

Climat, eutrophisation et risques microbiologiques

Laurent Moulin (Eau de Paris)

Jérôme Labanowski (Université de Poitiers/CNRS)

PLAN

Contamination des ressources par les microorganismes

Pathogènes

Strictes (virus, parasites, bactéries...)

Opportunistes (légiennelles et cyanobactéries)

Indicateurs fécaux

Changement climatique

Modification des écosystèmes microbiens

Difficultés de dilution lors des périodes d'étiages

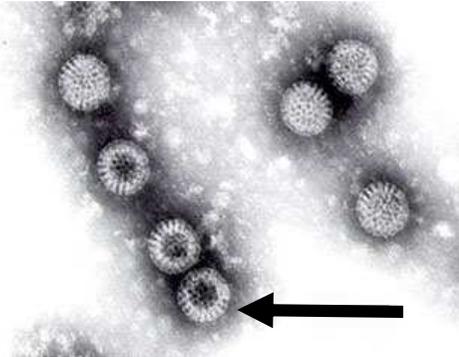
Prolifération des Légionnelles

Eutrophisation et prolifération des cyanobactéries

Conclusions

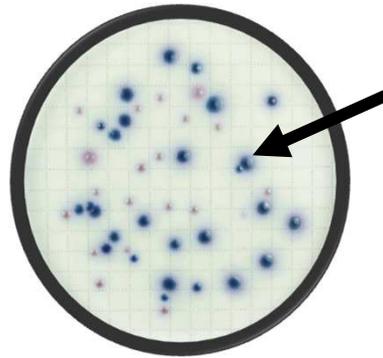
A. Contamination des ressources par les microorganismes

1 - Véritables pathogènes (virus, parasites, bactéries..)



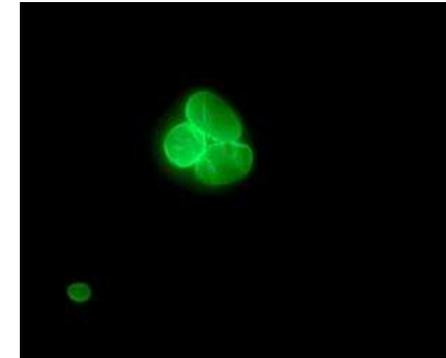
- Virus

Plus petit de tous les agents pathogènes. Il ne dispose pas d'un métabolisme propre et n'est pas en état de se reproduire de manière autonome, **il a absolument besoin de la cellule d'un organisme vivant.**



- Bactéries

Microorganismes unicellulaires capables de se reproduire par division cellulaire, une cellule mère produisant deux cellules filles. **Les bactéries colonisent tout notre corps, tous les milieux. Toutes ne sont pas strictement pathogènes**



- Parasites

Organisme vivant, généralement unicellulaire, mais dont la structure cellulaire est plus complexe que celle d'une simple bactérie. **Cycle de reproduction en plusieurs étapes dont l'une est l'infection d'un hôte.**

1 – Des opportunistes (légionnelles et cyanobactéries)

Légionelles

La légionellose

Qu'est ce que c'est ?

Infection pulmonaire sévère
provoquant le décès dans
11% des cas

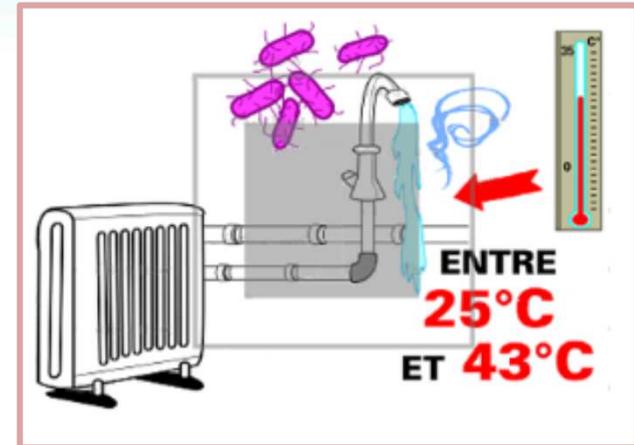
Quels symptômes ?



- Incubation : 2 à 10 jours.
- Semblables à une grippe (fièvre, toux sèche).
- Sensation de malaise.
- Douleurs abdominales (nausées, vomissements).
- Infection des poumons mortelle dans 11% des cas.



Legionella pneumophila



Eau chaude sanitaire (ECS)

Tours aéroréfrigérantes ou TAR

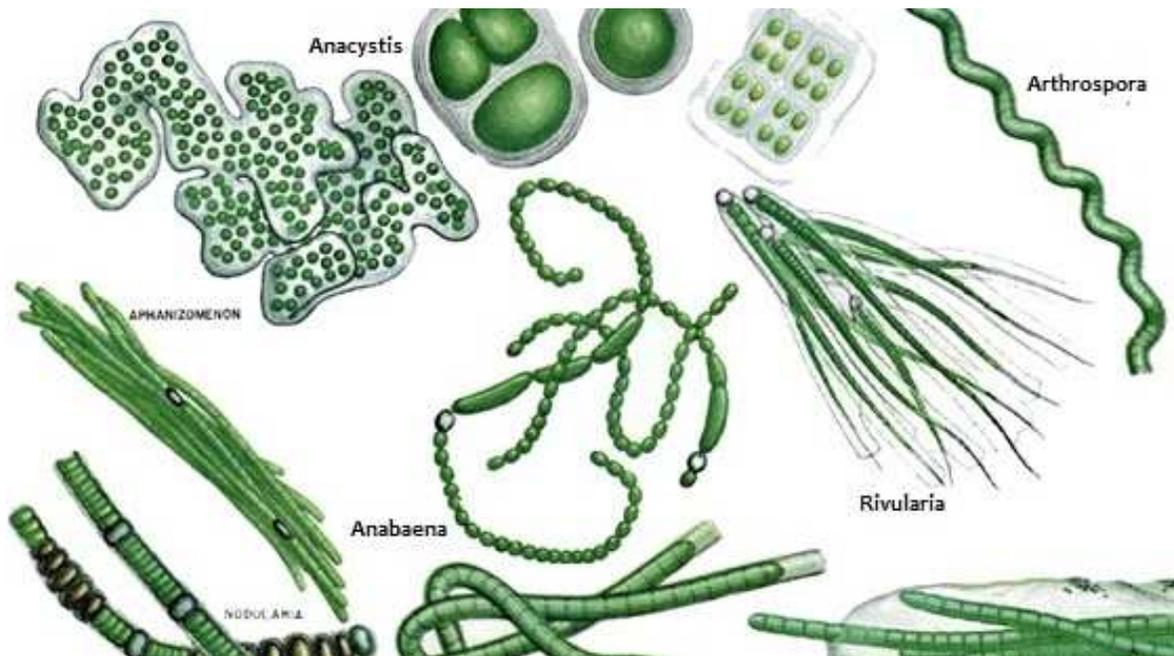


Concentration en *L. pneumophila* dans l'eau du circuit en permanence inférieure à 1 000 UFC/L selon NF T90-431

2 - Des opportunistes (légionnelles et cyanobactéries)

Cyanobactéries

Les « algues bleues » sont des organismes procaryotes autotrophes de structure primitive (pas d'organites cellulaires comme des mitochondries, pas de vrai noyau).



La chlorophylle et les pigments (caroténoïdes, phycobilline~phycocyanine) modifient la couleur qui est très variable, bleu-vert, parfois vert-noirâtre ou brunâtre, rouge, bleu ou même violet.

A partir d'un seuil de 20 000 cellules de cyanobactéries par millilitre, la surveillance de l'eau est renforcée et une information de vigilance est affichée sur les sites de baignade ; à compter de 100 000 cellules de cyanobactéries par millilitre d'eau, la baignade est interdite par mesure de sécurité. **Circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270**

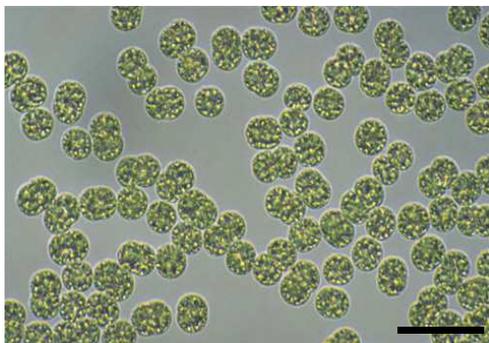
2 - Des opportunistes (légionnelles et cyanobactéries)

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Cyanobactéries



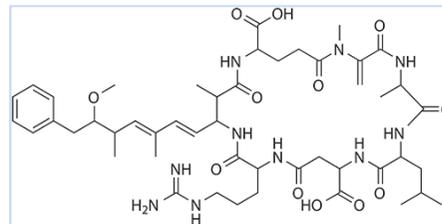
Microcystis aeruginosa



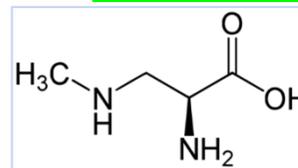
10µm



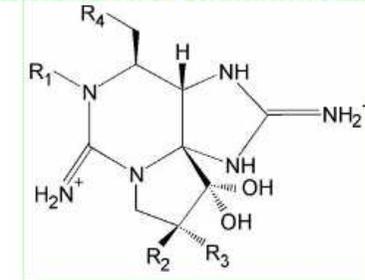
Microcystin-LR



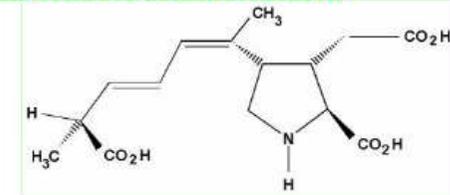
la cyanotoxine L- BMAA



La PSP (Paralysing shellfish poisoning, SAXITOXINE)



L'ASP (Amnesic shellfish poisoning, acide domoïc)



3. Les indicateurs fécaux

Des indicateurs de qualité microbiologique ont été définis pour évaluer la qualité des eaux : **les bactéries de la microflore normale du tube digestif** comme *Escherichia coli*, *Enterococcus sp* sont utilisés comme des indicateurs



Contrôle sanitaire eau potable

[NF EN ISO 9308-1 \(septembre 2000\)](#) relatif à la recherche et au dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes.

[NF EN ISO 7899-2 \(août 2000\)](#) relatif à la recherche et au dénombrement des entérocoques intestinaux.



Indicateurs bactériologiques de Contamination Fécale (ICF)

[Décret 2008-990 du 18 septembre 2008](#) modifié, relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade et des piscines.

La présence ou l'absence de ces indicateurs n'est pas un critère adéquat pour l'appréciation du risque sanitaire. Ces bactéries n'ont pas toujours une distribution similaire à celle des agents pathogènes (notamment viraux et parasitaires).



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

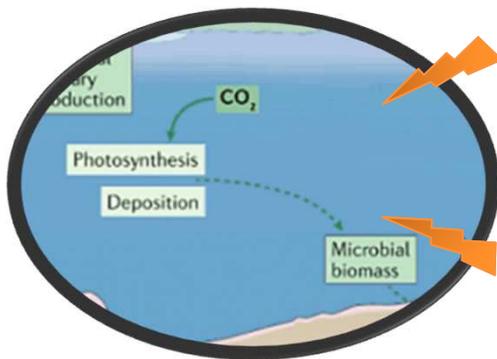
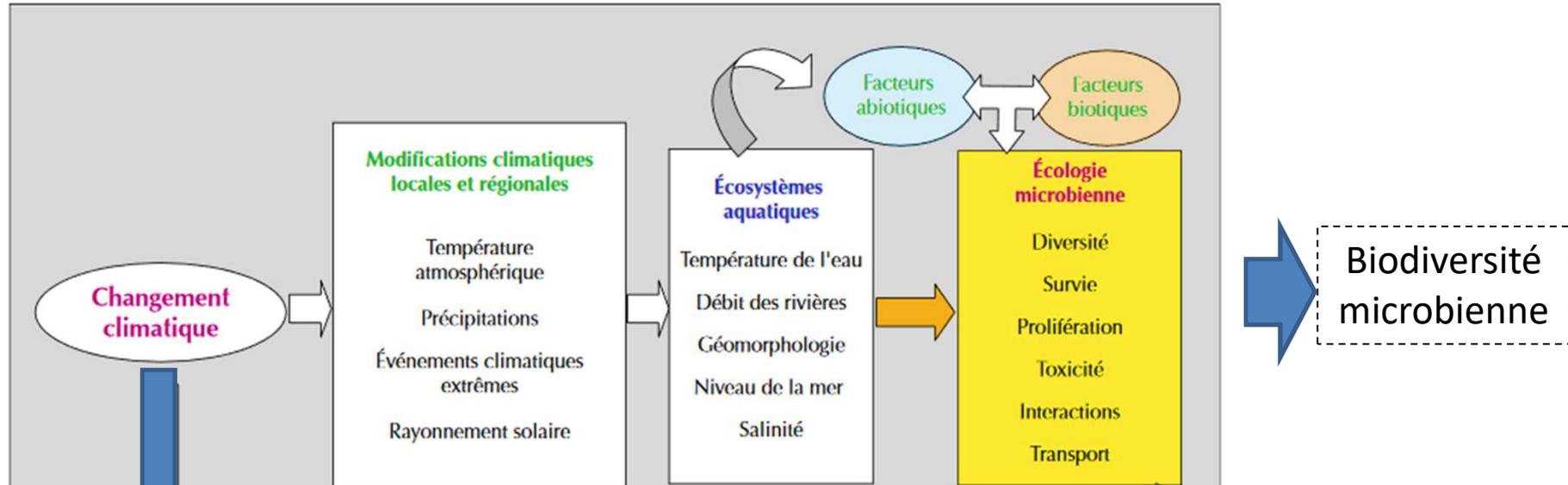
CONSEIL SCIENTIFIQUE



B. Changement climatique

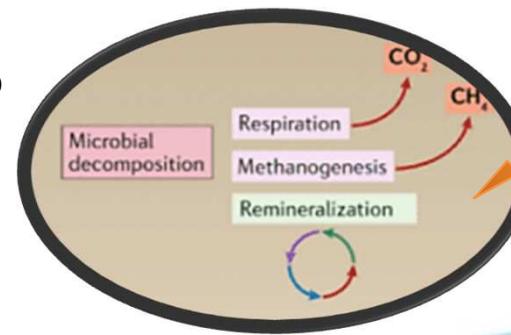
4 – Modification des écosystèmes microbiens

CONSEIL SCIENTIFIQUE



Le phytoplancton a besoin de lumière et de CO₂ mais à trop forte concentration, le CO₂ est toxique

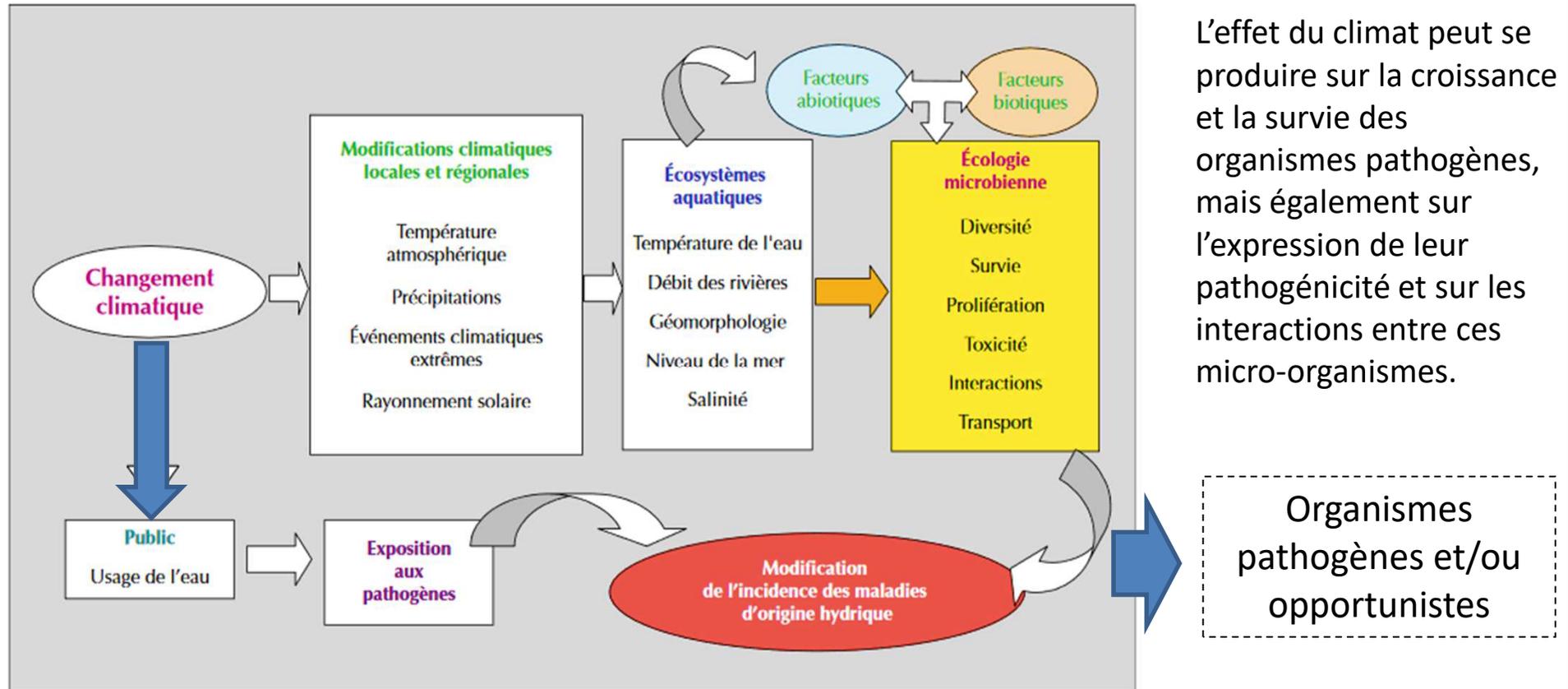
L'augmentation du niveau de la mer rend l'eau de plus en plus trouble et limite la photosynthèse



L'augmentation de la température peut être néfaste à certaines souches

4 – Modification des écosystèmes microbiens

CONSEIL SCIENTIFIQUE



L'effet du climat peut se produire sur la croissance et la survie des organismes pathogènes, mais également sur l'expression de leur pathogénicité et sur les interactions entre ces micro-organismes.

Figure 1. Influence du changement climatique sur les maladies liées à l'eau via ses impacts sur les milieux aquatiques et l'écologie des micro-organismes et via ses impacts sur les expositions.

Ex : Epidémie de *Bacillus anthracis* en Sibérie – en lien avec le dégel/fonte : +2500 Rennes touchés puis l'homme

5 - Dilution plus difficile lors des périodes d'étiages

- Exemple de la Seine

Station d'épuration Seine Aval (Achères) : 5 000 000 eq/hab



Le débit moyen tout temps (temps sec et temps de pluie confondus) de l'usine Seine aval est actuellement de **1 700 000 m³/j** (soit près de 20 m³/s) et ses rejets, par temps sec et en étiage, peuvent représenter près de **25 %** du débit de la Seine

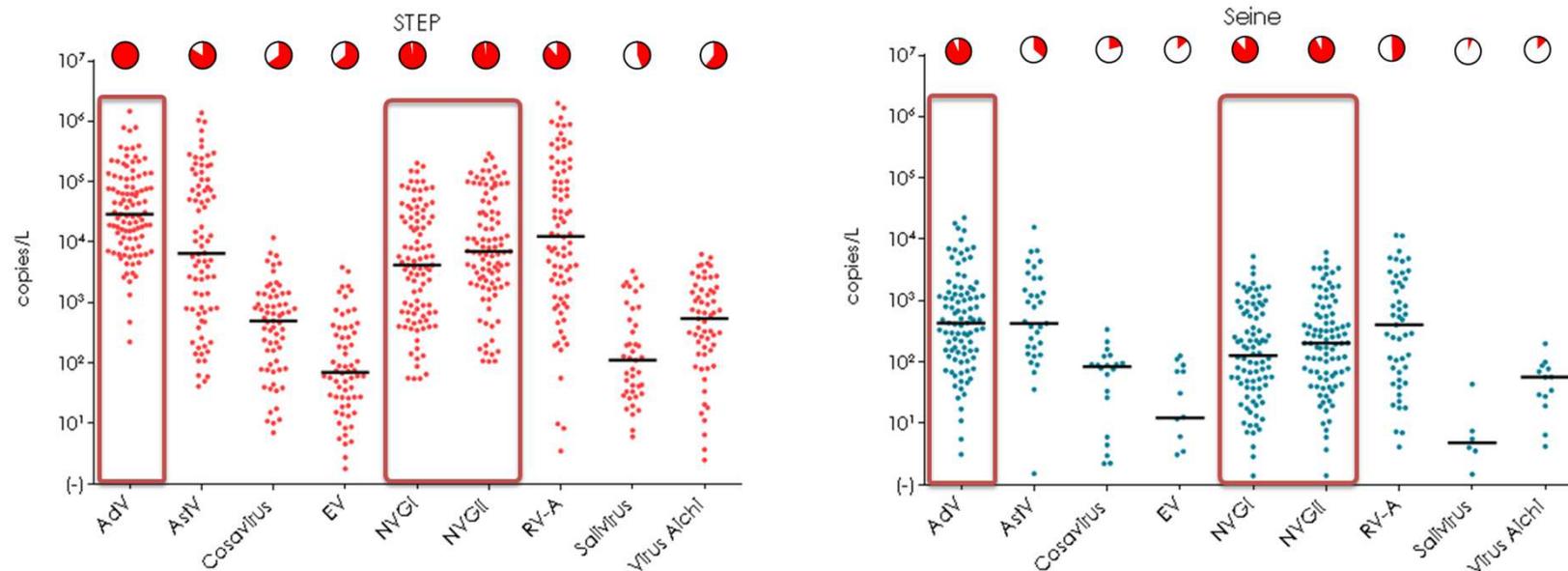
(débit d'étiage de 83 m³/s à Austerlitz et 167 m³/s à Poissy en aval du rejet de l'usine et de la confluence avec l'Oise).

Mission régionale d'autorité environnementale d'Île-de-France (2019)

5 - Dilution plus difficile lors des périodes d'étiages

CONSEIL SCIENTIFIQUE

- Les Virus entériques humains et de leur dilution

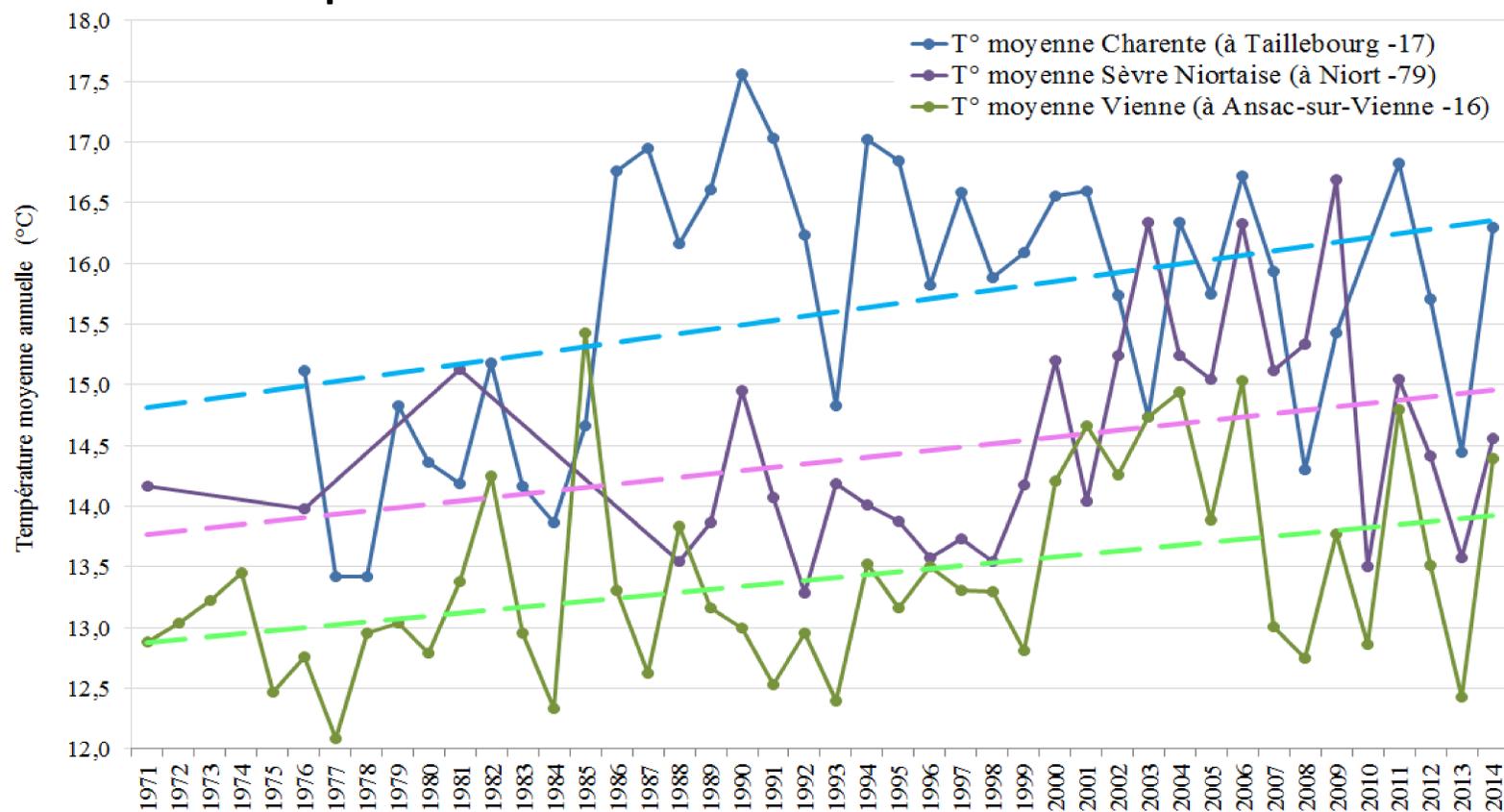


Un débit plus faible entraîne des concentrations plus élevées en pathogènes et donc des traitements plus complexes, ou des zones d'activités nautiques plus impactées

6 - Effet sur la prolifération des Légionnelles dans les biofilms d'eau potable et TAR

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Effet du CC sur la température des rivières

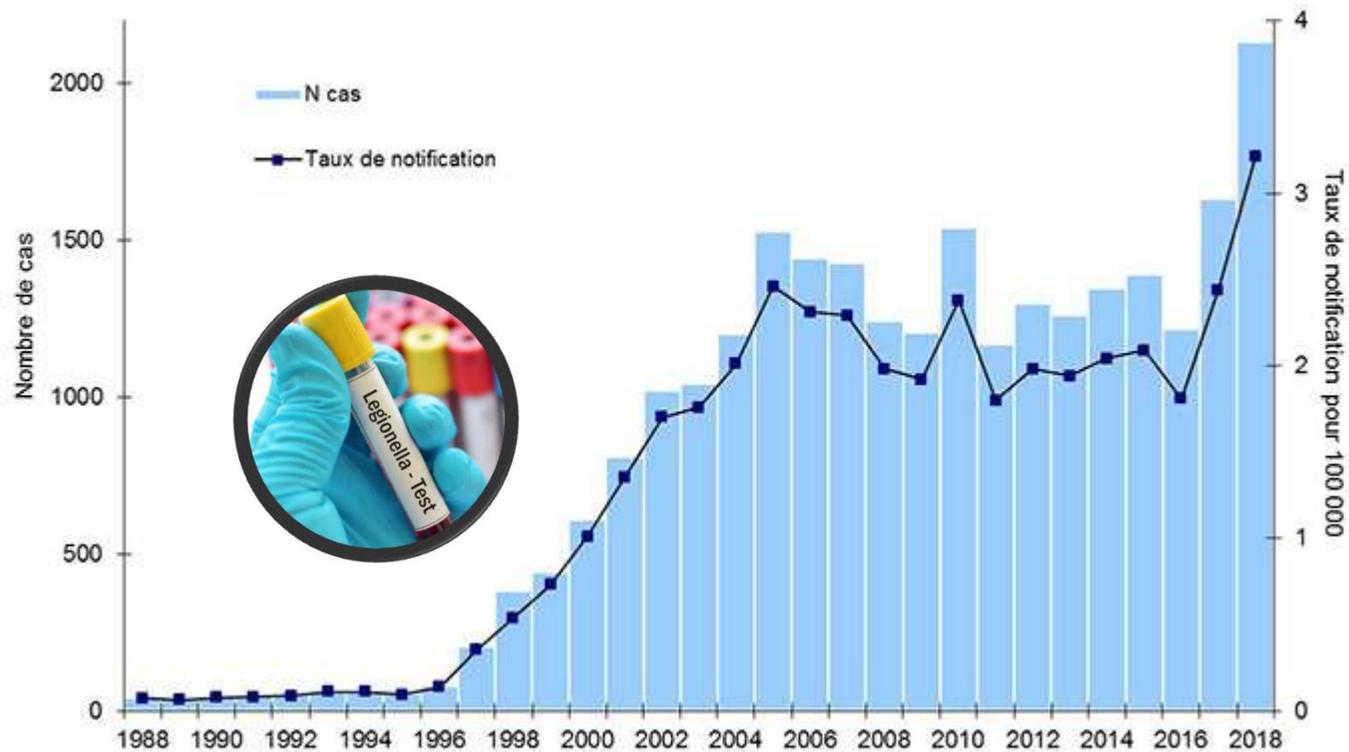


Sources : Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne - Traitement et conception graphique : ORE

AUGMENTATION DE LA TEMPERATURE de + 1 à 2 °C en 40 ans

6 - Effet sur la prolifération des Légionnelles dans les biofilms d'eau potable et TAR

Bilan des cas de légionellose survenus en France



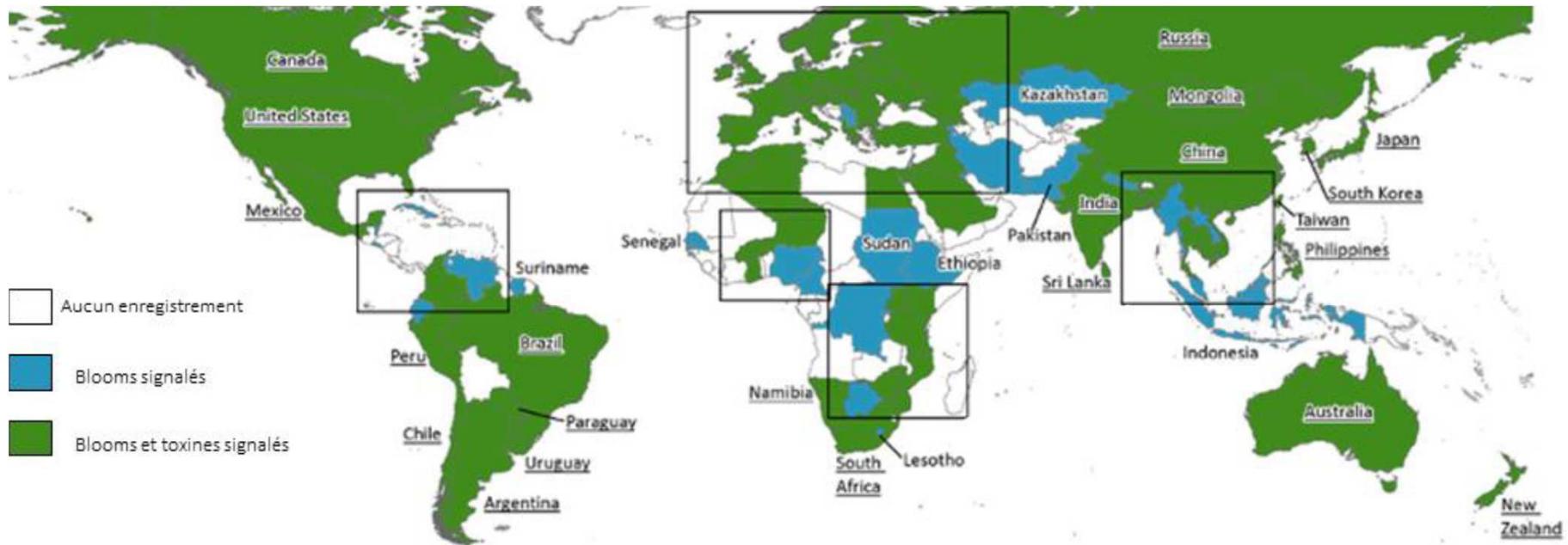
Santé Publique France

L'été 2018 a enregistré en France des records de chaleur, avec plus de 40 jours affichant des **températures supérieures à 25 degrés** (notamment en mai et juin), mais aussi un record du nombre de cas de légionellose.

7 - Effets sur la prolifération des cyanobactéries

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Les *Microcystines*, par exemple, connaissent une forte expansion géographique : leurs blooms ont été observés dans 108 pays répartis sur tous les continents exceptés l'Antarctique où aucun enregistrement n'a été réalisé



Occurrence globale des blooms de Microcystis déterminée à partir de recherches sur 257 pays et territoires (Harke et al., 2016)

Ces différents changements tendent à favoriser la fréquence, l'intensité et la durée des blooms de cyanobactéries et la production de toxines (Visser *et al.*, 2016).

8 - Conclusions

Climat et risques microbiologiques

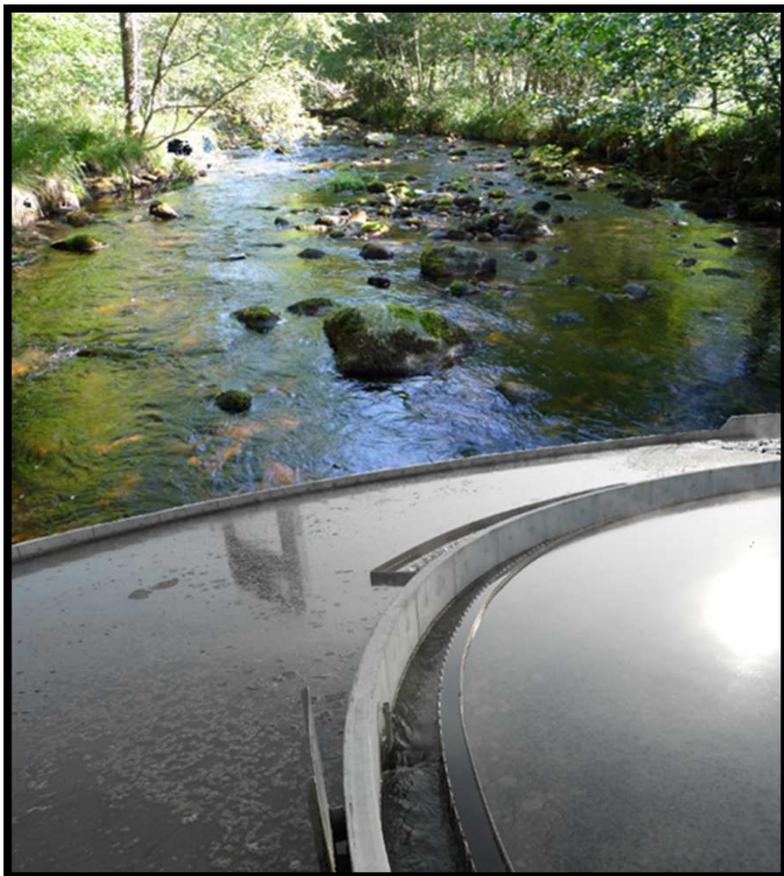


L'évolution des facteurs climatiques (notamment précipitations et température)



- *La qualité des ressources en eau et donc le développement des microorganismes*
- *Le développement de certains microorganismes pathogènes, rendant ainsi plus complexe certains usages de l'eau*
- *L'eutrophisation et in extenso ses conséquences (potabilisation, activité de loisirs sur les plan d'eau...) avec de fortes interrogations l'augmentation des efflorescences de cyanobactéries mais pas que.*
- *La capacité d'atténuation naturelle (ie. dilution)*





merci

- Laurent Moulin
laurent.moulin@eaudeparis.fr
- Jérôme Labanowski
jerome.labanowski@univ-poitiers.fr