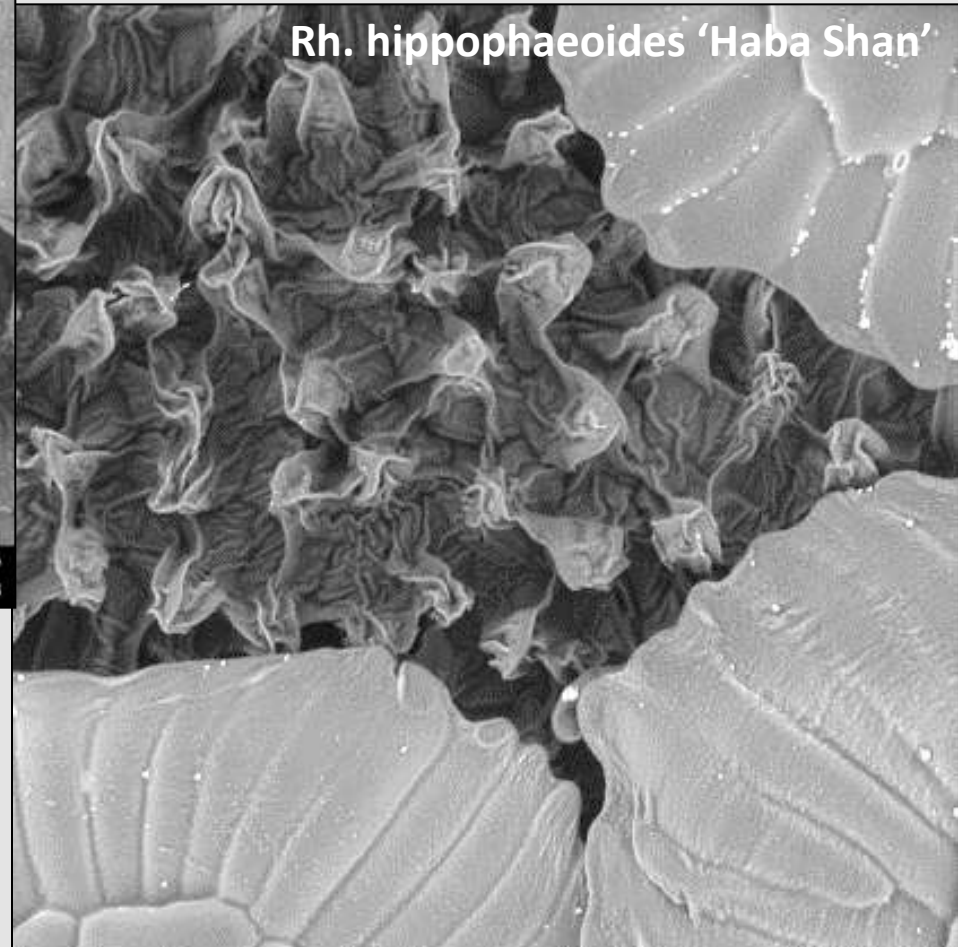
30 µm
2000x
134 µm
5kV - 3.7
BSD Full
MAY 14 2014 11:36
amunds 14033

Epiderme : papilles avec plis cuticulaires

Lapponica

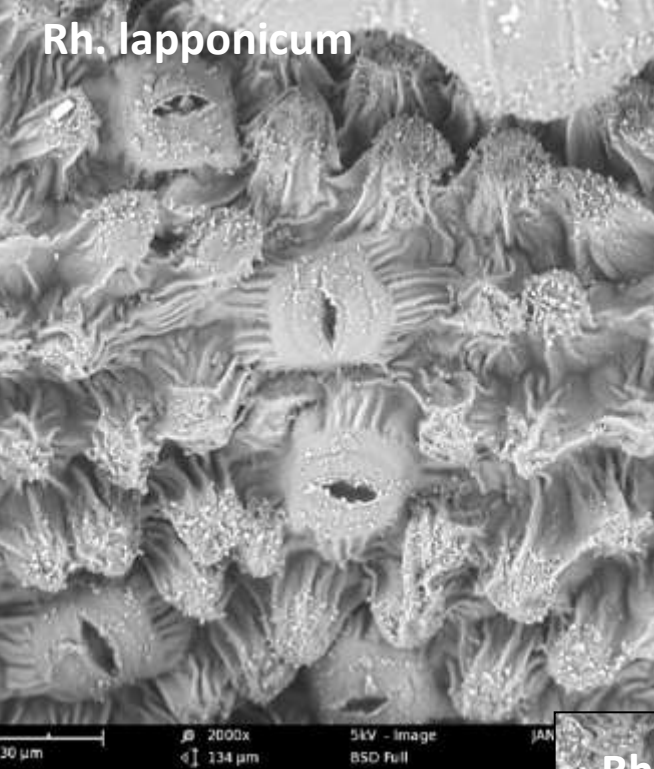
Stomates uniquement sous les écailles

Rh. hippophaeoides 'Haba Shan'



30 µm
2000x
134 µm
5kV - 3.7
BSD Full
JAN 06 2015 11:53
hippo HS 14042

Rh. lapponicum



30 µm 2000x 5kV - Image BSD Full JAN 06 2015 14:47

Lapponica

Stomates sous les
écailles et à proximité

Rh. russatum



30 µm 2000x 5kV - 3.7 BSD Full JAN 06 2015 14:47 russatum 14060

Rh. fastigiatum 'Indigo Steel'

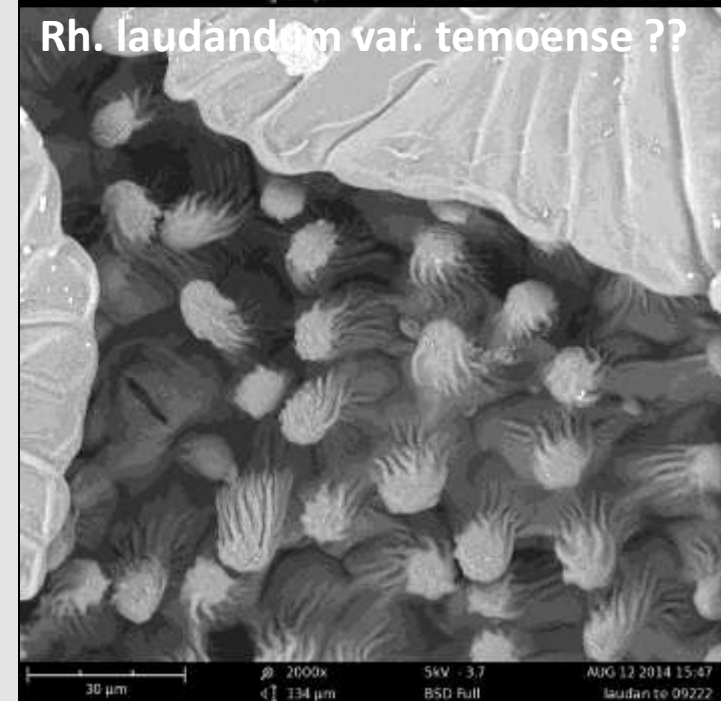
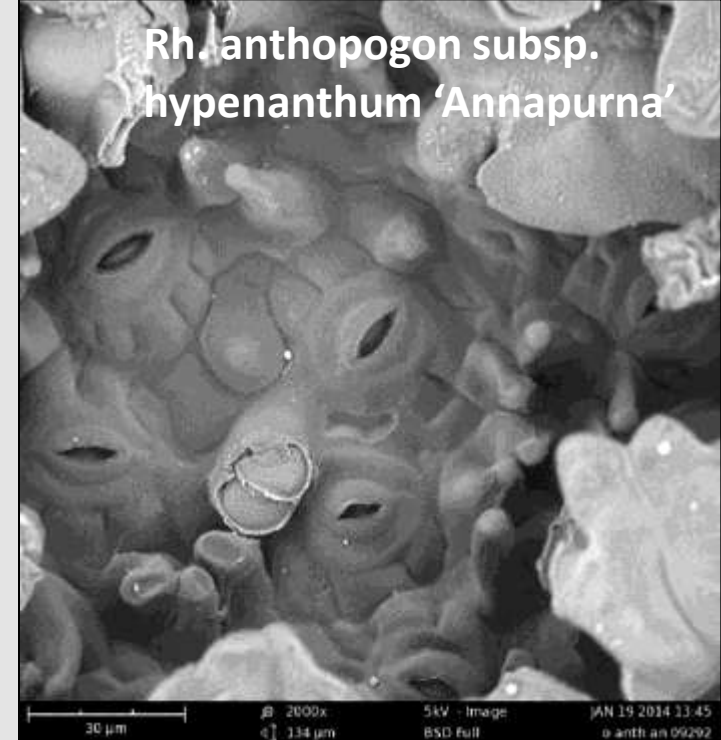
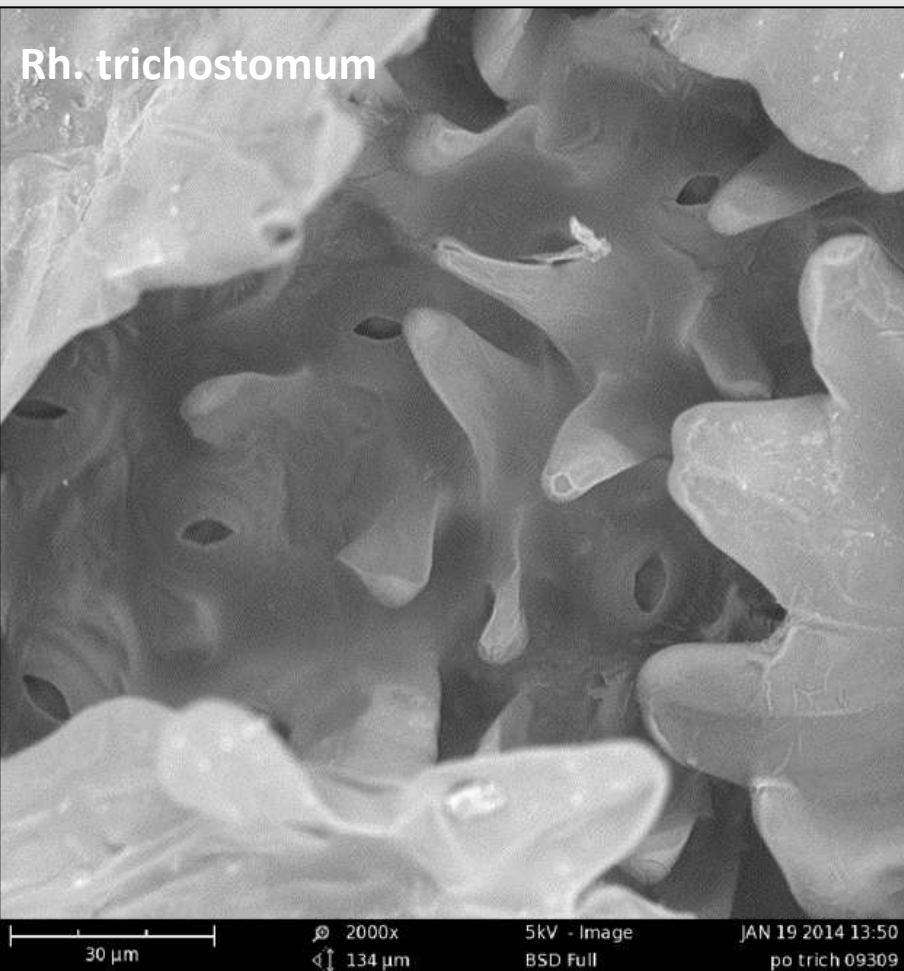


Epiderme : papilles
avec plis cuticulaires

Epiderme : papilles généralement lisses

Pogonanthum

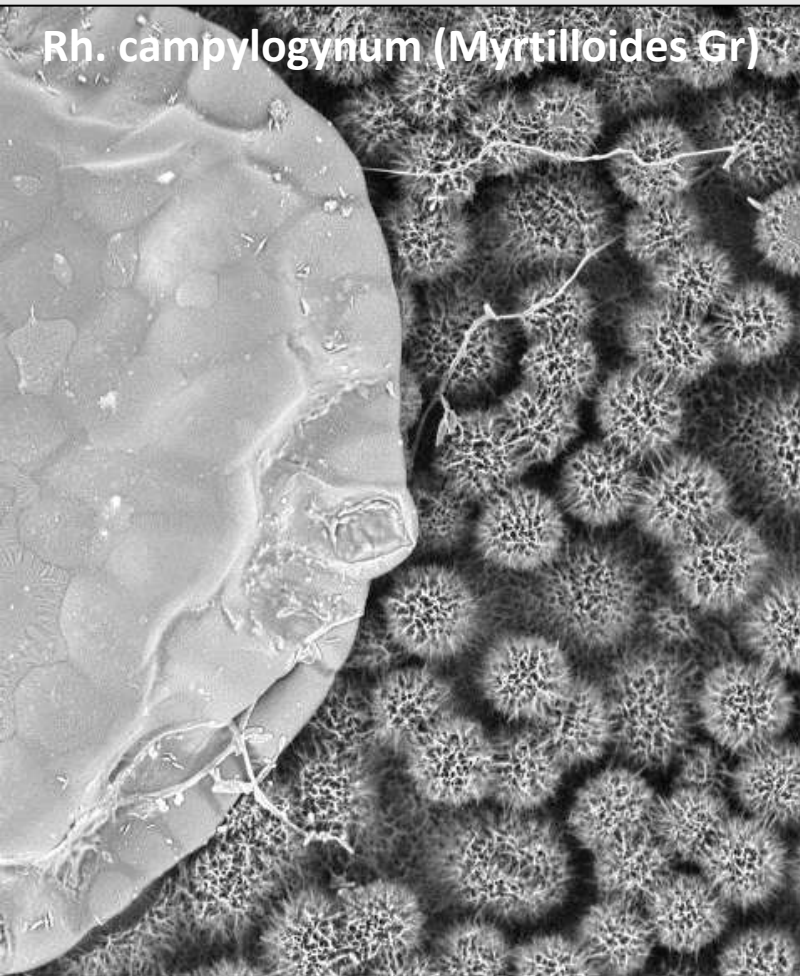
Stomates généralement sur toute la surface mais recouverts par les écailles



**Epiderme : papilles
recouvertes de cires
cristallines**

Campylogyna

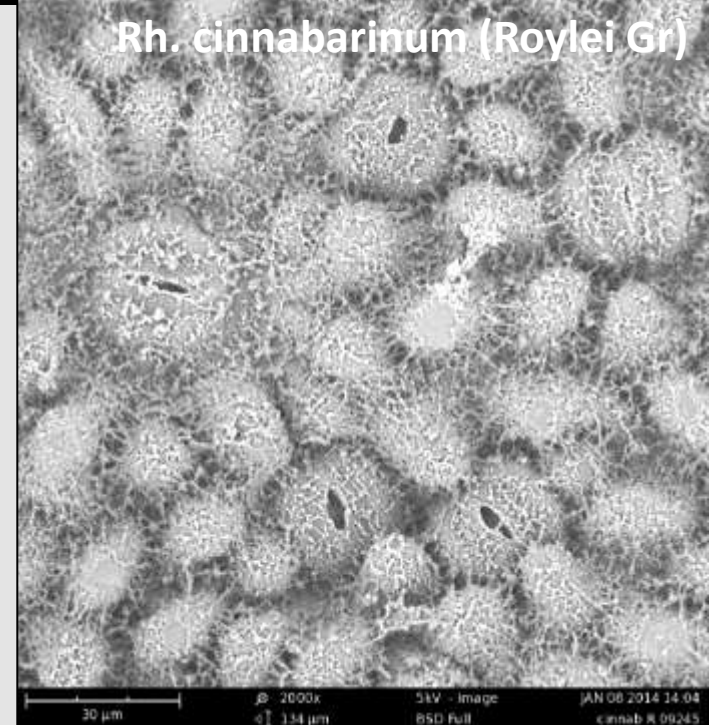
Cinnabarina ('Biskra', Roylei Gr, *keysii*)



50 μm 1200x 5kV - 3.7 JAN 07 2015 13:31
224 μm BSD Full campyl my 12447



50 μm 1500x 5kV - 3.7 MAY 14 2014 11:29
179 μm BSD Full Biskra 04262



30 μm 2000x 5kV - Image JAN 06 2014 14:04
134 μm BSD Full cinnab R 09245

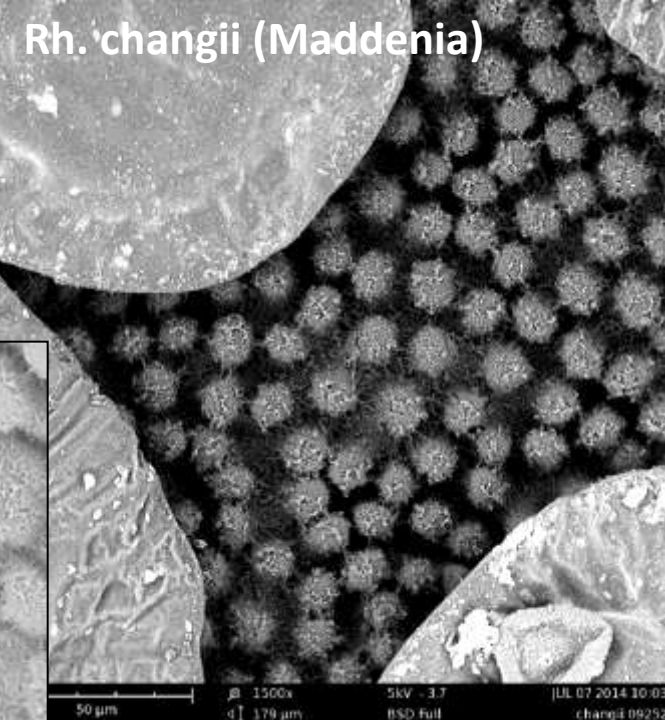
Epiderme : papilles recouvertes de cires cristallines

Glauca

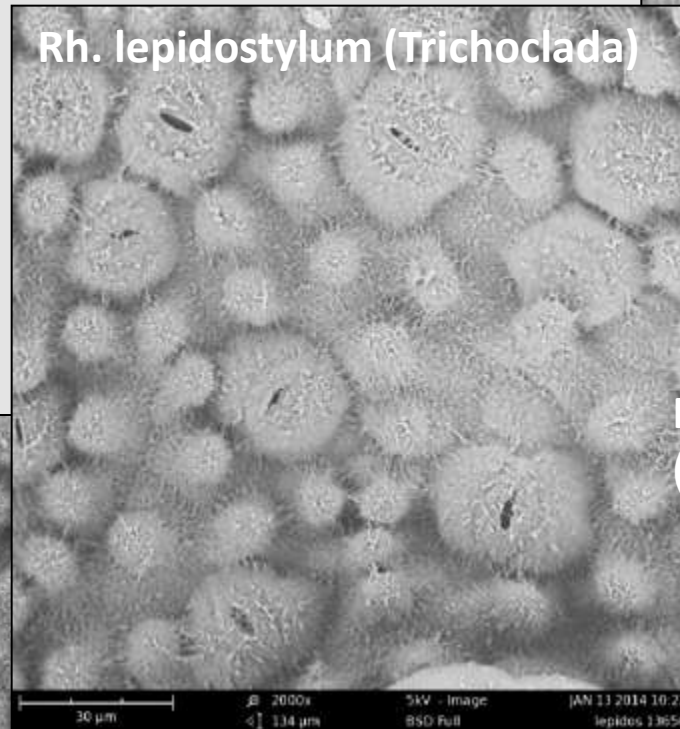
Maddenia changii

Trichoclada

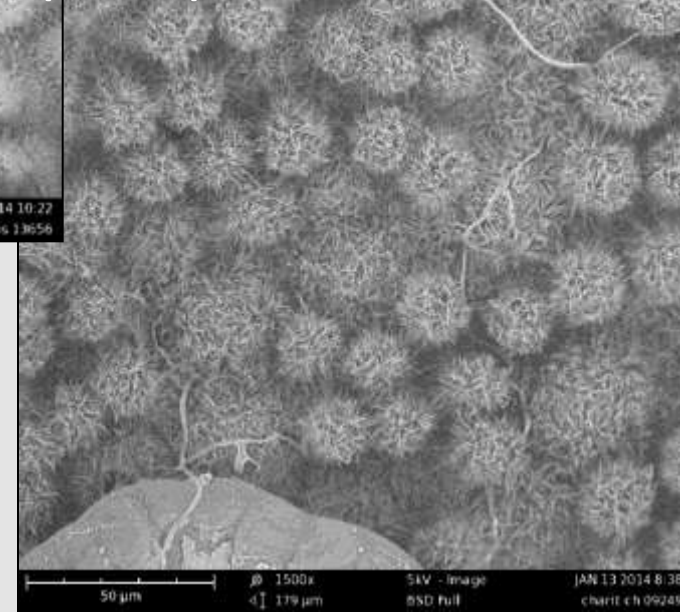
Triflora (ambiguum, triflorum)



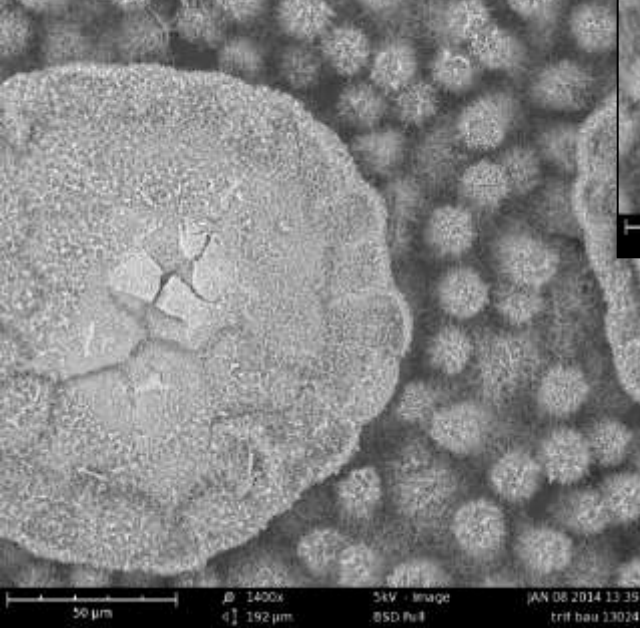
Rh. lepidostylum (Trichoclada)



Rh. charitopes subsp. charitopes (Glauca)

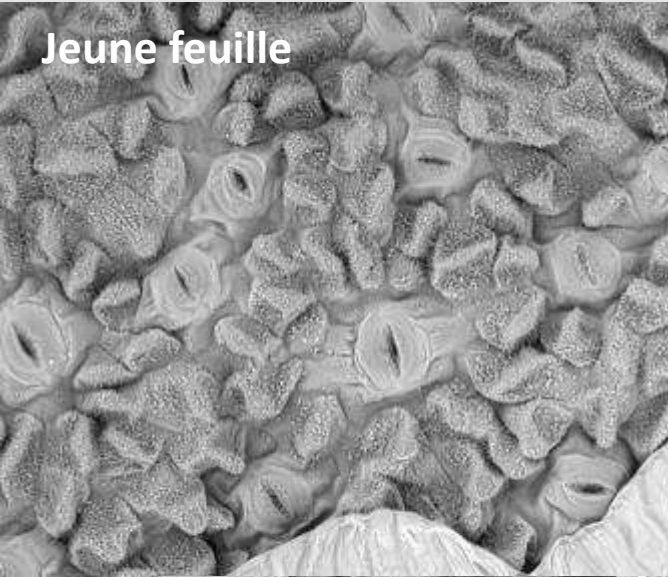


Rh. triflorum var. bauhiniifl.



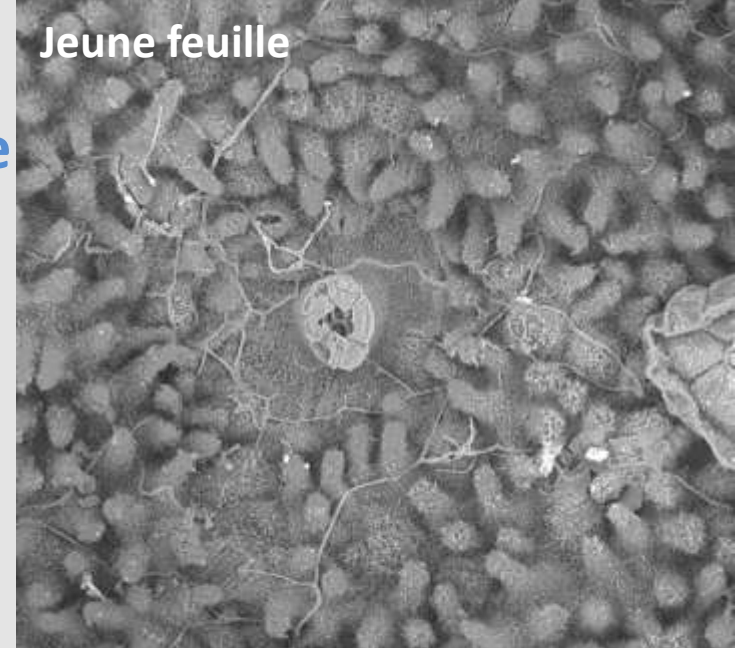
Evolution de la structure papillaire

Jeune feuille

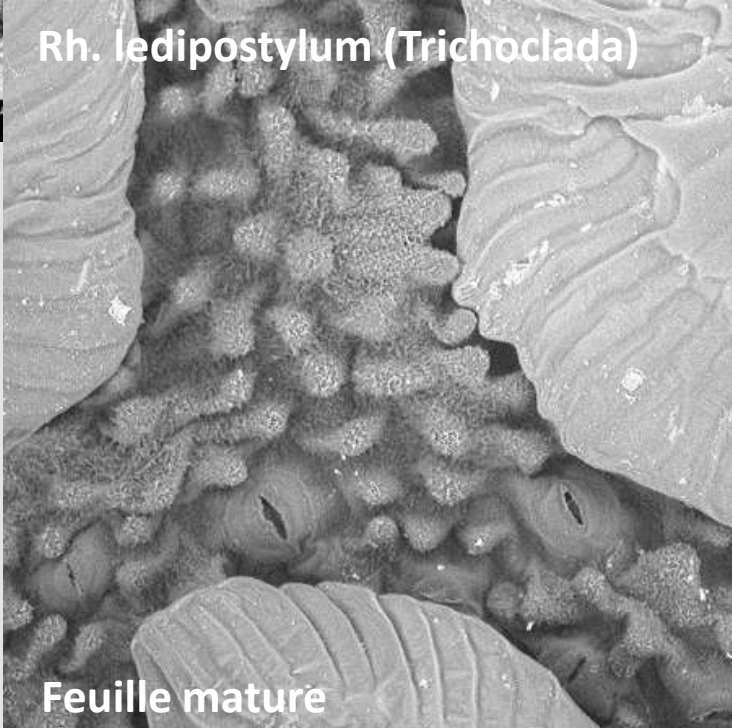


Jeunes feuilles
Feuilles matures

Jeune feuille

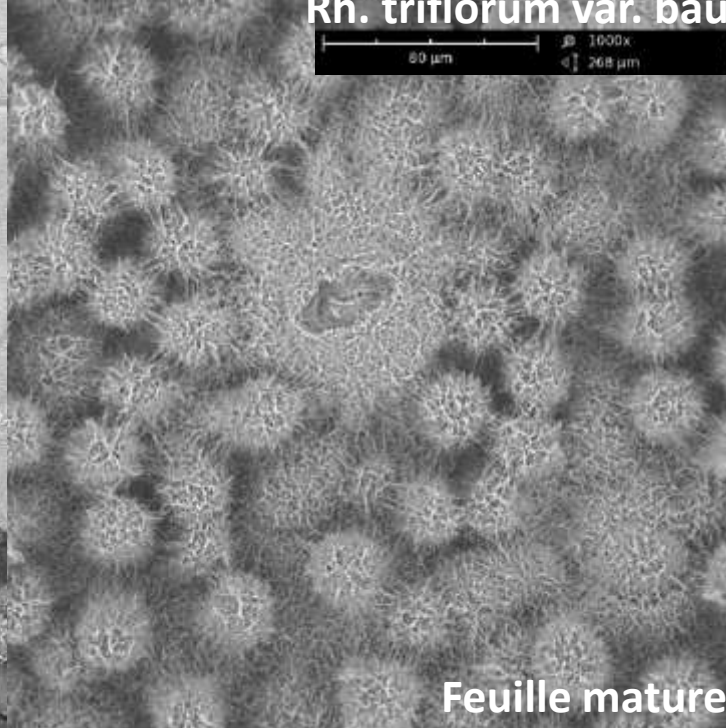


Rh. ledipostylum (Trichoclada)



Feuille mature

Rh. triflorum var. bauhiniifl. (Triflora)



Feuille mature

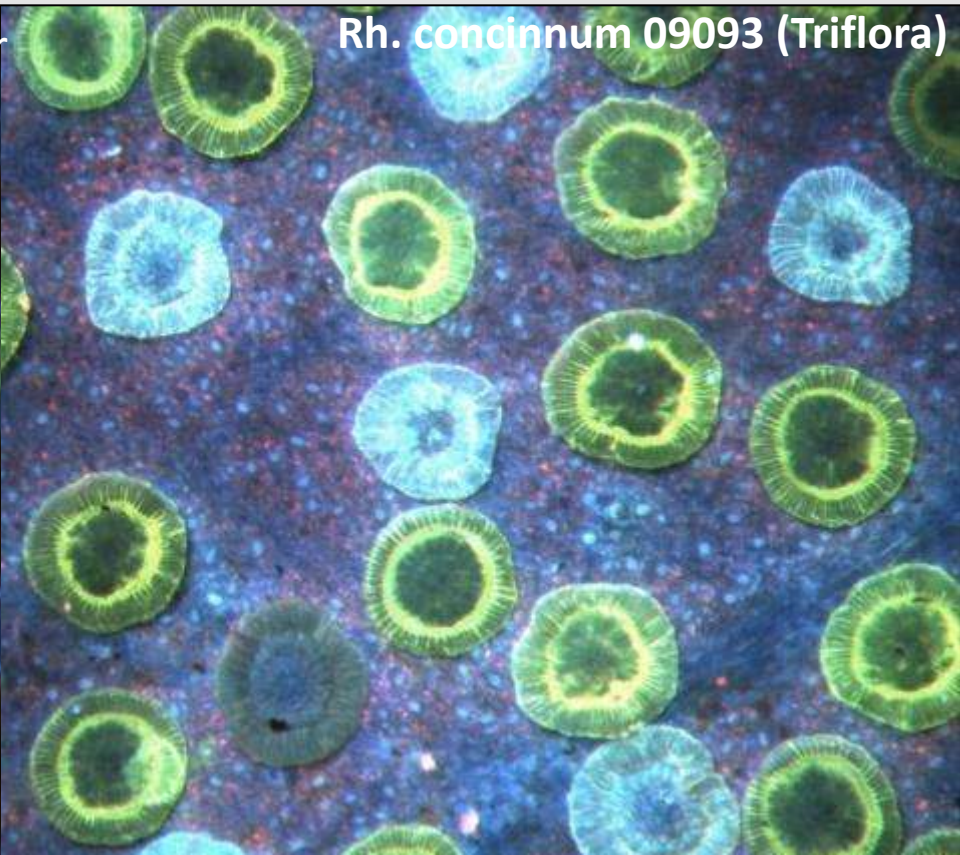
Conclusions

- La stéréomicroscopie, la fluorescence et la microscopie électronique sont complémentaires dans l'étude des Rhododendrons lépidotes.
- Le type de fluorescence (épiderme et écailles) permet souvent de rapidement contrôler que l'on se trouve bien dans la bonne sous-section ou face à la bonne espèce.
- Exemple *Rh. concinnum* 09093 (probablement plus proche des *Rh. augustinii*)

Rh. concinnum 08468 pseudohyanthinum Gr



Rh. concinnum 09093 (Triflora)



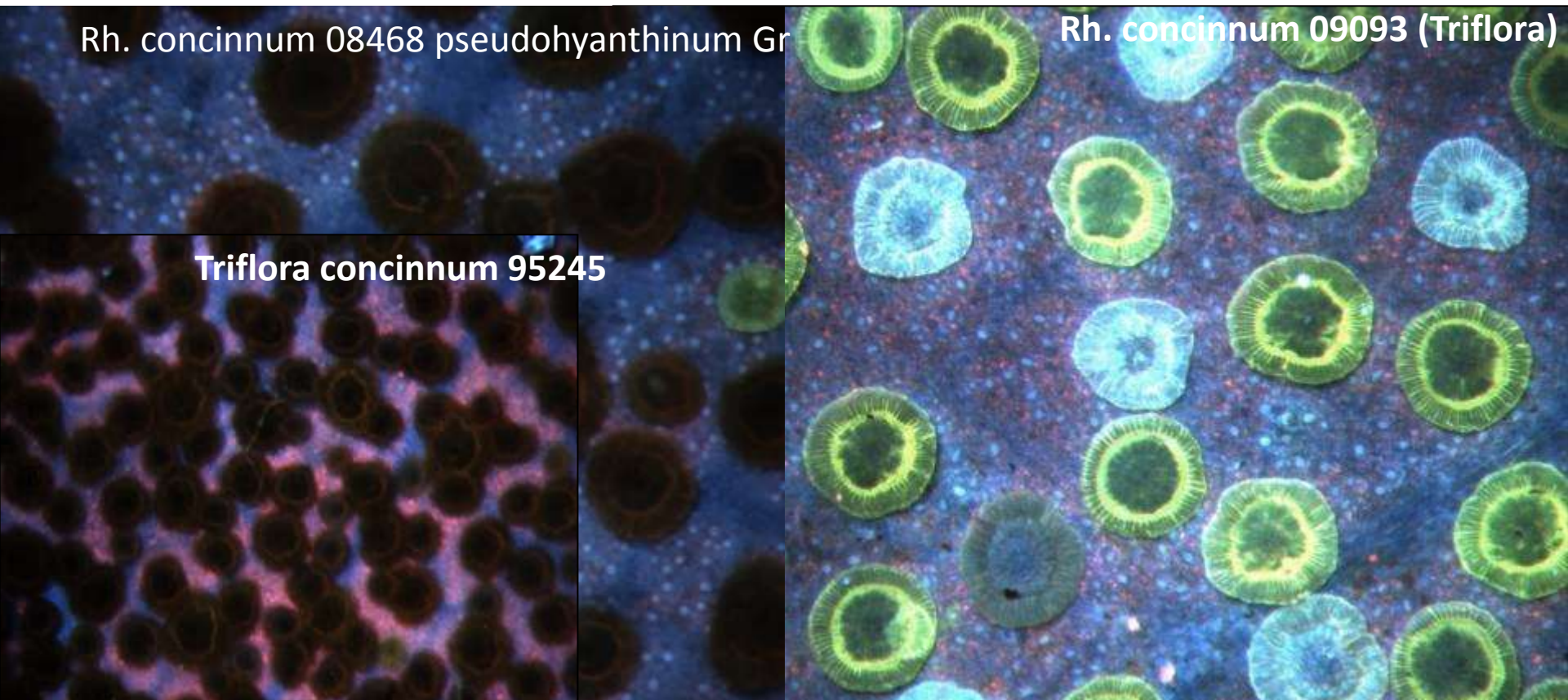
Conclusions

- La stéréomicroscopie, la fluorescence et la microscopie électronique sont complémentaires dans l'étude des Rhododendrons lépidotes.
- Le type de fluorescence (épiderme et écailles) permet souvent de rapidement contrôler que l'on se trouve bien dans la bonne sous-section ou face à la bonne espèce.
- Exemple *Rh. concinnum* 09093 (probablement plus proche des *Rh. augustinii*)

Rh. concinnum 08468 pseudohyanthinum Gr

Rh. concinnum 09093 (Triflora)

Triflora concinnum 95245

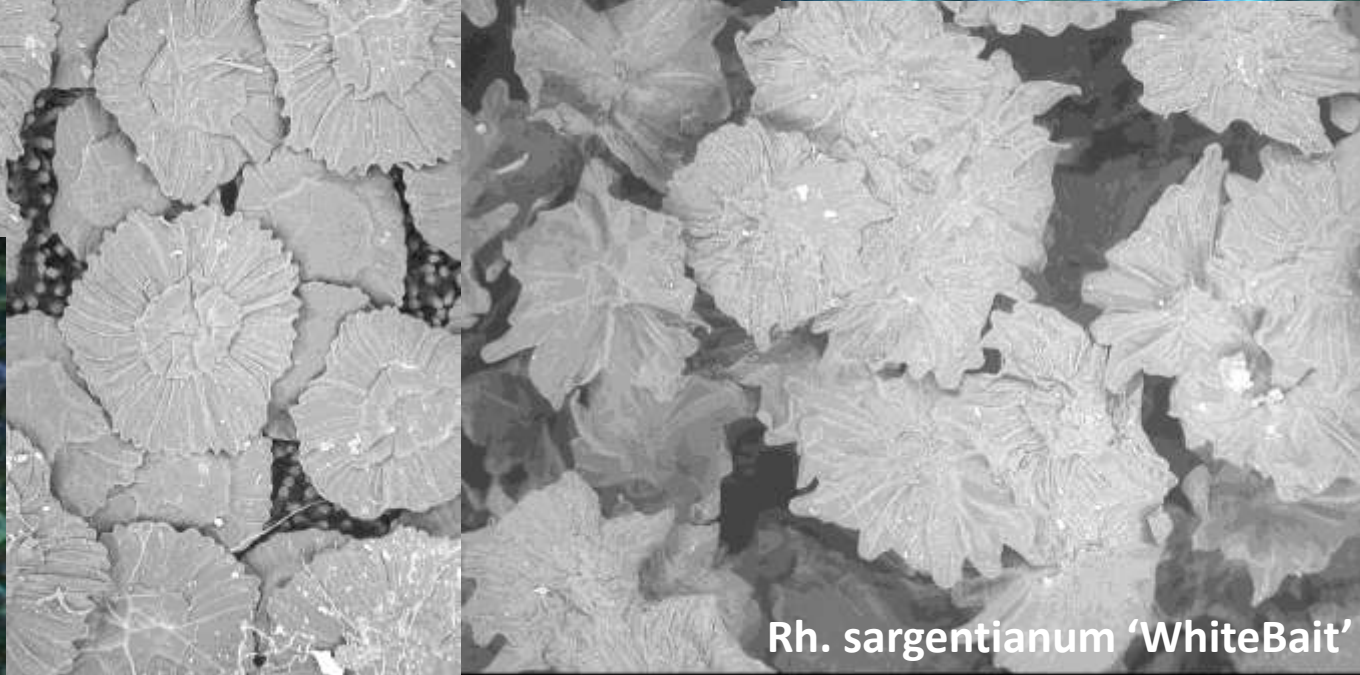
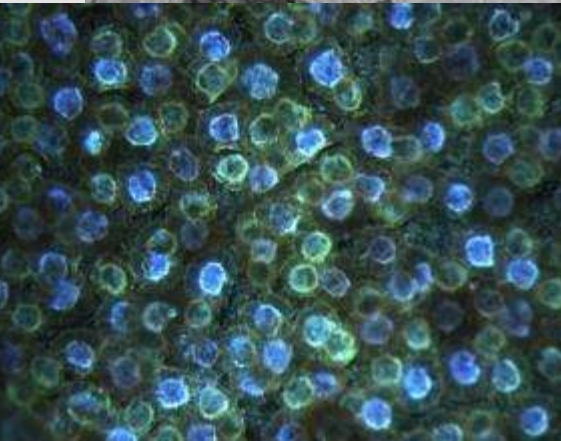
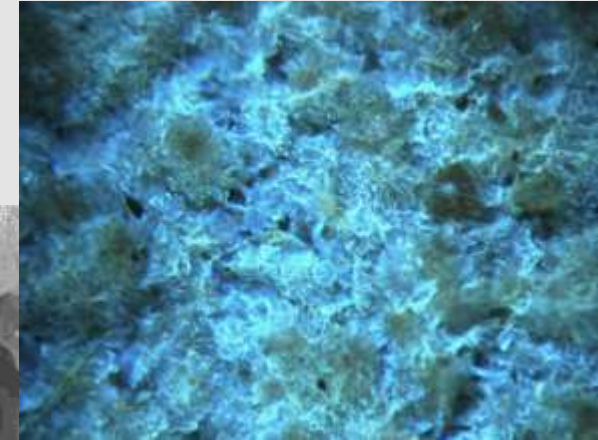
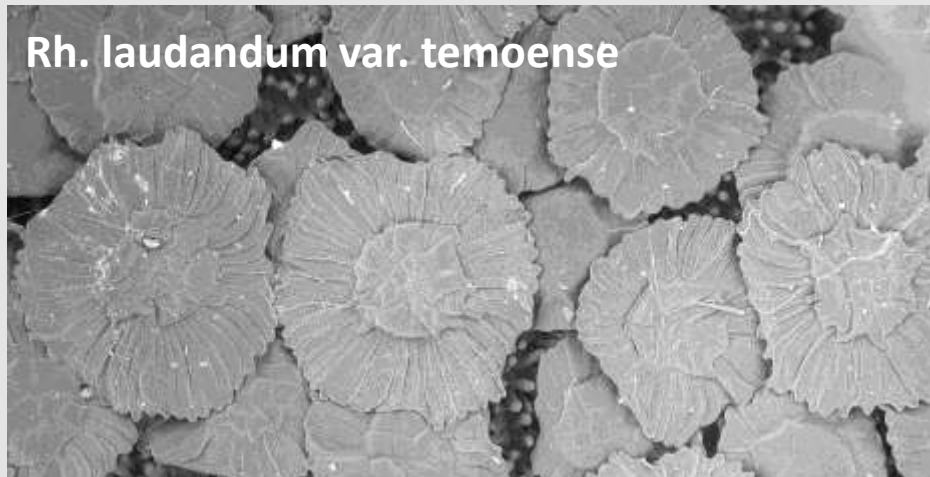


Nous avons mis en évidence des écailles qui nous ne pouvons pas classer dans les 5 types d'écailles cités dans la littérature.

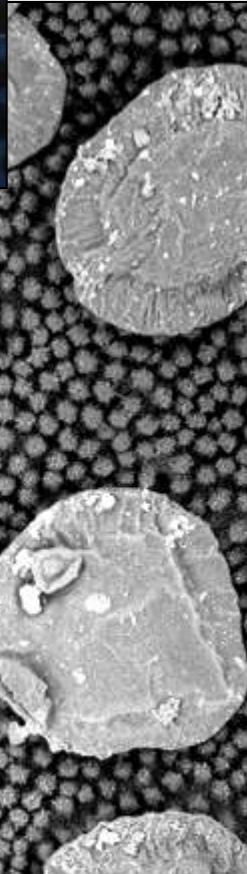
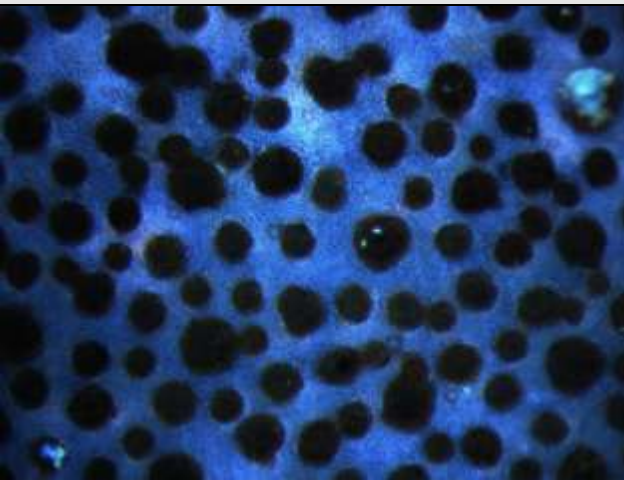


Lors de cette étude nous avons pu constater que les caractéristiques microscopiques des espèces étudiées pour certaines sous-sections (*Rh.* section *Pogonanthum*) sont souvent assez cohérentes entre elles. Cependant parfois cela soulève quelques questions;

Ex *Rh.* section *Pogonanthum* : tous très proches sauf pour *Rh. laudandum* var. *temoense*

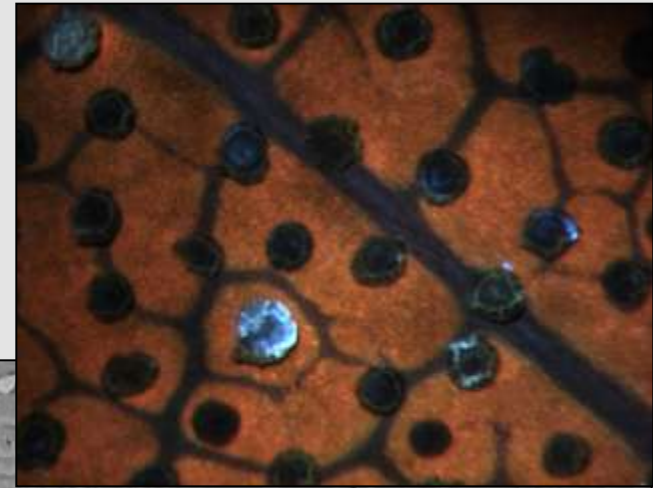


Rhodendrons Maddenia (changii et ciliatum) : microscopiquement très différents



Rh. changii

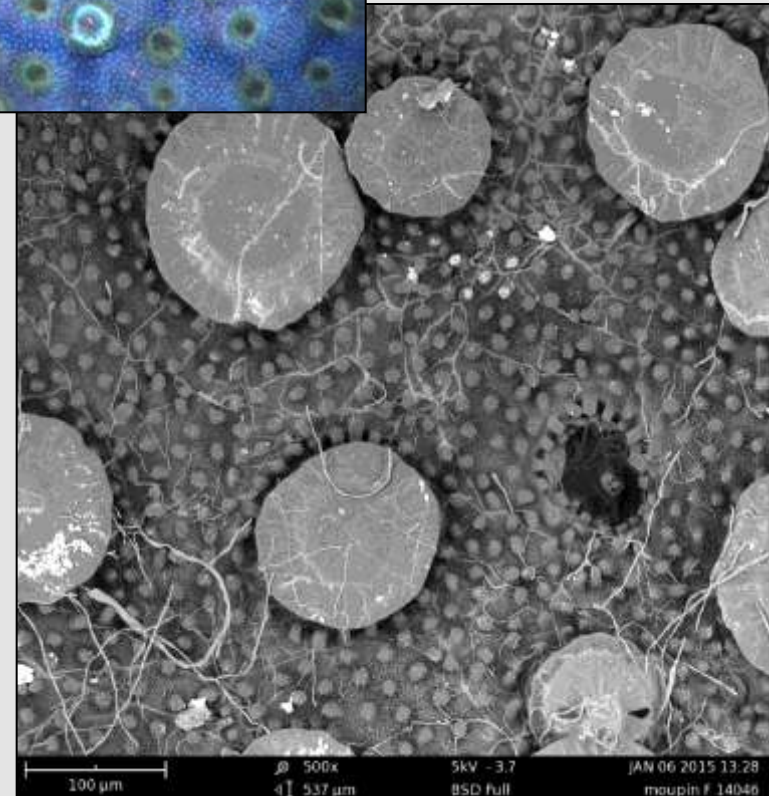
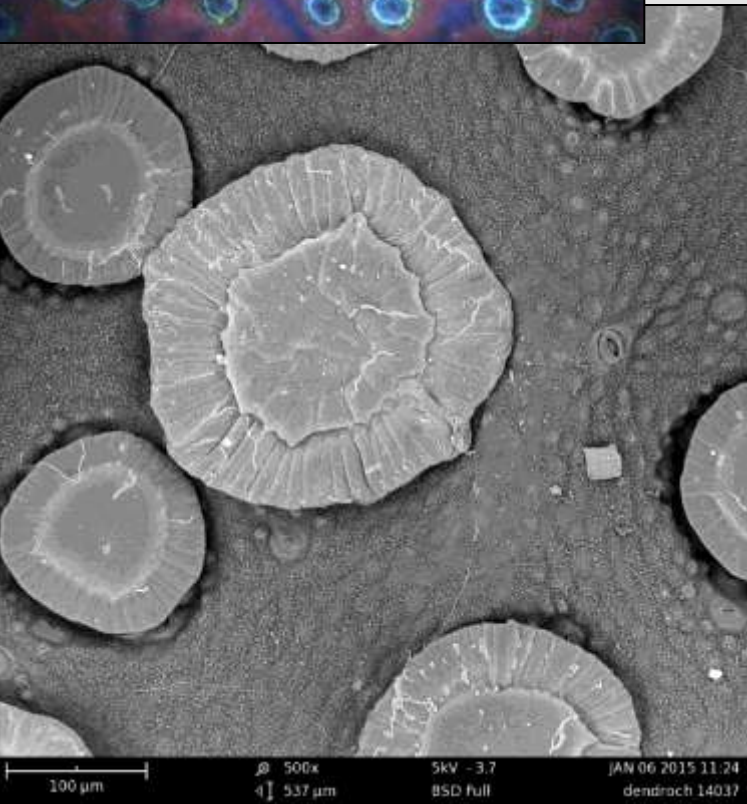
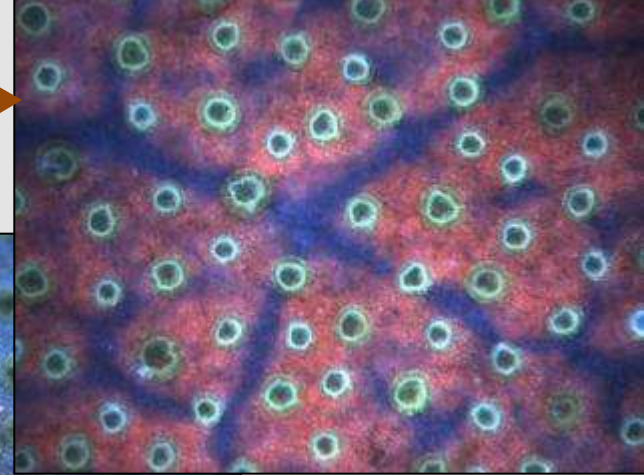
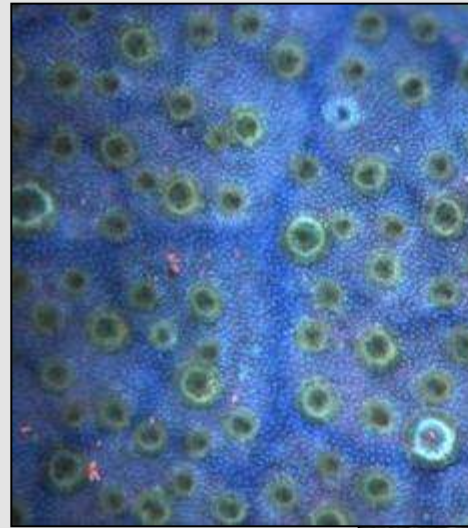
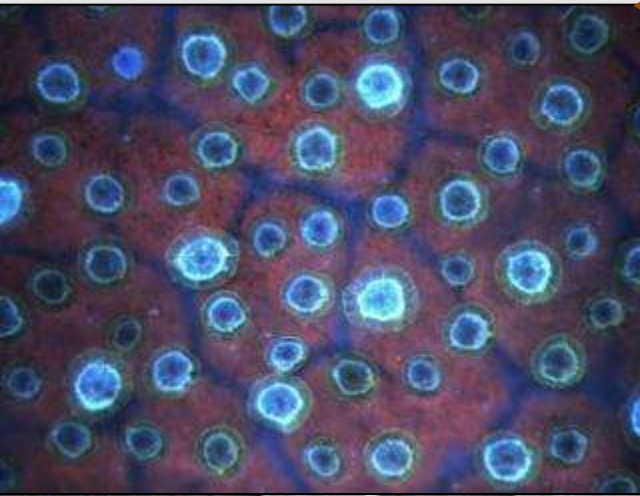
100 µm
500x
536 µm
5kV - 3.7
BSD Full
JUL 07 2014 10:01
changii 09252



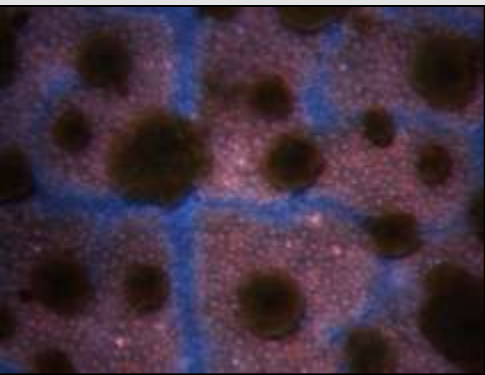
Rh. ciliatum

100 µm
500x
537 µm
5kV - Image
BSD Full
DEC 23 2013 11:51
ciliatum 97129

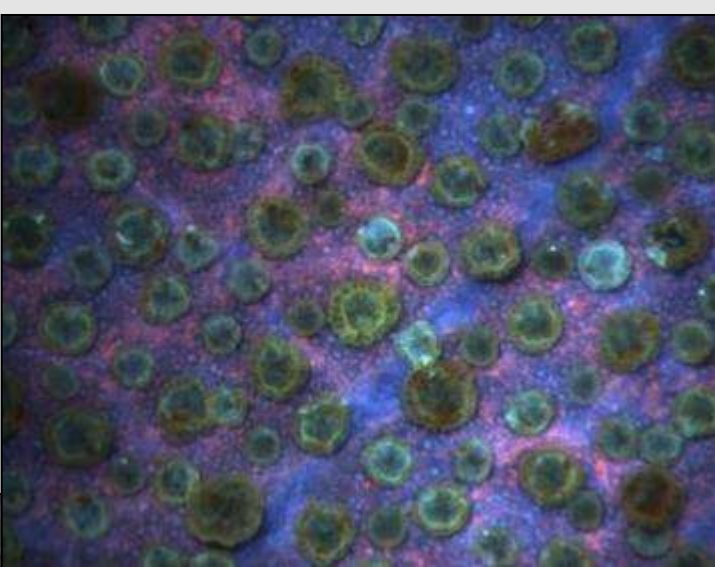
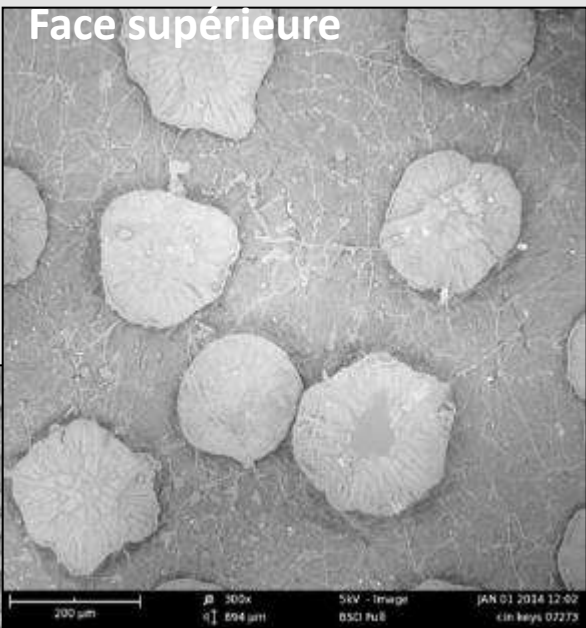
Rhododendrons dendrocharis et *moupinense* 'Fulmar'
(*Moupinensia*)



Les 10 *Rh. Cinnabarina* examinés: tous très proches sauf les 2 *Rhododendrons keysii*



Rh. keysii 07273-c



Rh. cinnabarinum subsp. xanthocodon

