

# Evaluation de l'efficacité d'un traitement des cyanobactéries par ultrasons

Benjamin Legrand, Marie-Eve Mauduit, Antoine Thouvenot

Journée Rencontres Scientifiques-Gestionnaires 05/04/2023



# Focus sur les cyanobactéries

- ✓ Micro-organismes photosynthétiques toxigènes
- ✓ Capables de proliférer de manière conséquente = bloom

↳ Favorisés par :



Ensoleillement et températures conséquentes



Concentrations importantes en nutriments



Photographies de cyanobactéries

↳ Conséquences :



Ecologiques



Sanitaires



Economiques

**Nécessité pour les gestionnaires de plans d'eau de trouver des solutions**

# Les dispositifs à ultrasons

## ✓ Principes de fonctionnement (THEORIQUES)



Photographie d'une sonde à ultrason et d'un radeau portant une sonde (Source : Le progrès)

la Nouvelle République.fr

Le gérant de \*\*\* en détaille le fonctionnement : « C'est un générateur à ultrason. Retenu par un flotteur, il a un rayon d'action de 400 mètres. Les ultrasons font éclater la vacuole de la cyanobactérie. »

3 nouvelle aquitaine

Les ultrasons vont venir casser la membrane qui renferme le gaz

Sonde fixée sur un radeau et alimentée soit sur secteur soit par énergie solaire



Emission d'ultrasons qui seraient défavorables aux cyanobactéries

Comment ?



Détruit les (pseudo)vacuoles des cyanobactéries qui ne peuvent plus réguler leur flottaison et coulent vers les profondeurs

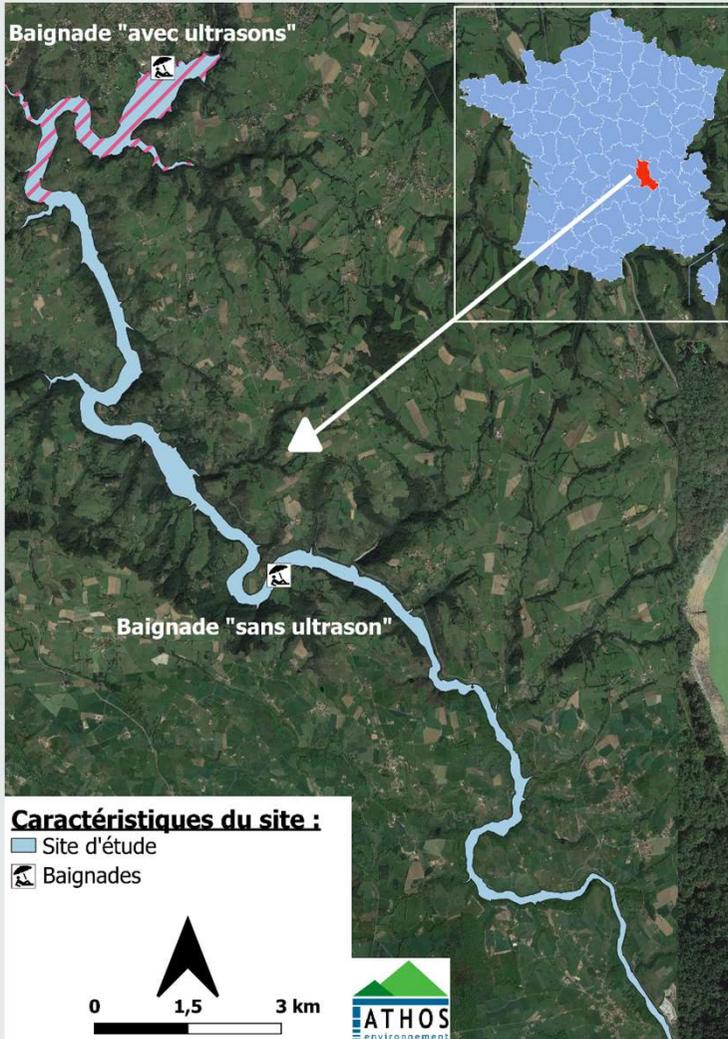


Efficace à 360° sur 400 m soit 50 ha en plan d'eau

**Solution miracle pour lutter contre les proliférations de cyanobactéries ??**

# Le site d'étude

## Site d'étude



- ✓ Barrage sur la Loire
- ✓ Très grande masse d'eau :
  - ✓ Profondeur maximale : 42 m
  - ✓ Superficie : 770 hectares
  - ✓ Longueur : 32 km



*Exemples de proliférations cyanobactériennes sur le site d'étude*

# Objectifs de l'étude

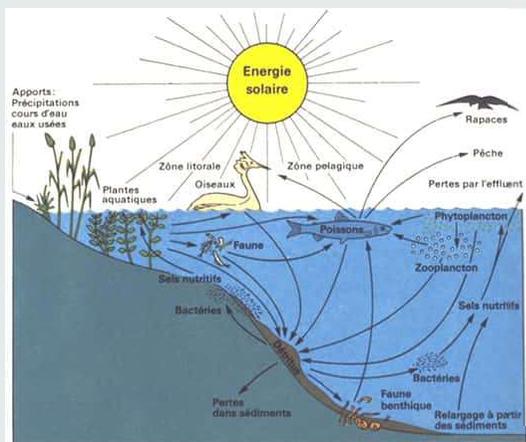
✓ Comment mesurer l'impact des ultrasons sur les cyanobactéries ?

➔ Les dispositifs à ultrasons permettent-ils d'augmenter la durée de l'activité baignade sur les sites concernées ?

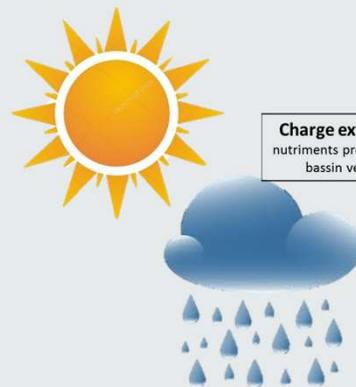
➔ Comment ces dispositifs influencent (ou pas) la distribution des cyanobactéries ?



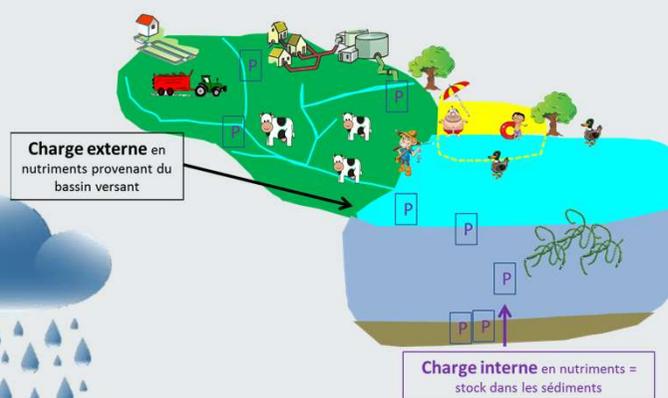
Comment mettre en évidence un potentiel effet des ultrasons en milieu naturel ?



*Facteurs écologiques*



*Facteurs météorologiques*



*Nature du bassin versant*



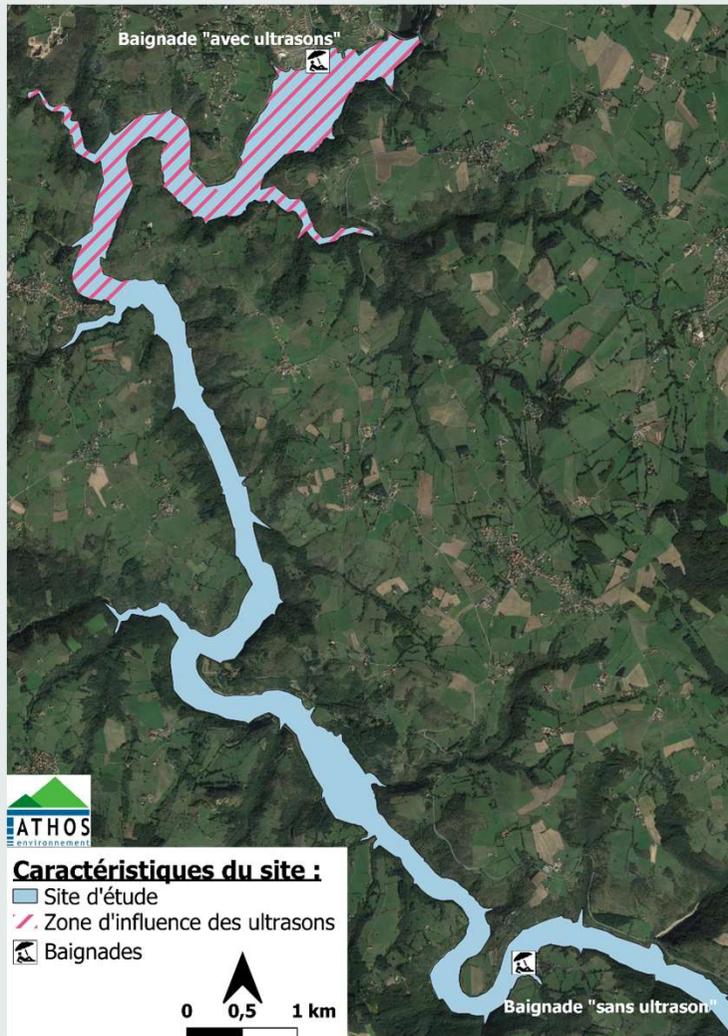
*Conciliations des usages*

# Axe 1

**La mise en place de dispositifs à ultrason a-t-elle augmenté la durée de l'activité baignade sur le site ?**

# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

## ✓ Contexte de la zone d'étude



✓ Deux baignades : amont (sans ultrason), aval (avec ultrasons)

✓ Installation de 9 dispositifs à ultrasons

✓ Secteur aval

✓ A partir de l'été 2019

✓ Comparaisons

Temporelle sur la baignade aval

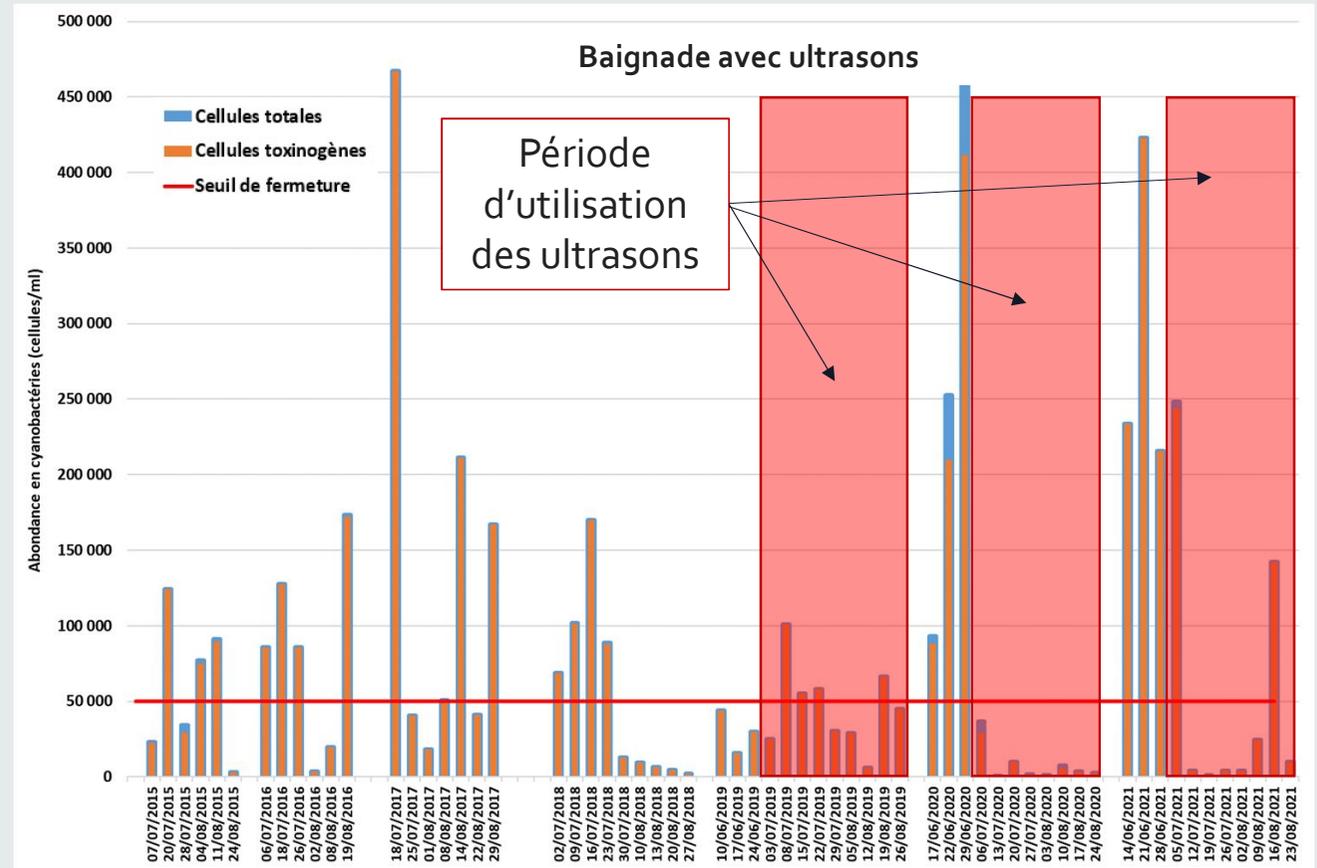
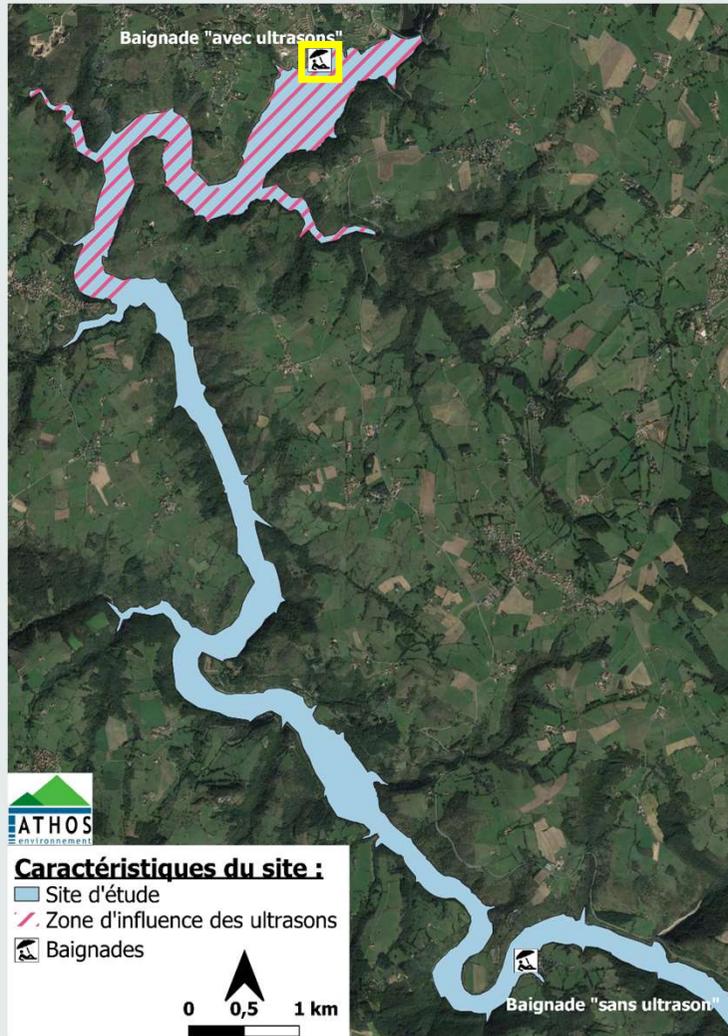
Sans ultrason (2015-2018) *versus* ultrasons : 2019-2021

Comparaison spatiale (2019-2021)

Sans ultrason (amont) *versus* ultrasons (aval)

# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

✓ Selon la circulaire DGS/E/2014/166 du 23 mai 2014

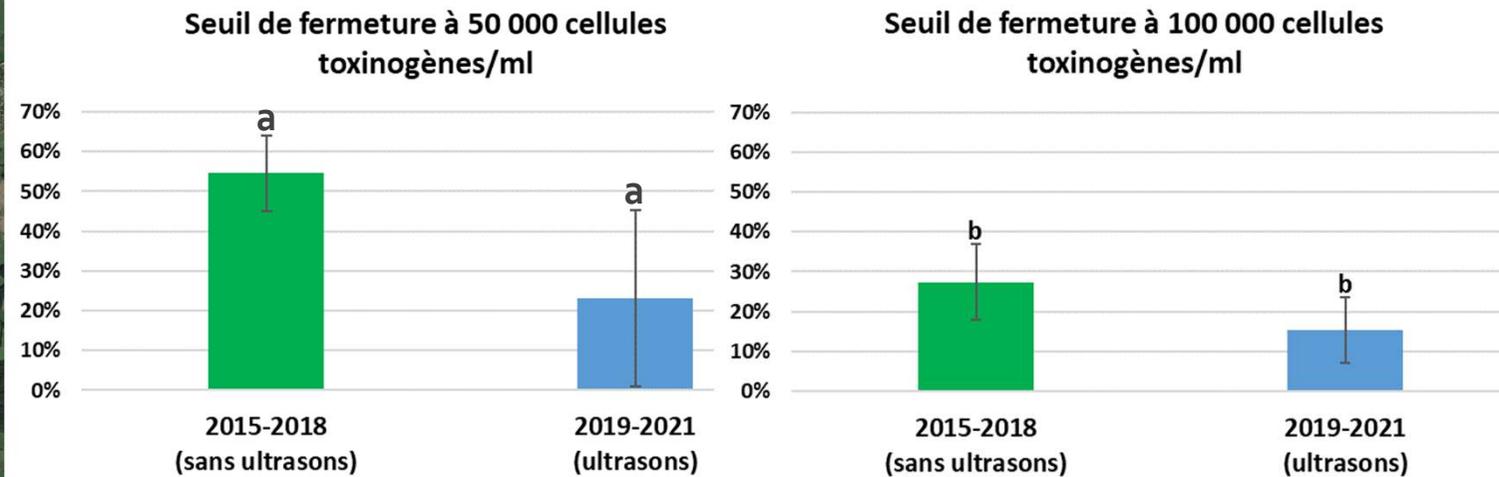
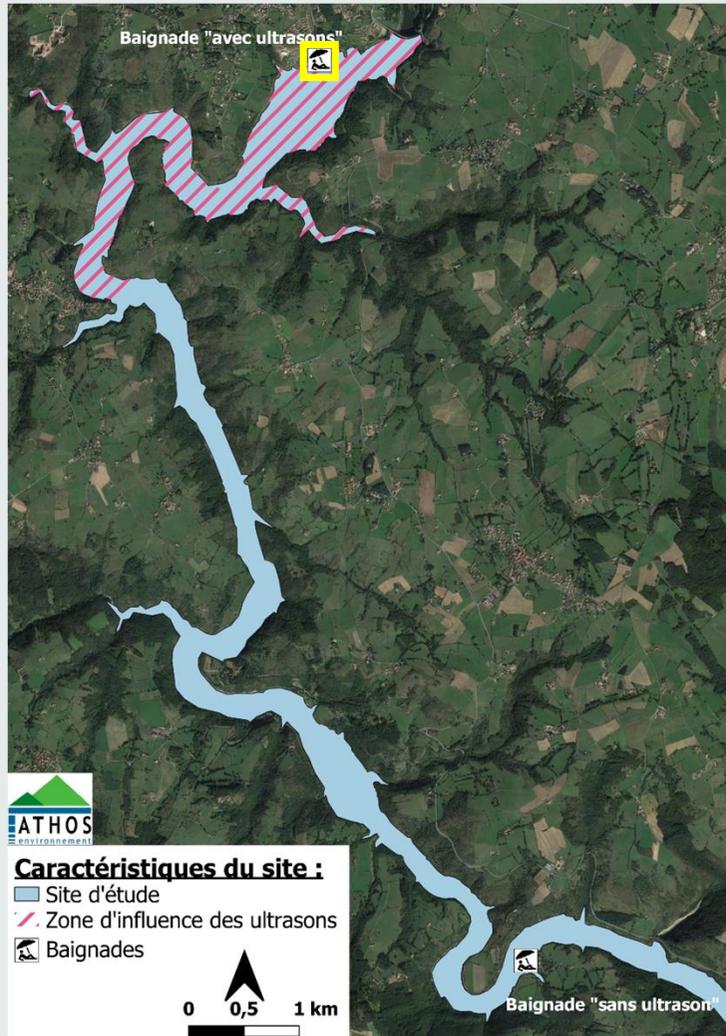


Existe-t-il un effet des ultrasons sur 2019-2021?

# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

✓ Aspect temporel

✓ Fréquence d'échantillons dépassant le seuil de fermeture



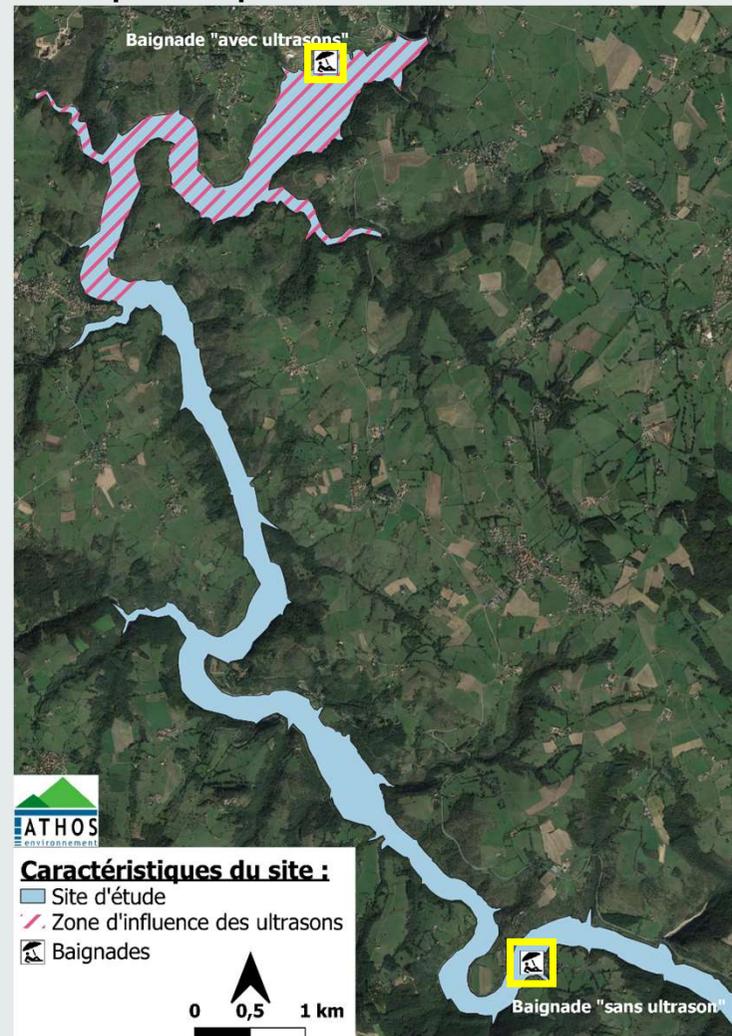
➔ Pas de différence significative

- ✓ Sur un seuil de fermeture à 50 000 cellules toxigènes par ml
- ✓ Sur un seuil de fermeture à 100 000 cellules toxigènes par ml

➔ Les ultrasons n'ont pas permis de réduire significativement les fermetures de baignade

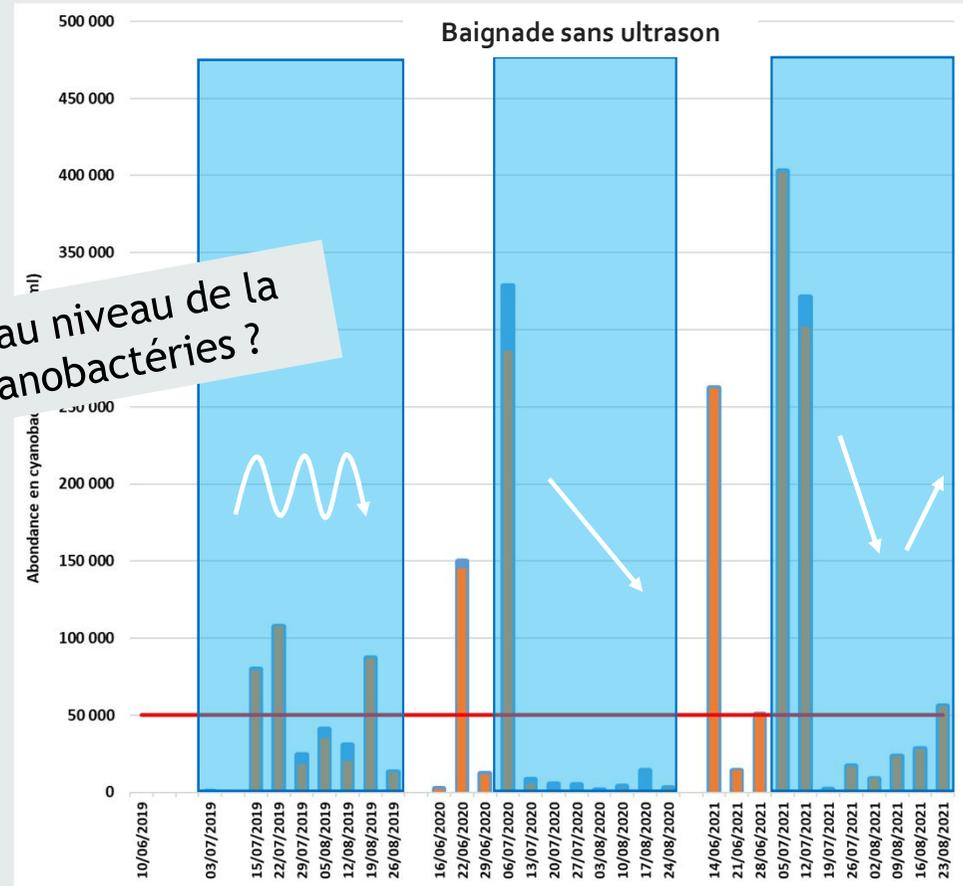
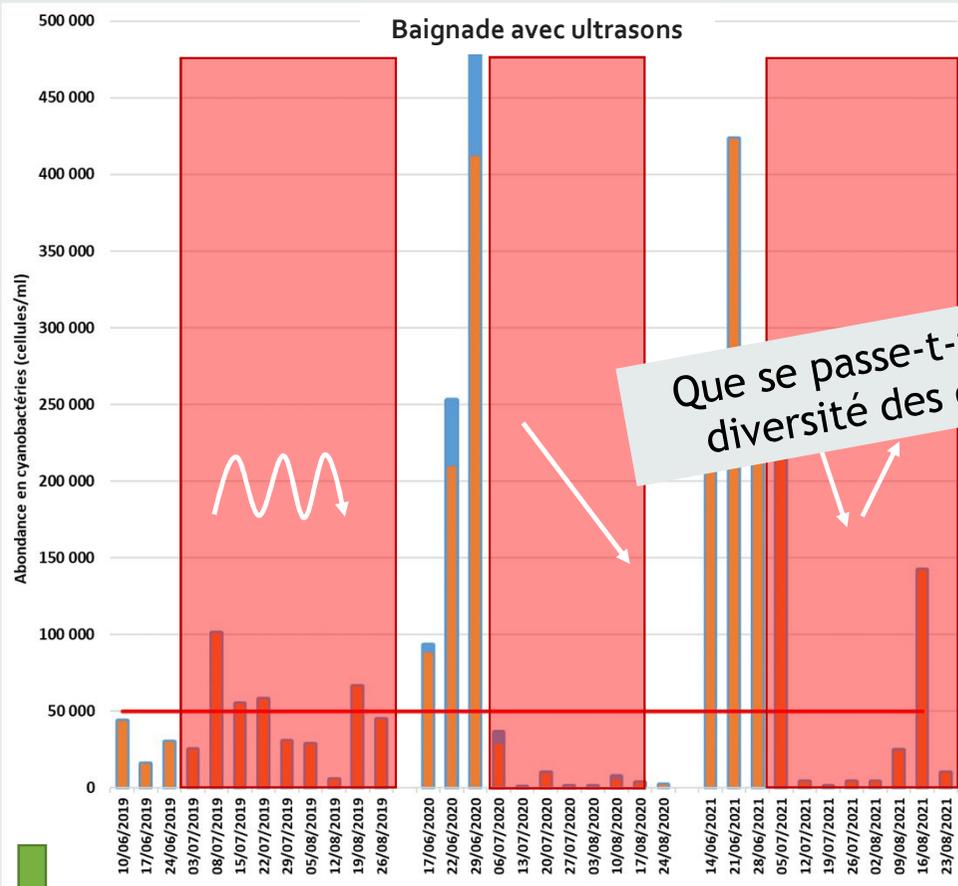
# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

## ✓ Aspect spatial



# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

- ✓ Aspect spatial
- ✓ Dynamiques des cyanobactéries

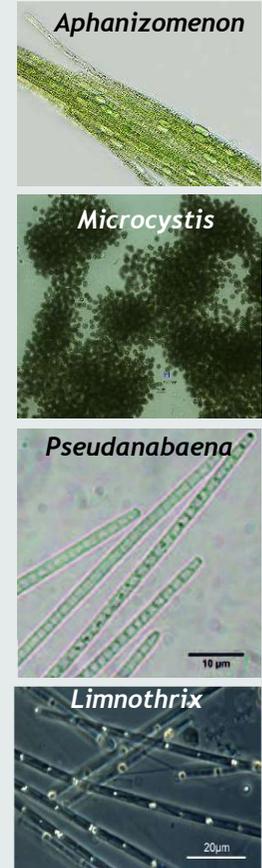
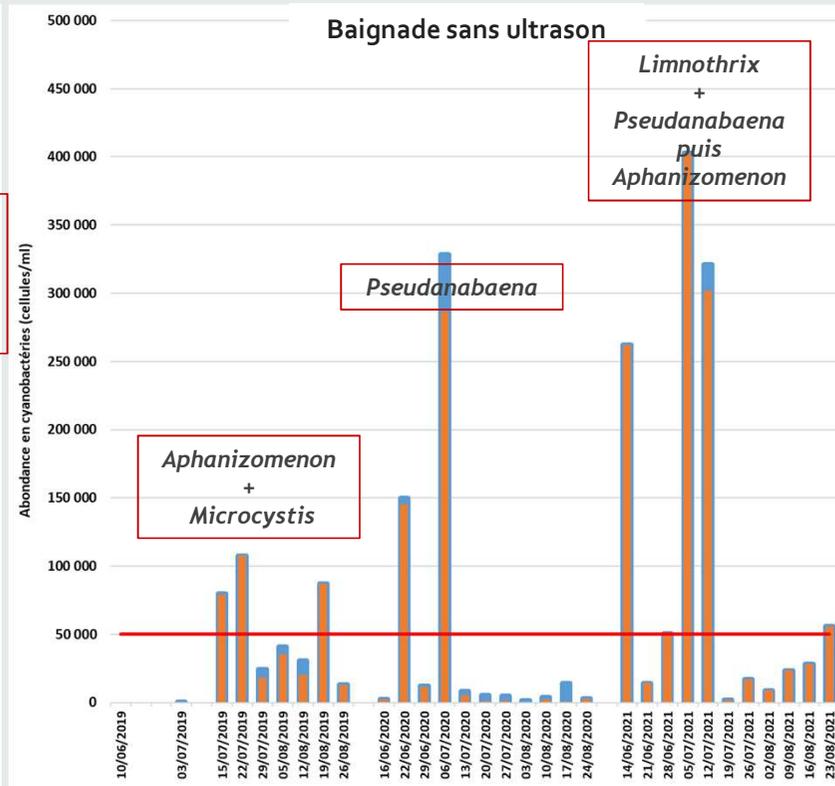
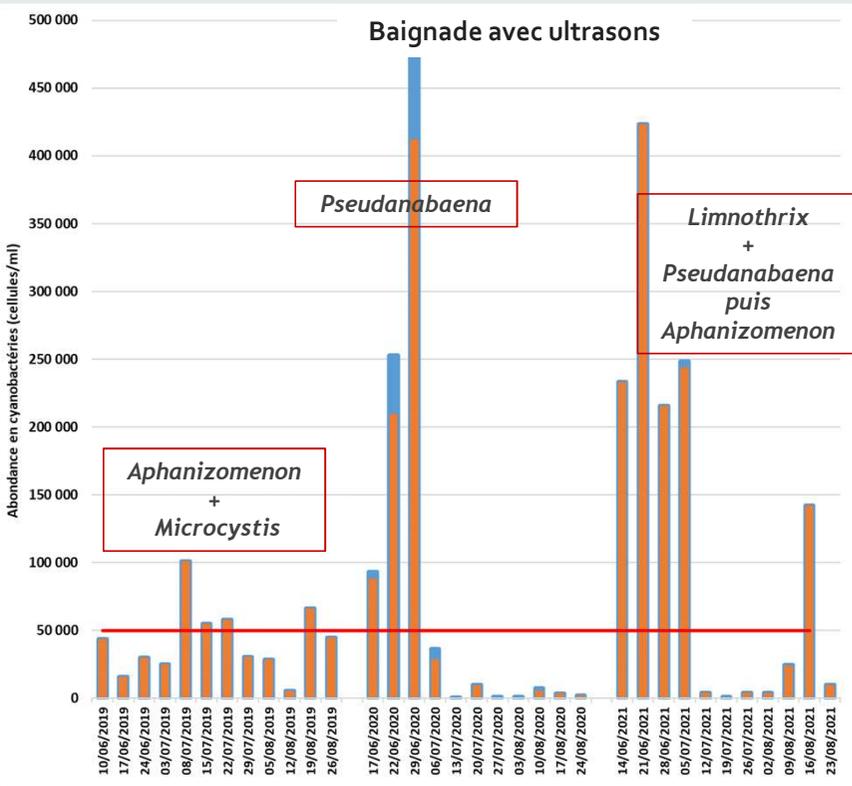


Que se passe-t-il au niveau de la diversité des cyanobactéries ?

➡ L'évolution des cyanobactéries ont des tendances similaires sur les 2 sites

# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

- ✓ Aspect spatial
- ✓ Cyanobactéries dominantes



➔ Mêmes dynamiques sur les 2 baignades

➔ Dynamiques des cyanobactéries non liées aux ultrasons

# Impact potentiel des ultrasons sur la baignade

✓ Selon la circulaire DGS/E/2014/166 du 23 mai 2014

✓ Aspect temporel

➔ Pas de différence significative sur la fréquence de fermeture de la baignade

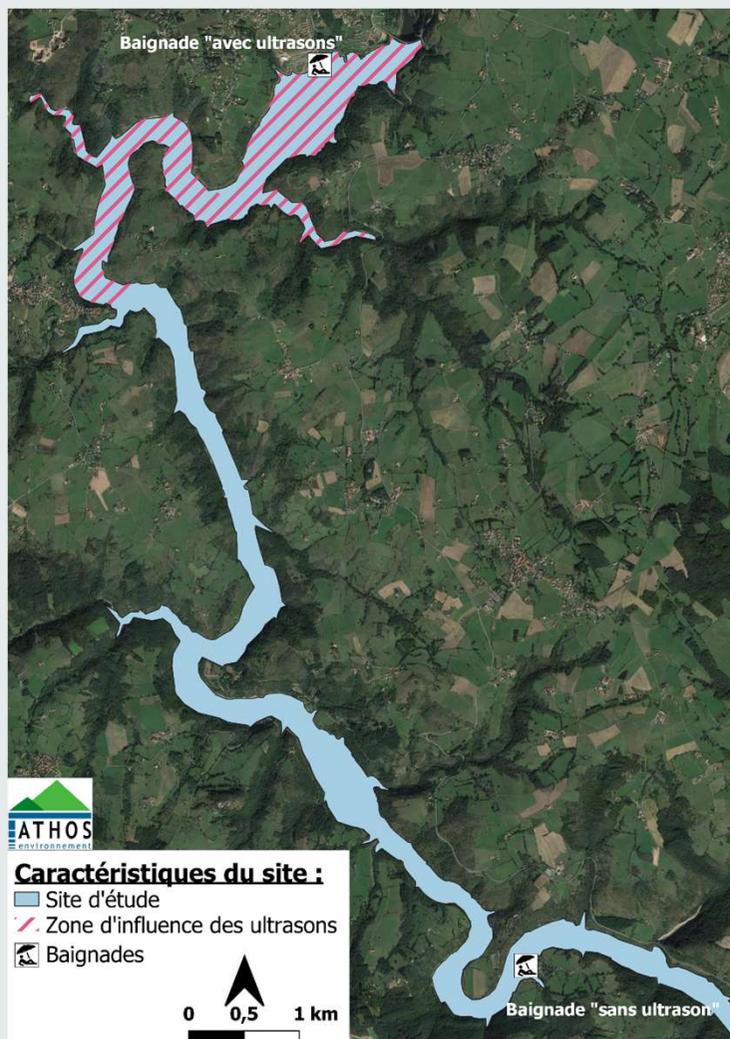
Sans ultrason : 2015-2018      Avec ultrasons : 2019-2021

✓ Aspect spatial (2019-2021)

➔ Mêmes dynamiques des cyanobactéries

Aval (Ultrasons)      Amont (Sans ultrason)

➔ Les ultrasons n'ont pas permis de limiter les fermetures de baignade sur la plage du site d'étude

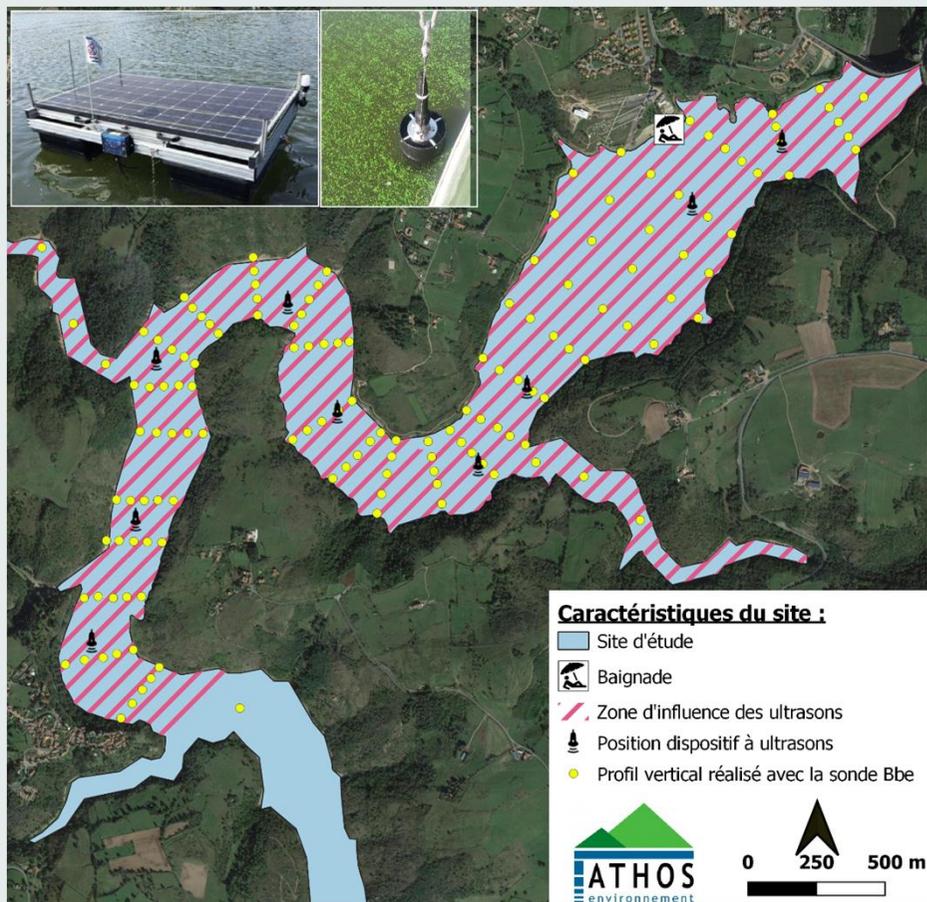


# Axe 2

**Les ultrasons influencent-ils la distribution des cyanobactéries ?**

# Impact potentiel des ultrasons sur les cyanobactéries

## ✓ Description des dispositifs à ultrasons



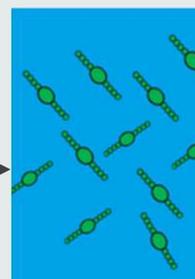
Position des dispositifs à ultrasons et protocole expérimental associé  
(Source : ATHOS Environnement)

## ✓ 9 dispositifs installés

➔ Censés couvrir une zone de plus de 200 hectares

**Comment mesurer l'impact des ultrasons sur ces 200 ha ?**

## ✓ Mesurer la biomasse des cyanobactéries avec la sonde Bbe



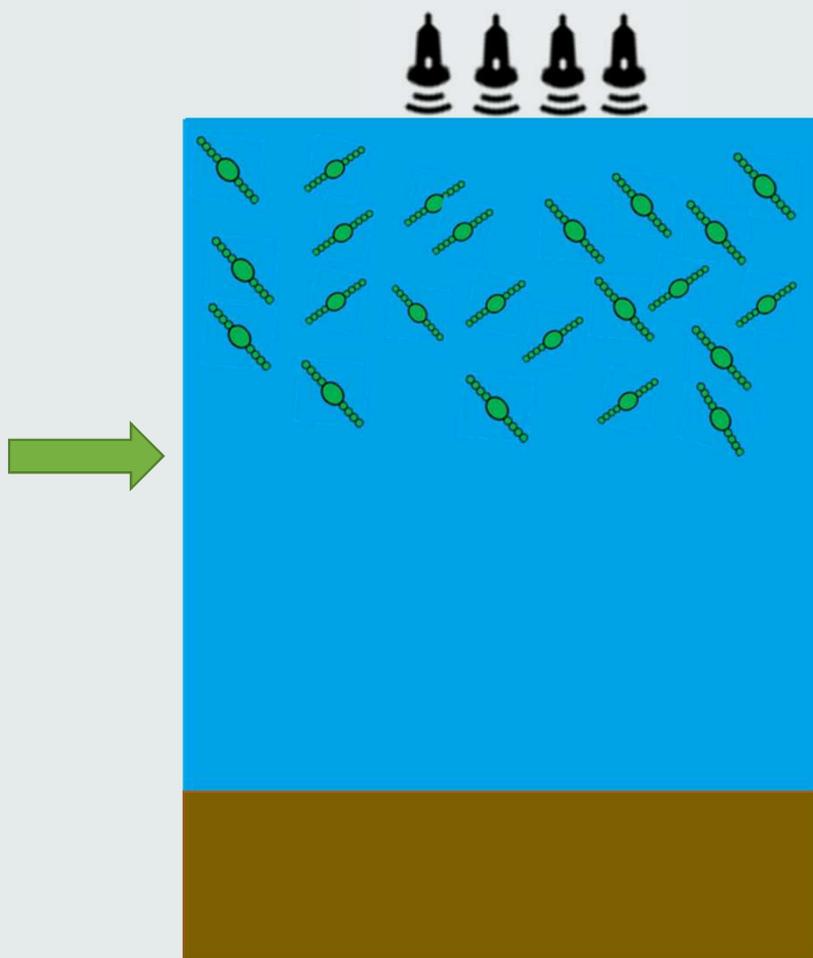
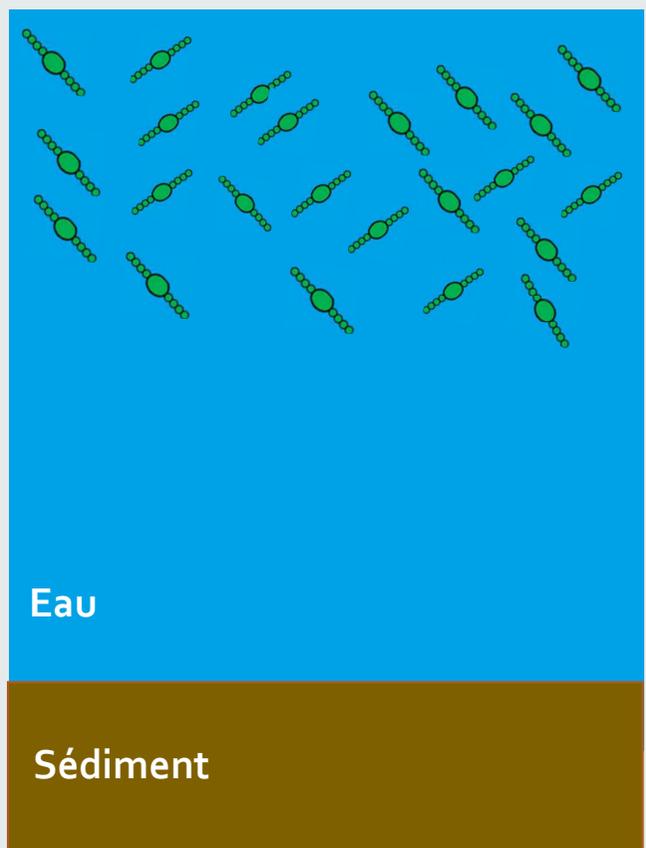
**$\mu\text{g/l}$   
eq. chlorophylle-a**

➔ Réalisation de 140 profils verticaux avec cette sonde

## ✓ 2 campagnes d'acquisition : 31 juillet et 29 août 2019

# Impact potentiel des ultrasons sur les cyanobactéries

✓ Scenarii possibles



✓ Impact des ultrasons ?

- ↳ Halo de décroissance
- ↳ Cyanobactéries anormalement en profondeur
- ↳ Quasi absence des cyanobactéries

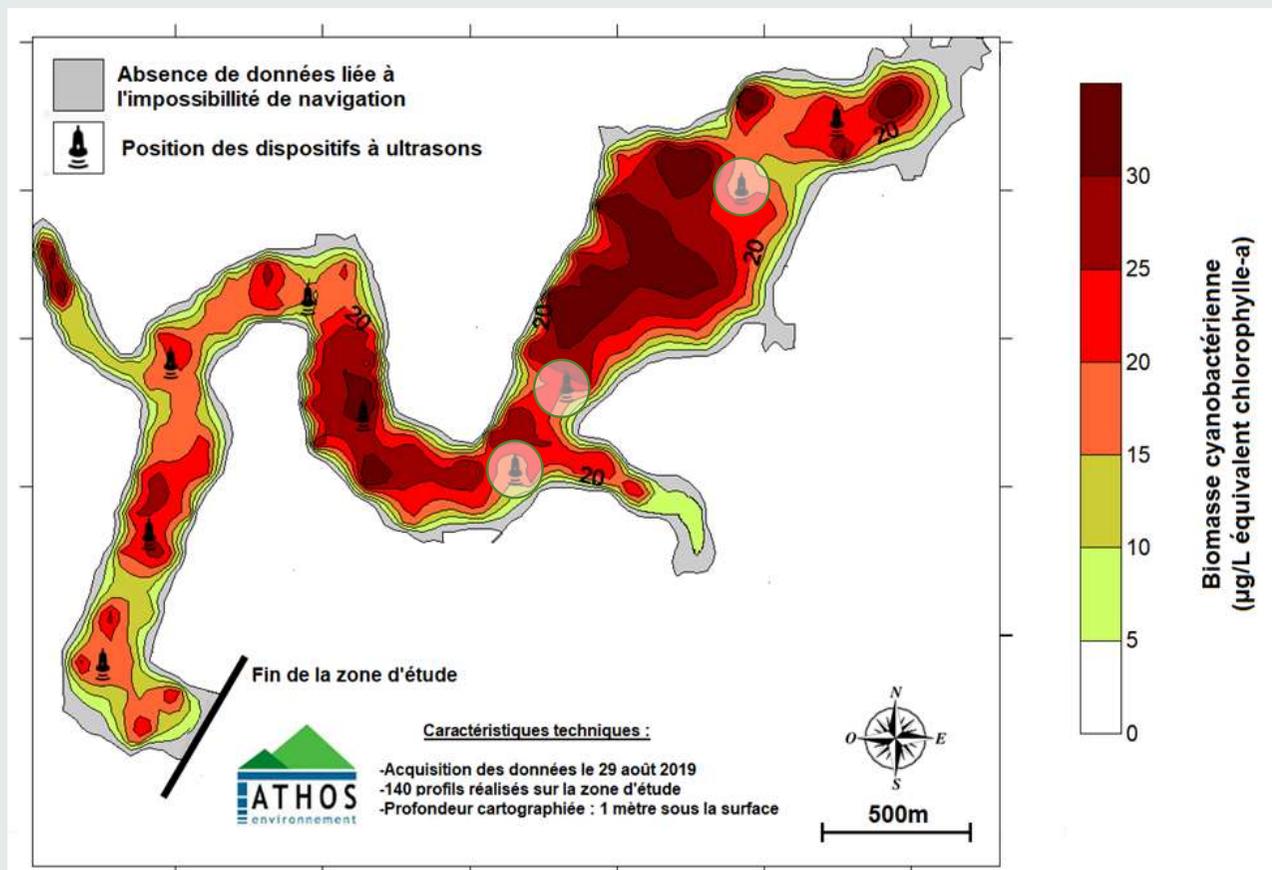
✓ Absence d'effet des ultrasons ?

- ↳ Présence de cyanobactéries

# Impact potentiel des ultrasons sur les cyanobactéries

✓ Impact sur la répartition des cyanobactéries surface (1 m sous la surface)

29/08/2019

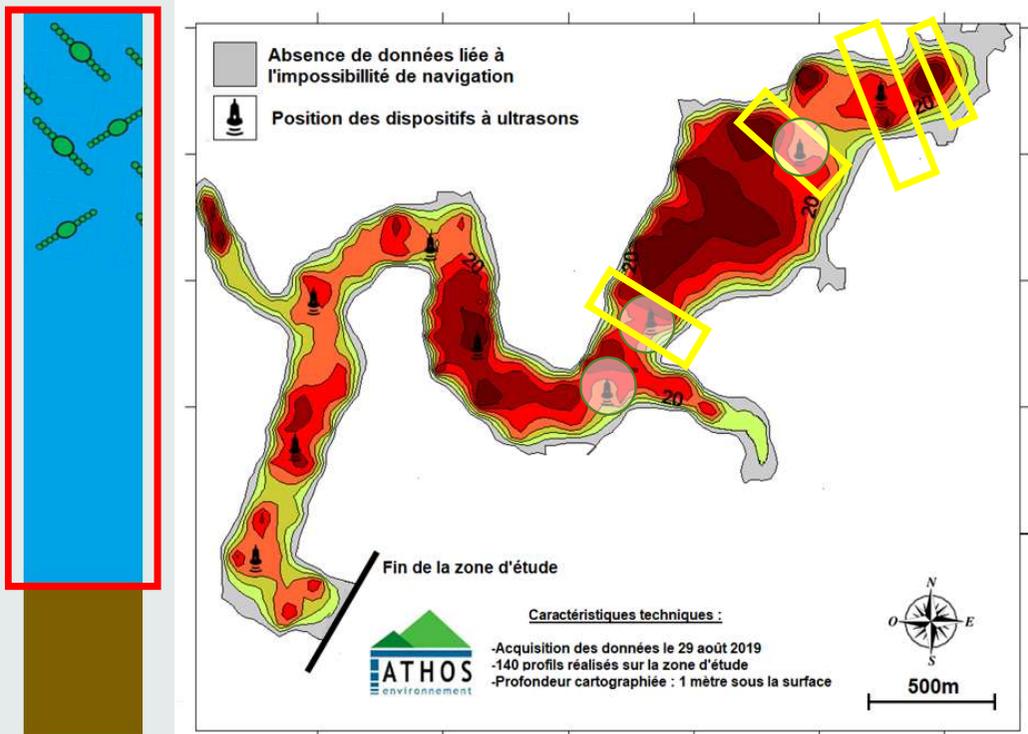


- Distribution hétérogène des cyanobactéries
- Impact des ultrasons sur les cyanobactéries : très limité
- Même tendance le 31 juillet

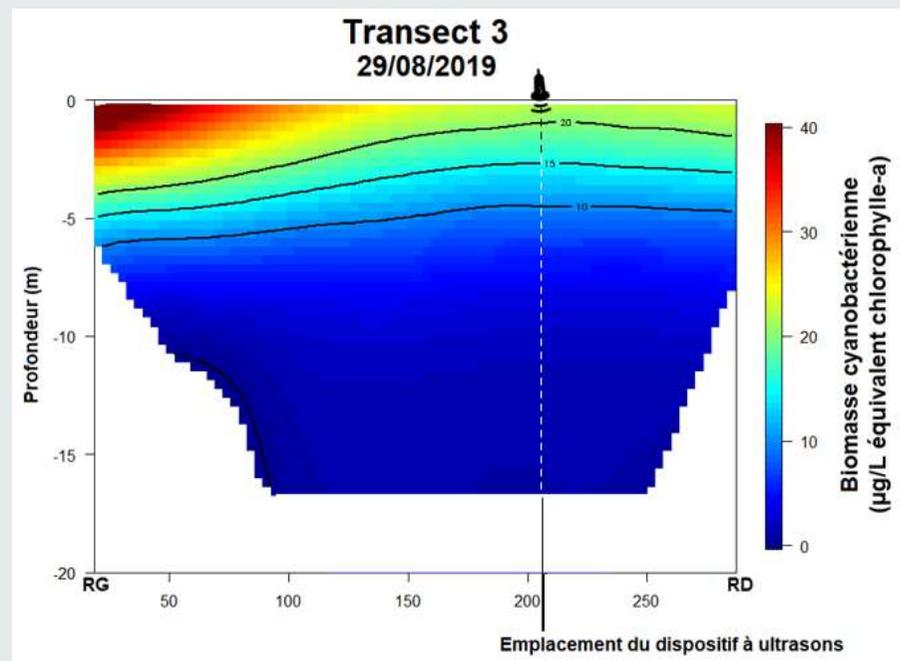
Répartition des cyanobactéries à -1 m sous la surface sur le site d'étude (Source : ATHOS Environnement)

# Impact potentiel des ultrasons sur les cyanobactéries

## ✓ Impact sur la répartition de surface



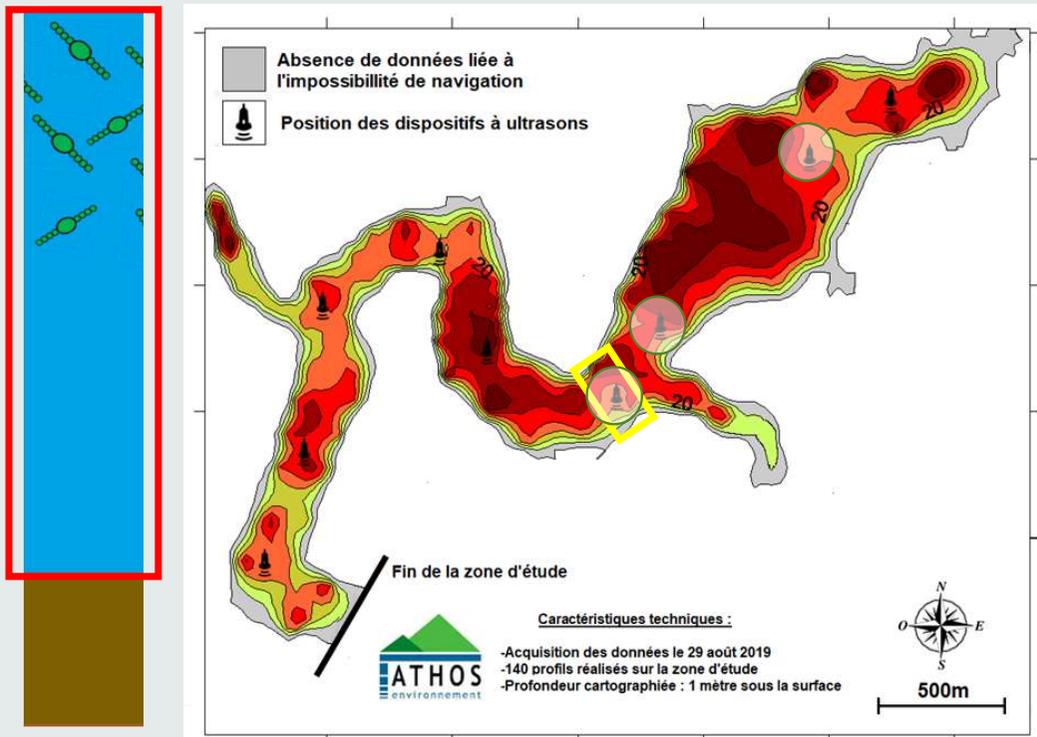
Répartition des cyanobactéries à -1 m sous la surface sur le site d'étude (Source : ATHOS Environnement)



- ➔ Pas de cyanobactéries en profondeur
- ➔ Distribution hétérogène des cyanobactéries
- ➔ Mêmes tendances pour le 31 juillet 2019

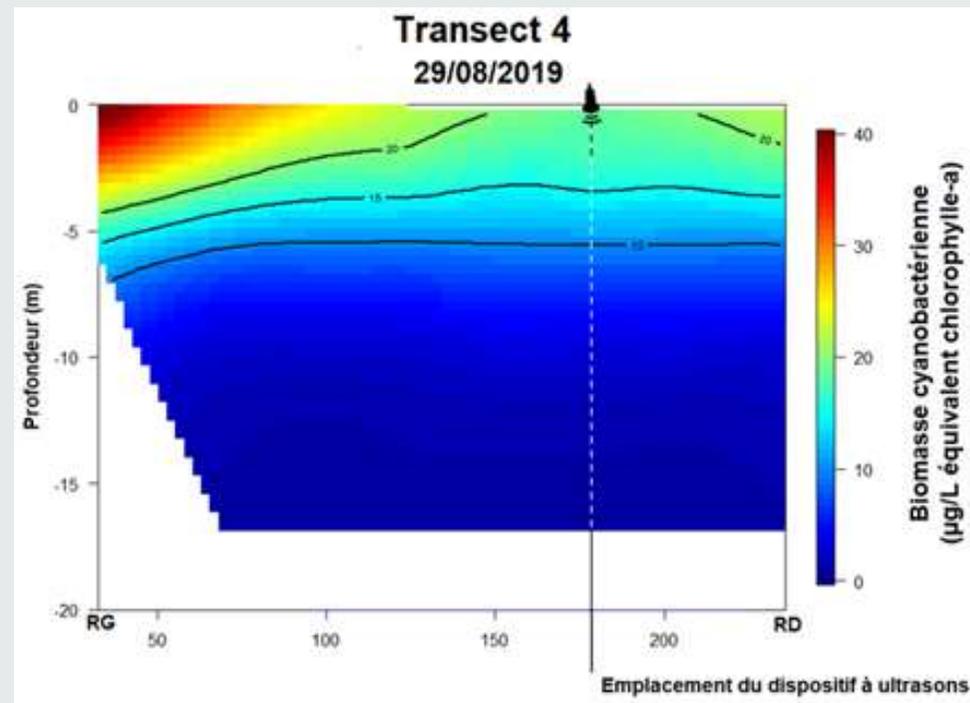
# Impact potentiel des ultrasons sur les cyanobactéries

✓ Impact sur la répartition de surface



Répartition des cyanobactéries à -1 m sous la surface sur le site d'étude (Source : ATHOS Environnement)

Impact des ultrasons sur les cyanobactéries : très limité



Pas de cyanobactéries en profondeur

Distribution hétérogène des cyanobactéries

Mêmes tendances pour le 31 juillet 2019

# Conclusion

# Synthèse

## ✓ L'impact des ultrasons sur le site d'étude

➤ Sur l'activité de baignade : n'a pas permis d'augmenter la durée d'ouverture la baignade

➤ Sur les cyanobactéries : très limité

## ✓ Le coût de ces dispositifs sur le site d'étude

➤ 155 000 euros en 2019

➤ Entretien annuel



*Dispositif à ultrasons renversé  
(Source : ATHOS Environnement)*

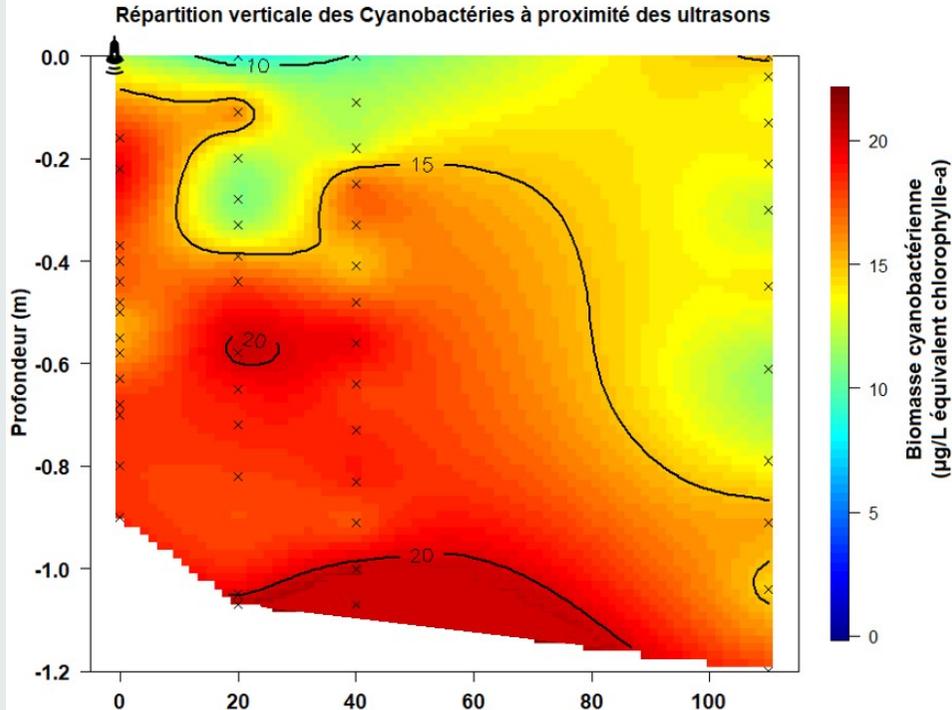


# Pour aller plus loin

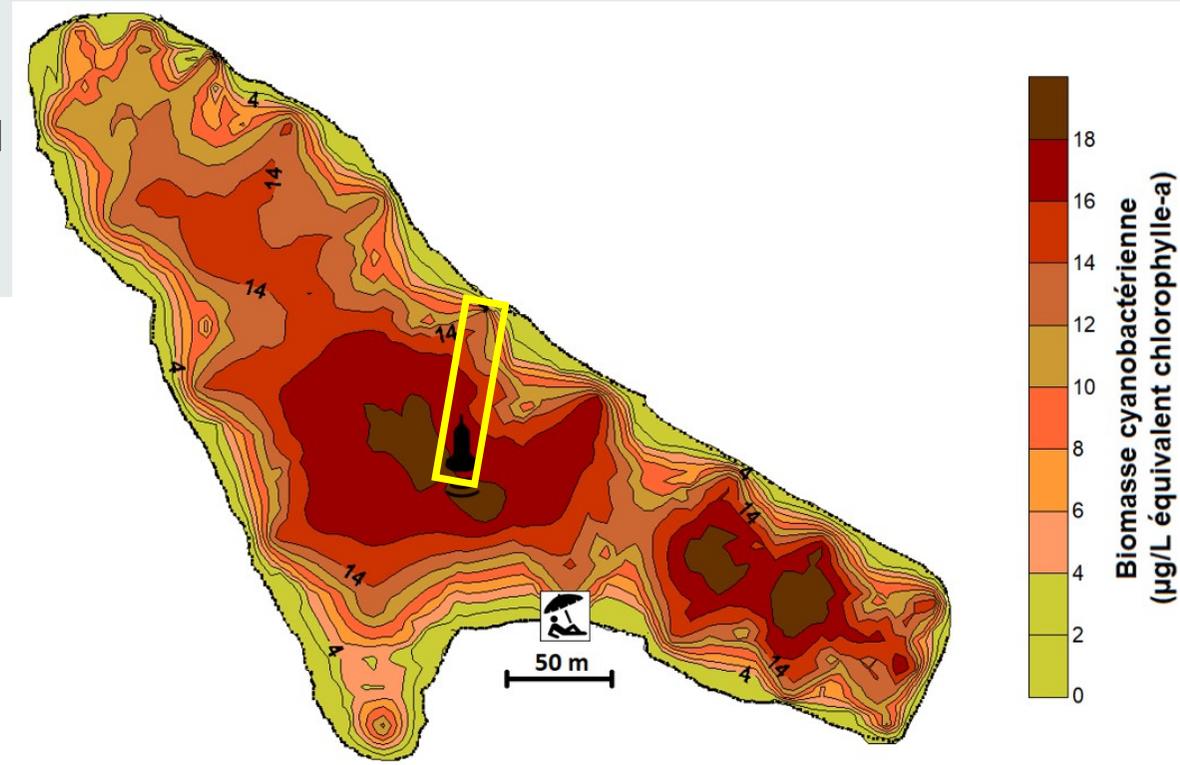
✓ Qu'en est-il sur d'autres masses d'eau

➔ Autre site d'étude (03) : 8 ha, très peu profond

➔ Sur les cyanobactéries : très limité



Répartition verticale des cyanobactéries le 16 août 2022 (Source : ATHOS Environnement)



Répartition des cyanobactéries le 16 août 2022 (Source : ATHOS Environnement)

# Conclusion

Les dispositifs à ultrasons ne semblent pas pouvoir limiter les proliférations de cyanobactéries dans les masses d'eau

Attention aux conclusions prématurées

Manque de recul

Les ultrasons ne permettent pas d'améliorer la qualité de l'eau

Les solutions viables : diminuer les charges en nutriments



Lac d'Aydat en 2014 (Source : ATHOS Environnement)

*Diminution des entrants + augmentation des capacités d'autoépuration du lac*



Lac d'Aydat en 2022 (Source : Trip Advisor)



Merci de votre attention



Contacts :

Antoine Thouvenot (PdG)

Email : [antoine.thouvenot@athos-environnement.fr](mailto:antoine.thouvenot@athos-environnement.fr)

Tél : 04.73.15.09.37

Benjamin Legrand (Ingénieur de Recherche spécialité cyanobactéries)

Email : [benjamin.legrand@athos-environnement.fr](mailto:benjamin.legrand@athos-environnement.fr)

Tél : 06.35.46.93.12