

Sanguina nivaloides, une algue dans la neige des Alpes

Project Alpalga



<https://www.alpalga.fr/>

Léon Roussel :

Doctorant - Centre d'Etude de la Neige
CNRS/Météo-France

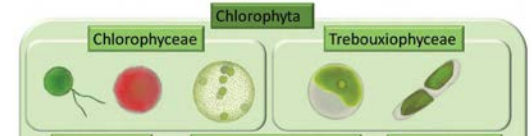
Jade Ezzedine:

Post-doc – Laboratoire de physiologie cellulaire et végétale
CNRS/CEA Grenoble

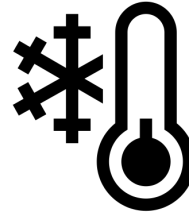


Objectifs :

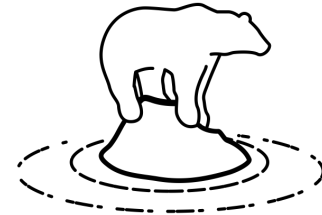
Etudier la biodiversité des microalgues dans la neige



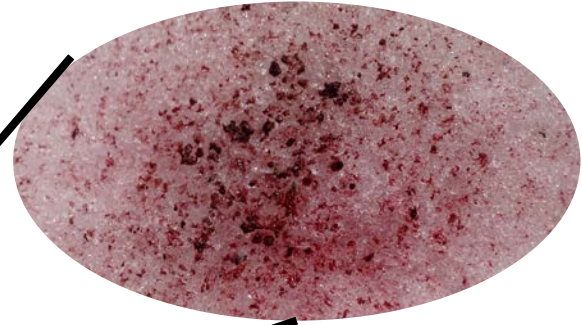
Aborder les mécanismes d'adaptation à la basse température



Résilience des microalgues des neiges dans un contexte de changement climatique



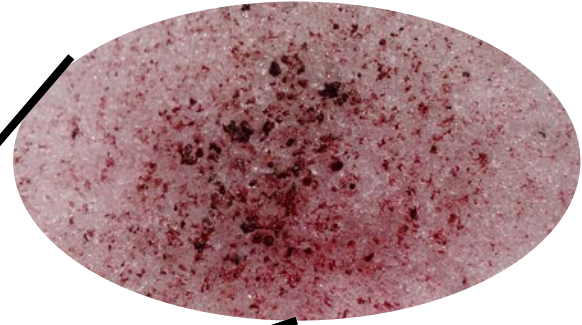
Neige rouge des Alpes française : Col du Galibier



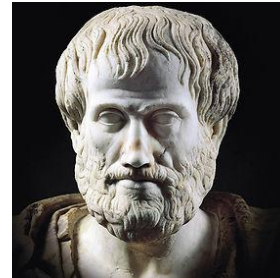
> 2000 m d'altitude

Efflorescence ou « bloom » rouge de microalgue

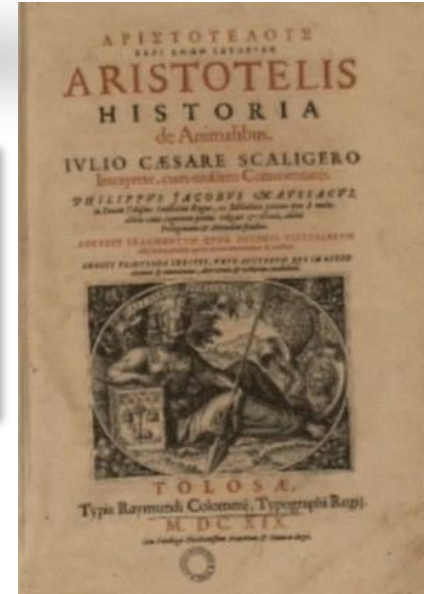
Neige rouge des Alpes française



Efflorescence ou « bloom » rouge de microalgue



Aristote
384-322 BC

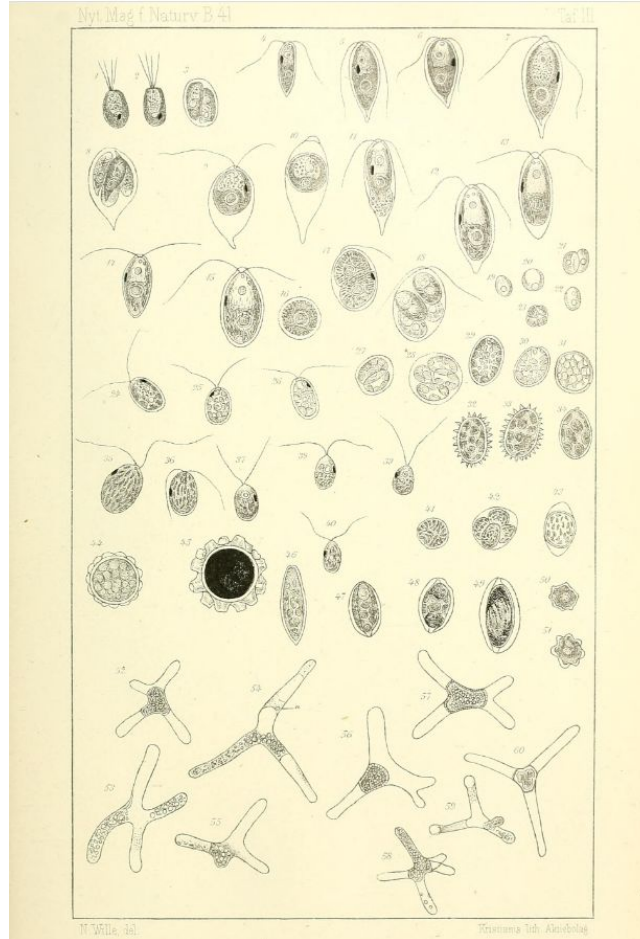


Neige rouge des Alpes française

*Chlamydomonas
nivalis*



Nordan Wille - 1903



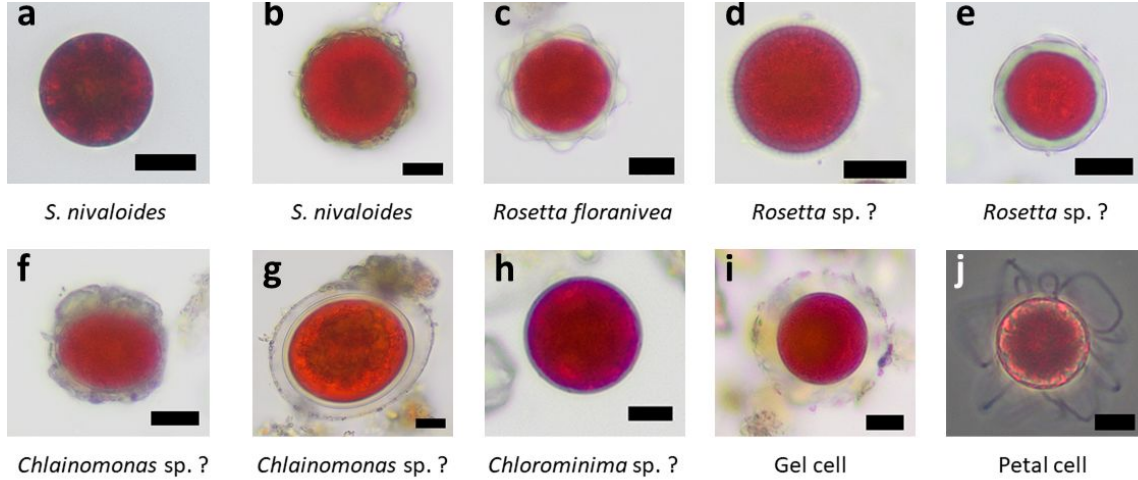
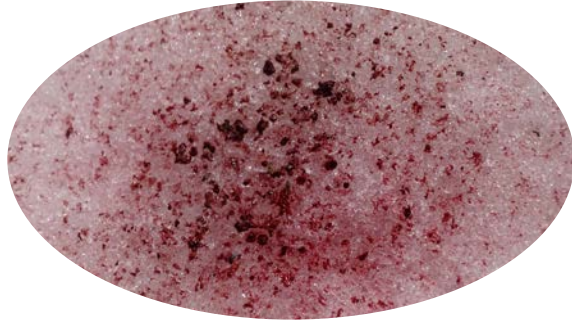
Utex 2824

~~*Chlamydomonas nivalis*~~



Chloromonas typhlos

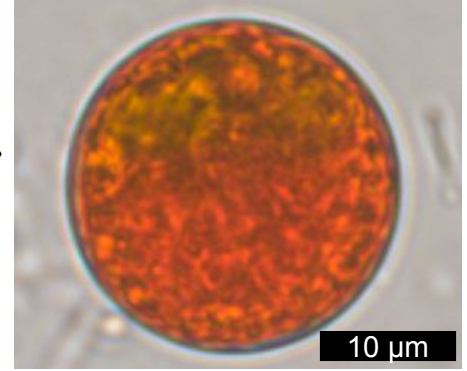
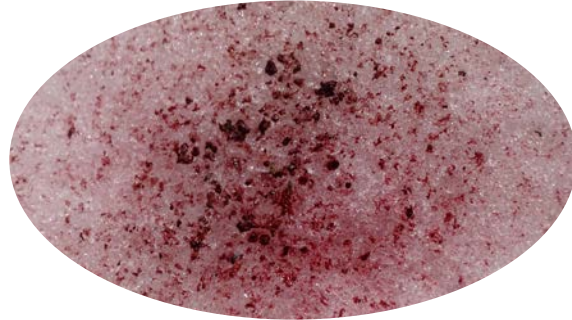
Neige rouge des Alpes française



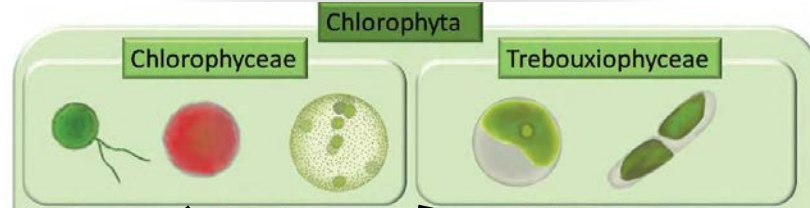
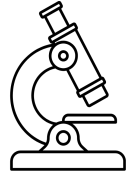
Neige rouge □ efflorescence de microalgues sous forme de **kystes**, accumulant un pigment rouge, **l'astaxanthine** (un caroténoïde).

Neige rouge □ formée soit par une espèce dominante, soit par un mélange de plusieurs espèces **selon les localités**

Neige rouge des Alpes française : Col du Galibier



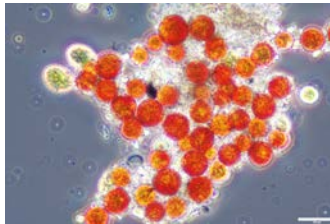
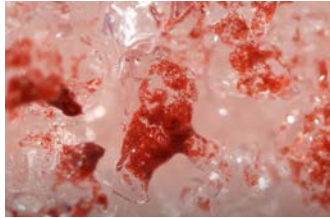
Sanguina nivaloides



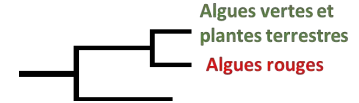
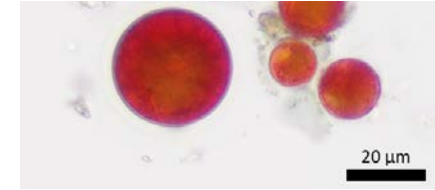
Microalgue non-cultivable :
Sanguina nivaloides (Procházková – 2019)

Microalgue cultivable :
minoritaire

Sanguina nivaloides, une algue dans la neige des Alpes



Algue verte dominante des
bloom & non-cultivable
Sanguina nivaloides



2 questions :

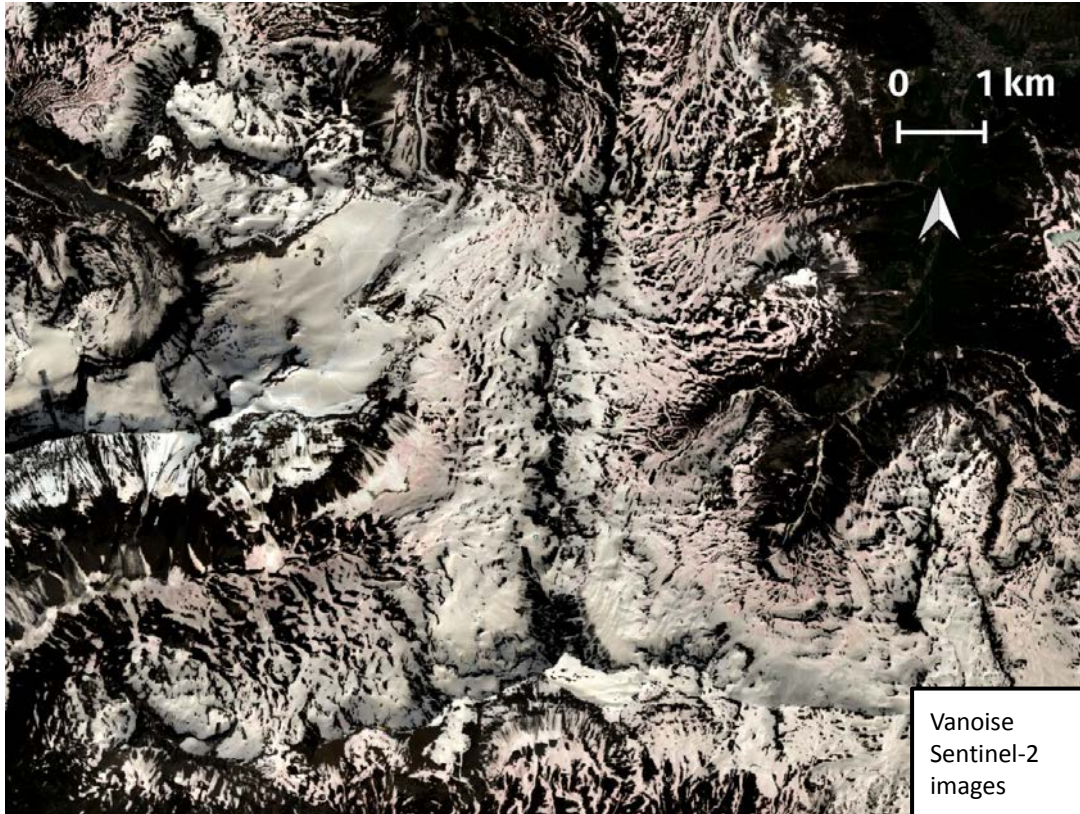
a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?



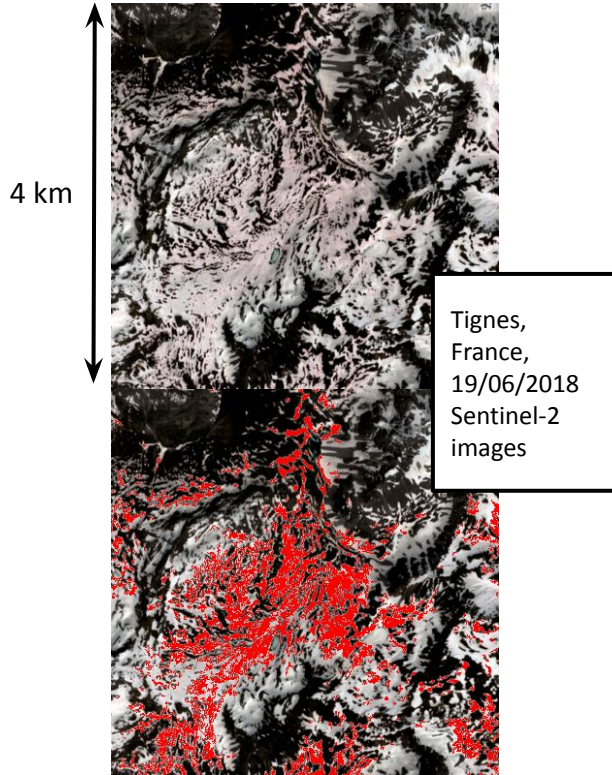
a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

1) Cartographier à grande échelle



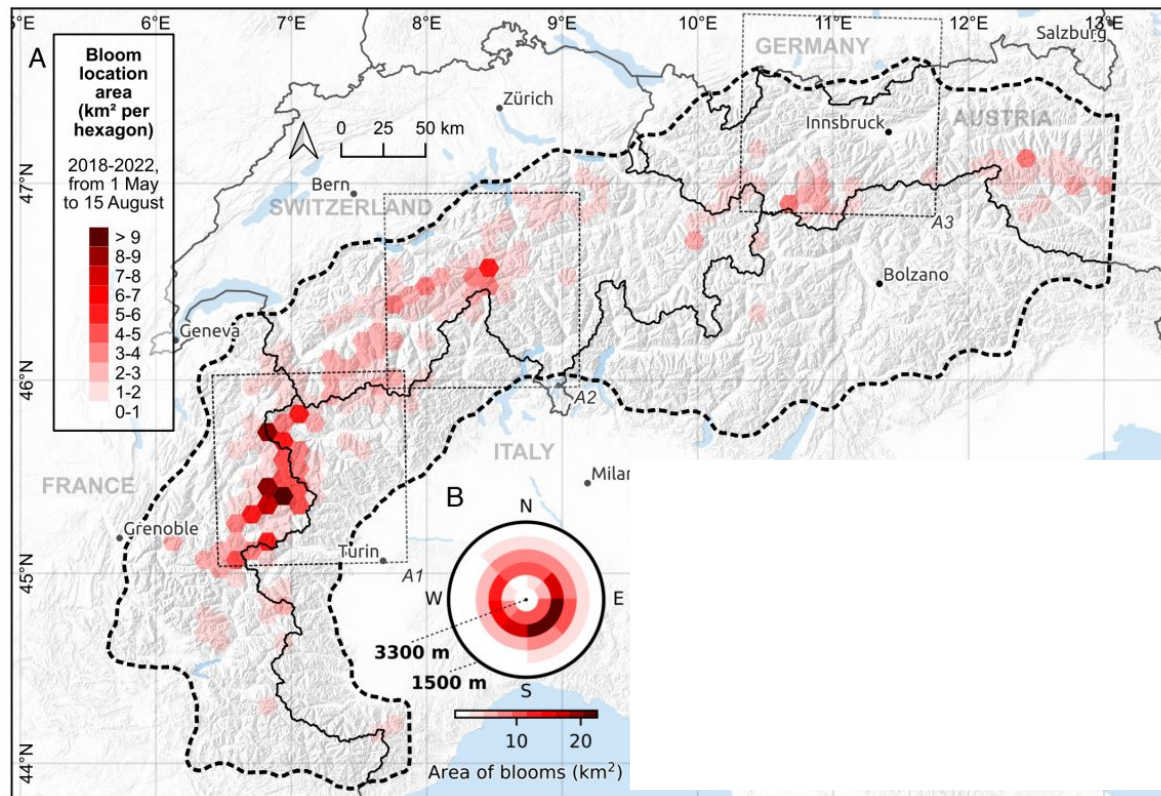
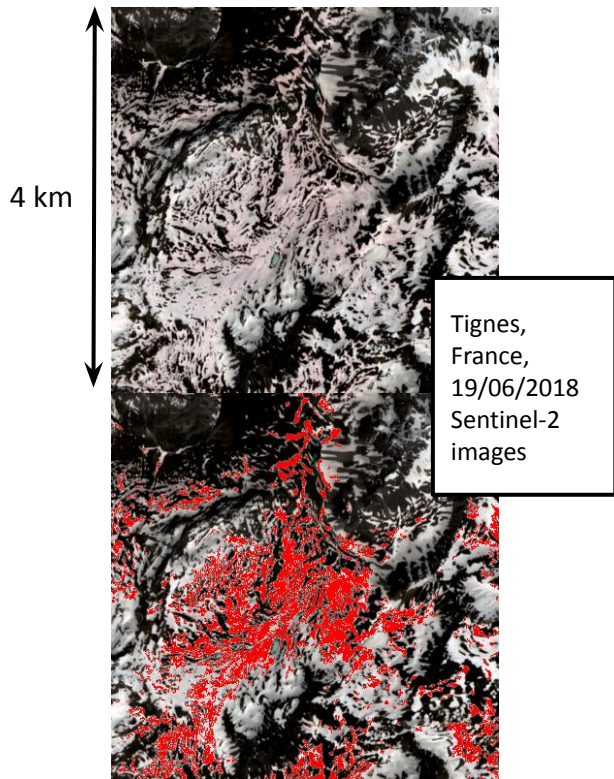
a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

1) Cartographier à grande échelle

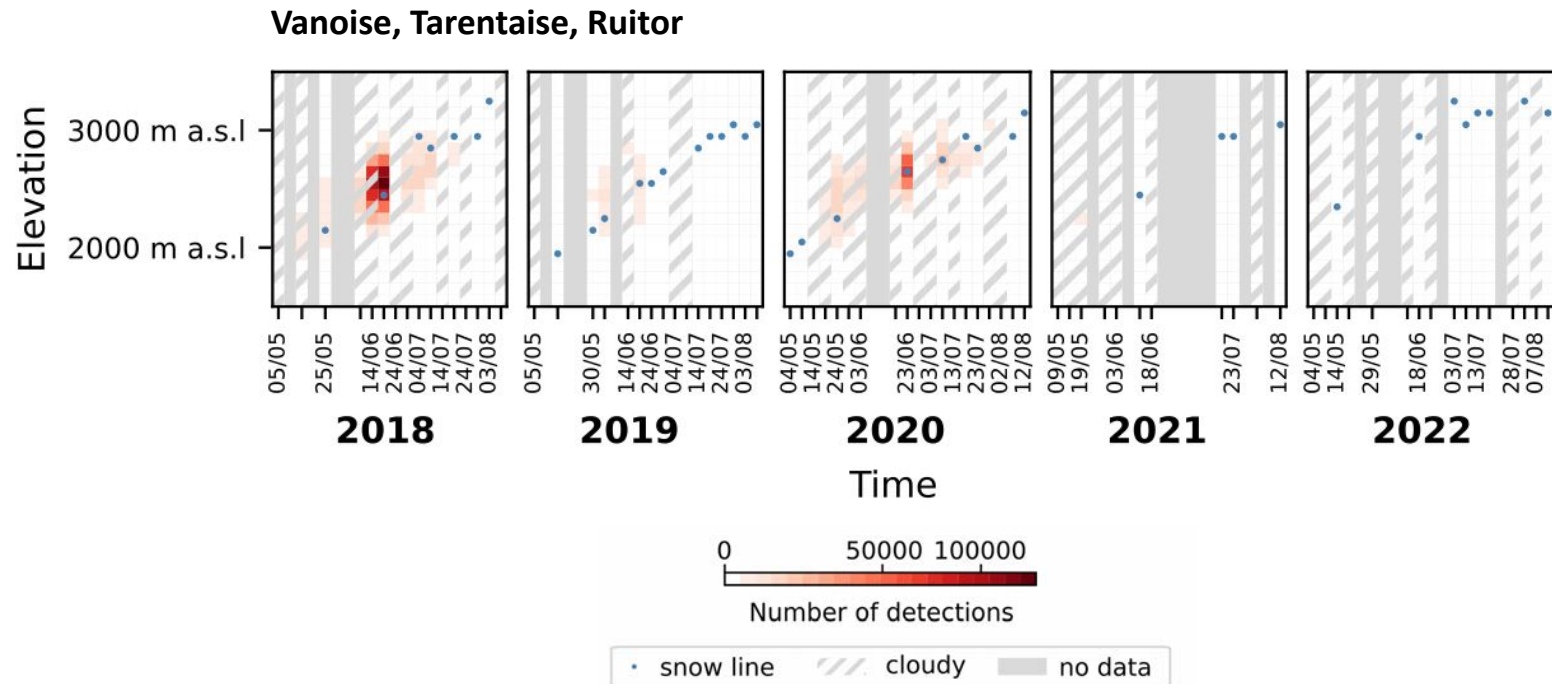


a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

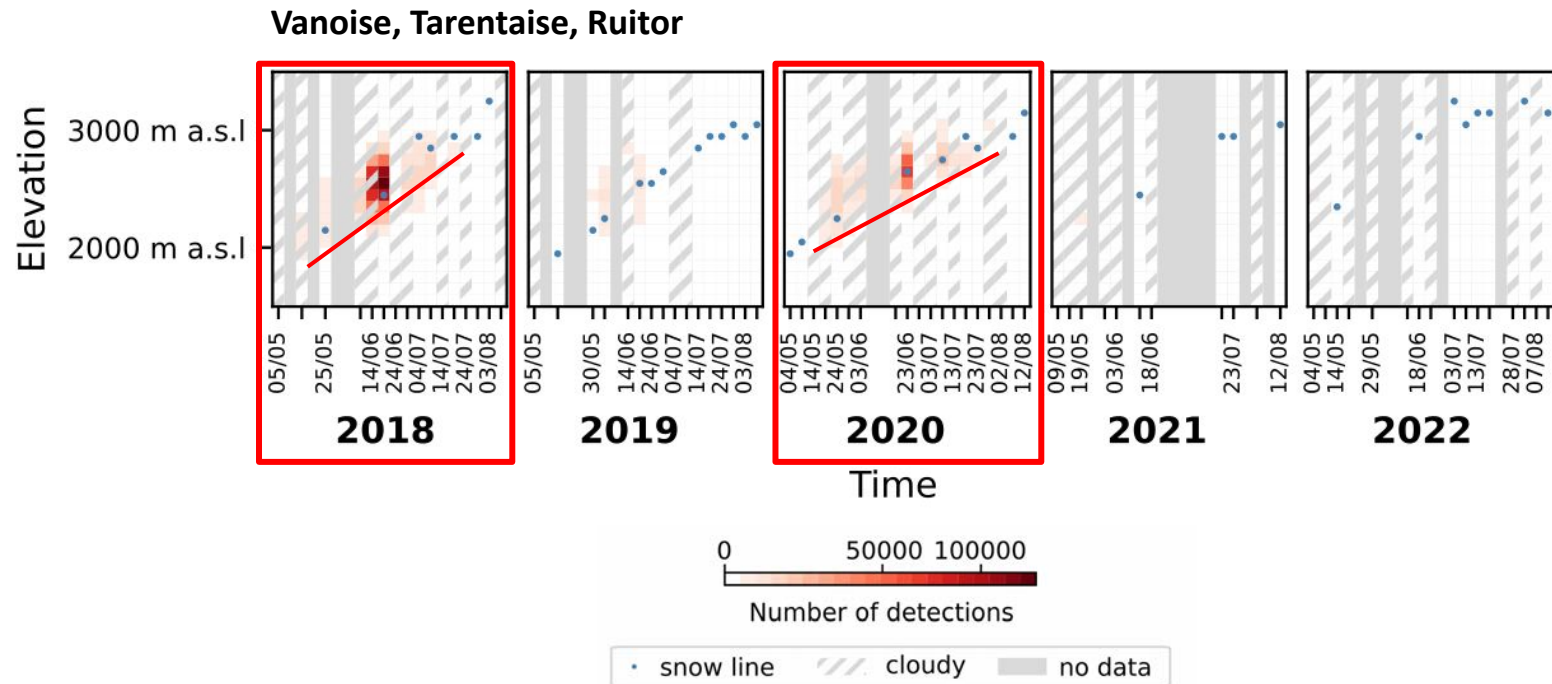
1) Cartographier à grande échelle



a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?



a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?



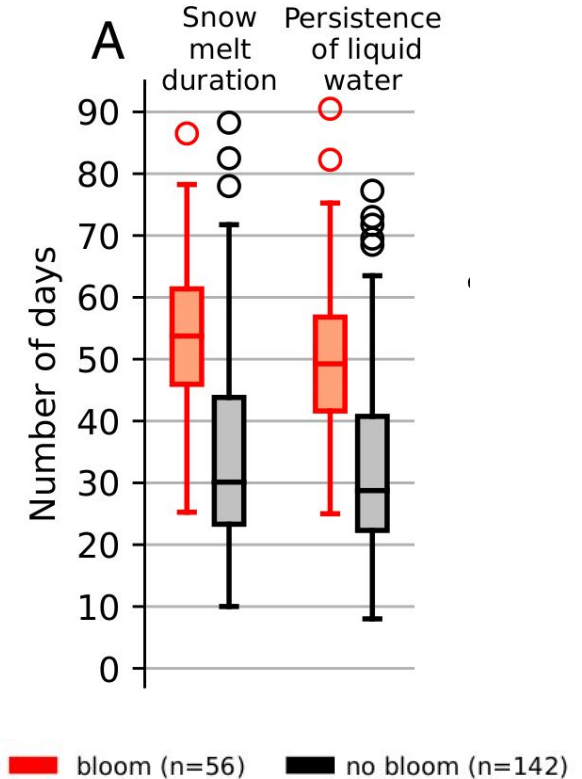
a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

- **apparition au niveau de la ligne de neige**

a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

- apparition au niveau de la ligne de neige

2) Comparaison aux conditions météorologiques et à l'état du manteau neigeux

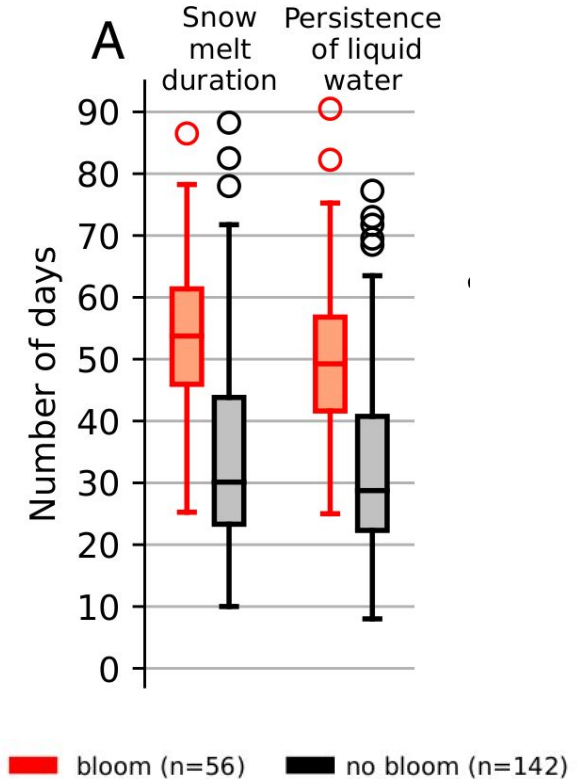


a) Conditions favorables à l'apparition de blooms intenses ?

- apparition au niveau de la ligne de neige

2) Comparaison aux conditions météorologiques et à l'état du manteau neigeux

- longue saison de fonte
→ besoin d'eau liquide

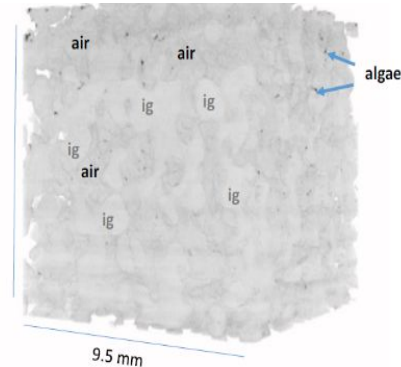
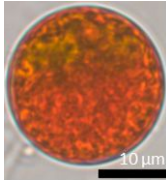
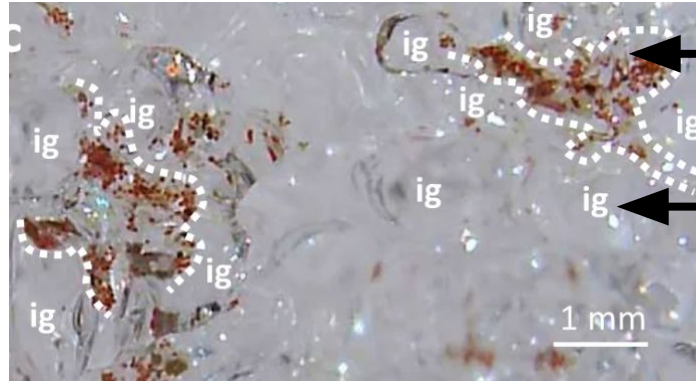


b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?

Approche multi-échelle et intégrative combinant EM 3D, ionomique et lipidomique

Température proche du point de congélation

- ✓ Kystes uniquement dans l'eau liquide interstitielle
- ✓ Sensibilité des cellules à la congélation (de -20°C à -5°C)



Ezzedine et al., 2023 *Nat Commun*

b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?

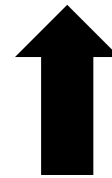
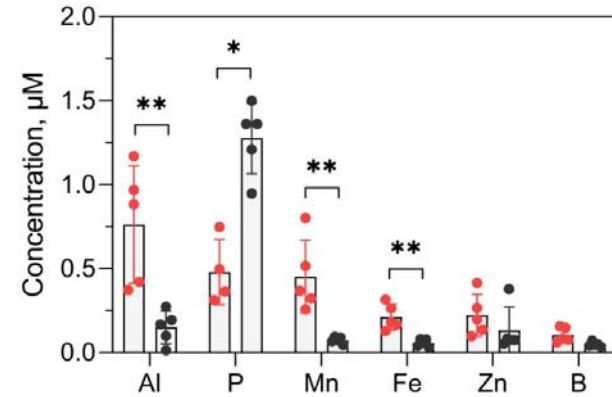
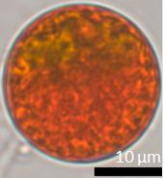
Approche multi-échelle et **intégrative** combinant EM 3D, ionomique et lipidomique

Température proche du point de congélation

- ✓ Kystes uniquement dans l'eau liquide interstitielle
- ✓ Sensibilité des cellules à la congélation (de -20°C à -5°C)

Oligotrophie (stress nutritif)

- ✓ Eau de la neige appauvrie en P, en présence de cellules



b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?

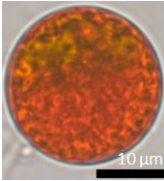
Approche multi-échelle et intégrative combinant EM 3D, ionomique et lipidomique

Température proche du point de congélation

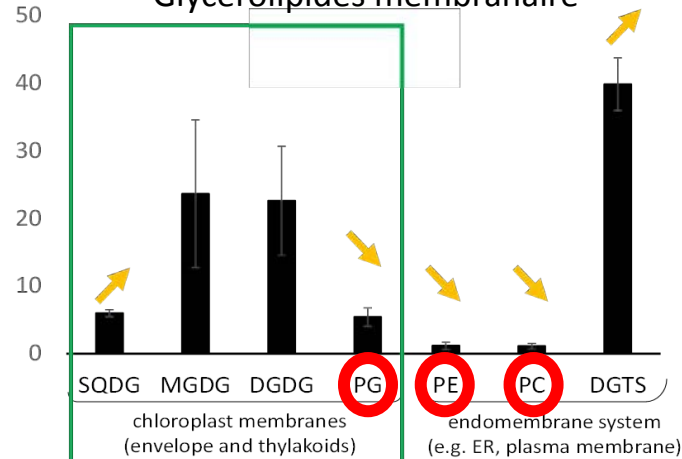
- ✓ Kystes uniquement dans l'eau liquide interstitielle
- ✓ Sensibilité des cellules à la congélation (de -20°C à -5°C)

Oligotrophie (stress nutritif)

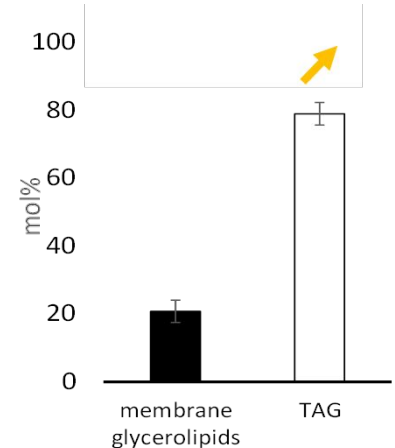
- ✓ Eau de la neige appauvrie en P, en présence de cellules
- ✓ **Profil lipidomique** avec économie du P cohérent avec une réponse à une **limitation en phosphate**



Glycérolipides membranaire



Glycérolipides membranaire vs. réserve

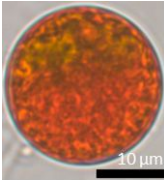


b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?

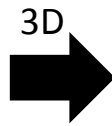
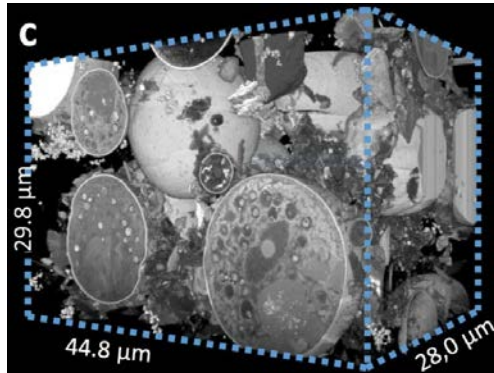
Approche multi-échelle et intégrative combinant EM 3D, ionomique et lipidomique

Haute luminosité (stress lumineux)

- ✓ Gouttelettes lipidiques riches en **astaxanthine (antioxydant en lien avec le stress lumineux)** (et en lipides de réserve (triacylglycérol - TAG) □ oligotrophie)



Situation peu fréquente
chez les algues vertes



Chloroplaste

Mitochondrie

Noyau

Gouttelettes
lipidiques

b) Quels sont les traits adaptatifs des kystes à l'environnement neigeux ?



Conclusion et perspectives

- Les blooms rouges sont attribués à plusieurs espèces de microalgues, et non à une seule.
- Une seule espèce peut dominer le bloom où plusieurs espèces coexistent
- *Sanguina nivaloides* : des adaptations structurelles et physiologiques au milieu neigeux.
- Explorer les adaptations moléculaires pour mieux comprendre ses stratégies de survie.
- Espèce psychrophile, vulnérable au réchauffement : Risque de disparition dans certaines localités.
- À terme, sa présence pourrait se limiter à des altitudes au-delà de 3000 m.