Sous les baigneurs : les cyanobactéries benthiques du littoral lausannois

Irene Muscas[1,3], Nora Selmani[2], Yiruo Xia[3], Fereidoun Khajenouri[2], Baastian Ibelings[3], Anna Carratalà[1*]

[1] Laboratoire de virologie environnementale (EVL), EPFL, Lausanne, Suisse

[2] Service de l'eau, Ville de Lausanne, Suisse

[3] Laboratoire d'écologie microbienne, Institut F.-A. Forel, Université de Genève, Suisse

Les cyanobactéries benthiques forment des tapis sur les galets et les structures immergées du littoral. Certains genres, comme *Tychonema*, *Microcoleus* ou *Phormidium*, produisent l'anatoxine-a, une neurotoxine impliquée dans des intoxications mortelles de chiens dans plusieurs lacs européens. Contrairement aux efflorescences planctoniques, ces tapis sont discrets, hétérogènes et échappent à la surveillance des eaux de baignade. Cette étude vise à décrire la distribution, la composition et l'abondance des cyanobactéries benthiques sur les plages de Lausanne, à évaluer leur potentiel toxique et la présence de cyanotoxines, et à suivre leur dynamique saisonnière, en combinant observations de terrain, outils moléculaires et analyses chimiques.

Sites et méthodes

Dix plages de Lausanne ont été suivies tous les quinze jours d'avril à octobre 2025, puis mensuellement. Les tapis ont été inspectés visuellement puis mesurés *in situ* à la BenthoTorch (cyanobactéries, algues vertes, diatomées) ; les tapis dominés par les cyanobactéries ont été prélevés avec l'eau environnante.

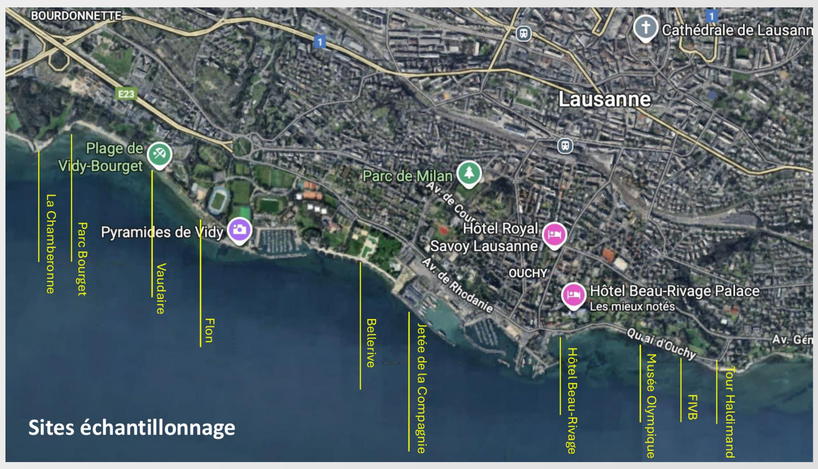


Fig. 1. Sites d'échantillonnage le long du littoral lausannois (Léman). Imagerie © Google.

Cible	Matrice	Méthode
Couverture et biomasse	Tapis (in situ)	Observation, BenthoTorch
Composition des communautés	Tapis	Séquençage ARNr 16S
Gènes de toxines (16S cyano, mcyA, mcyE)	Tapis, eau	PCR digitale (dPCR)
Cyanotoxines (ATX-a, MC-LR/RR/YR)	Tapis, eau, SPATT	LC-MS/MS, ELISA

Tableau 1. Plan de surveillance et analyses.



Fig. 2. Mesure à la BenthoTorch et exemples de tapis : morphologies variées, biomasse faible, co-dominance fréquente des diatomées ; les échelles d'accès au bain peuvent constituer des points chauds.

Conclusion et perspectives

Tychonema, genre producteur d'anatoxine-a, domine les tapis du littoral lausannois (32,6 % des lectures, jusqu'à 61 % à Bellerive). L'anatoxine-a a dépassé 500 ng L^{-1} à trois sites en août 2025, période de forte abondance de *Tychonema*. Les gènes mcyA et mcyE sont détectés partout, alors que les producteurs connus de microcystines sont rares (< 0,1 %) : des producteurs non résolus (Phormidiaceae) sont probables. La forte variabilité entre plages et campagnes plaide pour une surveillance locale et fréquente.

Perspectives : test dPCR ciblant l'anatoxine-a, intégration séquençage–dPCR–ELISA–LC-MS/MS et identification des facteurs environnementaux.

Remerciements : Service de l'eau de la Ville de Lausanne, pour le partenariat de recherche financé, et projet Interreg France-Suisse 2021–2027 ALGA (« Efflorescences Algales dans le Léman face aux changements GlobAux »).

Qui compose les tapis ?

Le séquençage de l'ARNr 16S de 66 échantillons (12 plages) a révélé 277 OTU réparties en 11 ordres, dominés par les Cyanobacteriales (72,9 %) et les Leptolyngbyales (25,1 %).

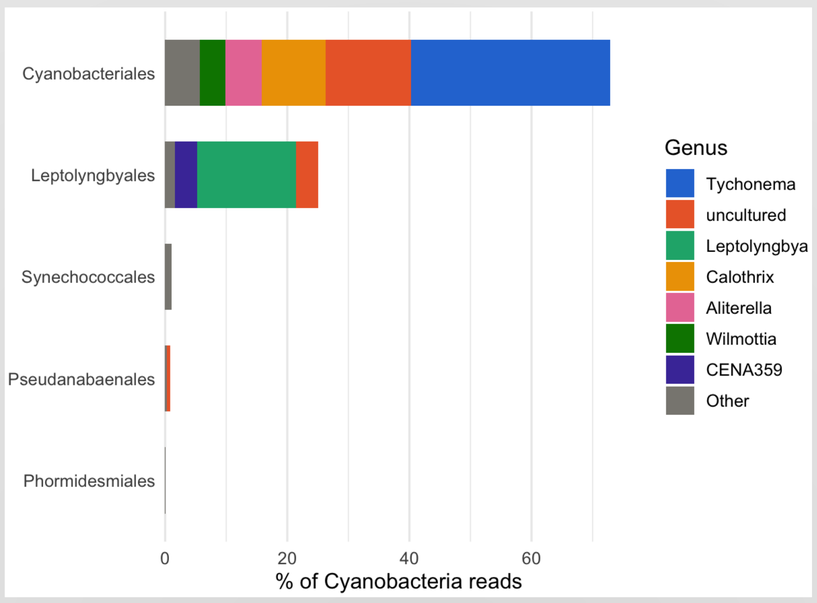


Fig. 3. Composition par ordre et par genre, tous échantillons confondus. *Tychonema* est le genre le plus abondant.

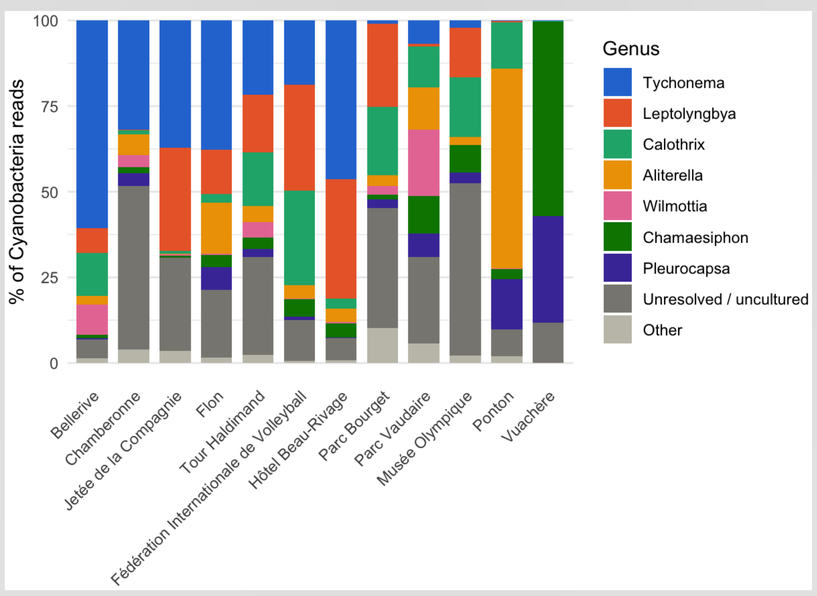


Fig. 4. Composition en genres par plage (dates confondues) : *Tychonema* domine à Bellerive et à l'Hôtel Beau-Rivage mais est quasi absent au Parc Bourget.

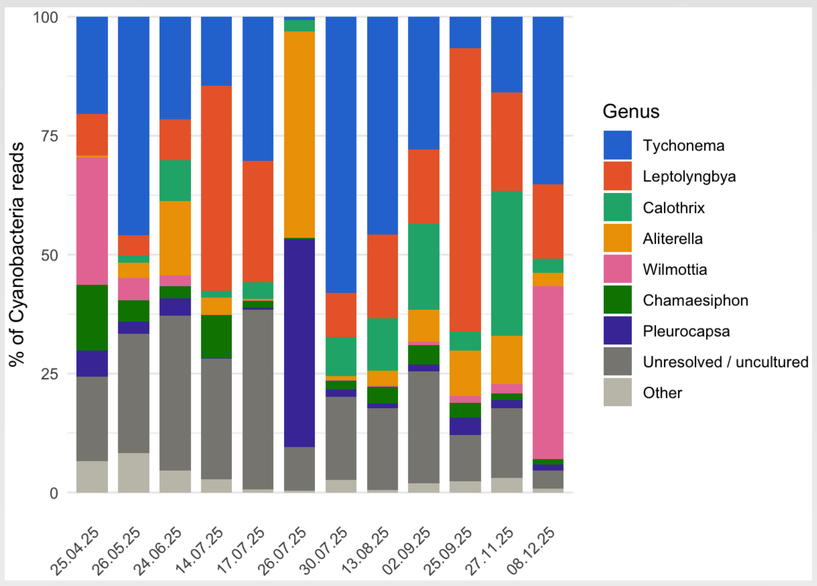


Fig. 5. Composition en genres par date (plages confondues) : les communautés changent rapidement ; *Tychonema* culmine fin mai et de fin juillet à mi-août 2025.

Potentiel toxique et cyanotoxines

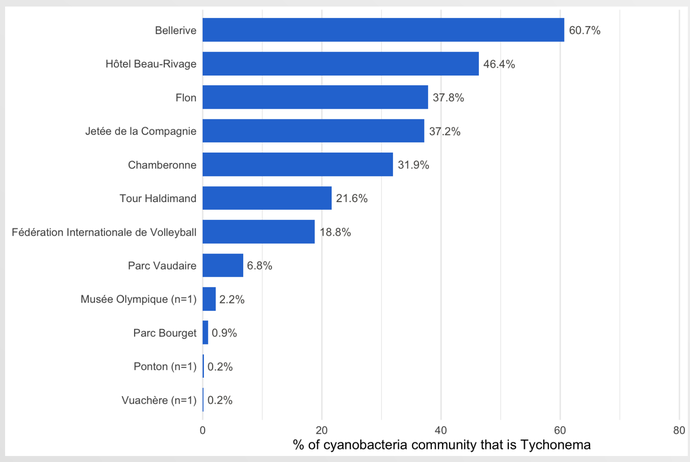


Fig. 6. Part de *Tychonema* dans la communauté cyanobactérienne par plage (n=1 : échantillon unique). La détection génétique ne confirme pas la production de toxines.

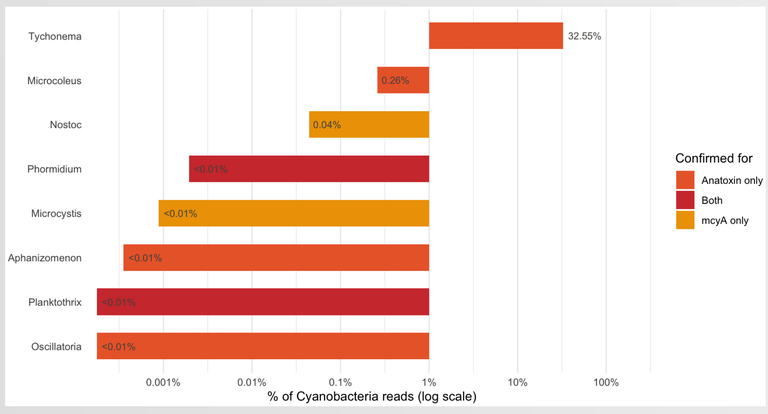


Fig. 7. Genres détectés documentés comme producteurs de microcystines et/ou d'anatoxine-a (abondance relative, échelle log) : seul *Tychonema* est abondant.

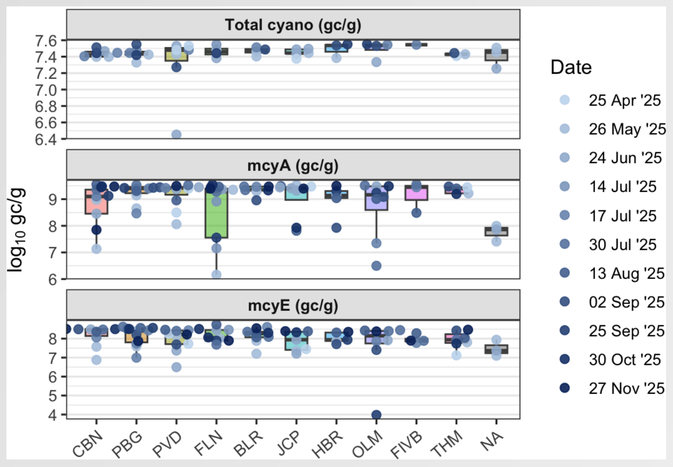


Fig. 8. dPCR des gènes 16S cyanobactérien, mcyA et mcyE dans les tapis (log_{10} copies g^{-1}), avr.–nov. 2025. CBN Chamberonne, PBG Parc Bourget, PVD Parc Vaudaire, FLN Flon, BLR Bellerive, JCP Jetée de la Compagnie, HBR Hôtel Beau-Rivage, OLM Musée Olympique, THM Tour Haldimand.

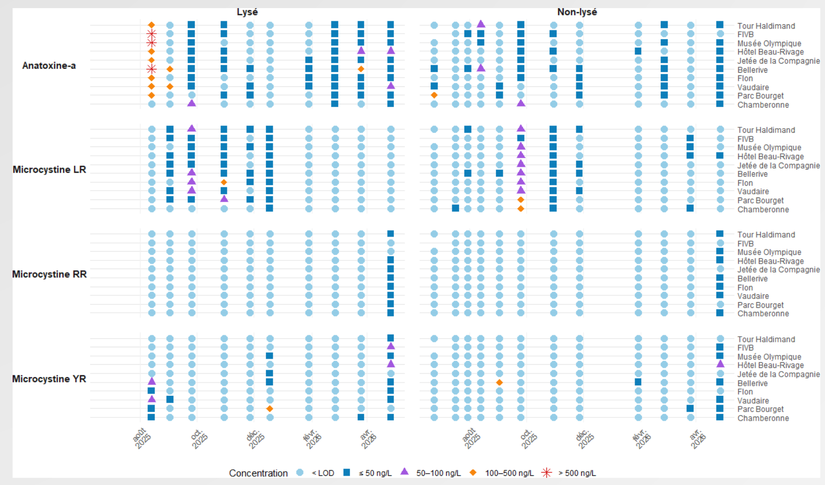


Fig. 9. Anatoxine-a et microcystines LR, RR et YR par LC-MS/MS (fractions lysée et non lysée), août 2025 – avr. 2026 : l'anatoxine-a dépasse 500 ng L^{-1} à trois sites en août 2025.

Le projet ALGA fait intervenir de nombreux partenaires, pour un coût total d'environ 1 million d'euros
https://www.interreg-francesuisse.eu/beneficiaire/alga/

Contact : Anna Carratalà (anna.carratala@epfl.ch)