Influence of heat waves on water quality of the Meuse river

10th International Meuse Symposium, Luik, September 10, 2024

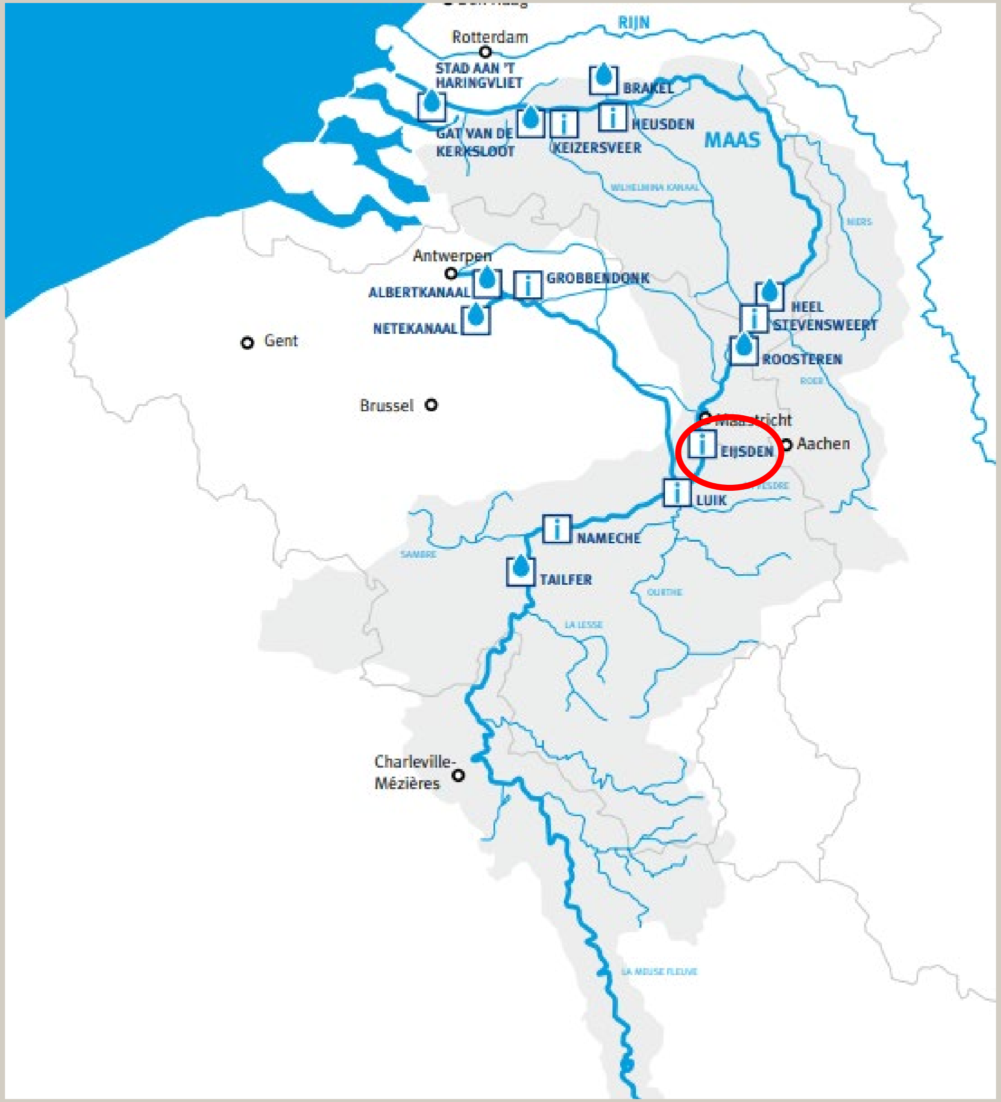
Gertjan Zwolsman, PhD

INTERNATIONAL
MEUSE
SYMPOSIUM

dunea
DUIN & WATER

Contents

- Increasing concern about droughts in the Meuse
- Lessons from previous droughts (2003, 2018)
- The heat wave of July 2006
- Impact of the July 2006 heat wave on water quality of the Meuse (station Eijsden)
- Consequences for discharges of cooling water
- Conclusions



Lessons from the summer drought of 2003

Journal of Hydrology (2008) **353**, 1–17

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river

M.T.H. van Vliet [a,*], J.J.G. Zwolsman [b]

[a] *Department of Physical Geography, Utrecht University, P.O. Box 80115, 3508 TC Utrecht, The Netherlands*
[b] *Kiwa Water Research, P.O. Box 1072, 3430 BB Nieuwegein, The Netherlands*

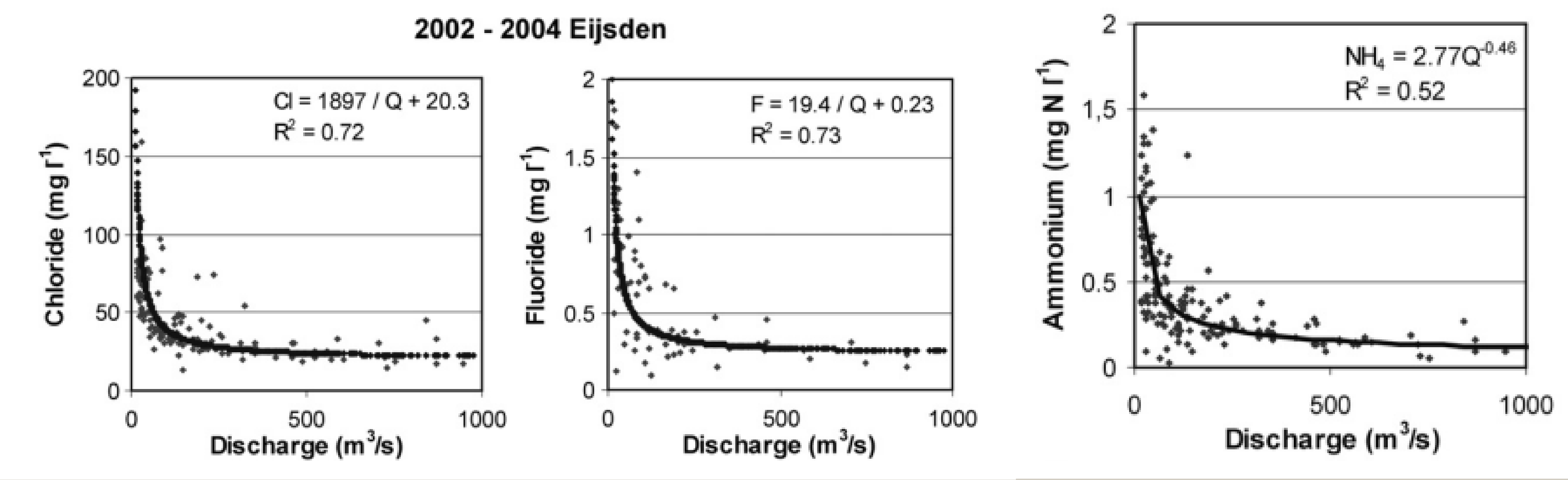
Received 12 August 2007; received in revised form 30 December 2007; accepted 2 January 2008

Droughts affect river water quality in two ways:

1. Less dilution of pollution load
2. Increase in water temperature leads to algae blooms with serious consequences on river water quality

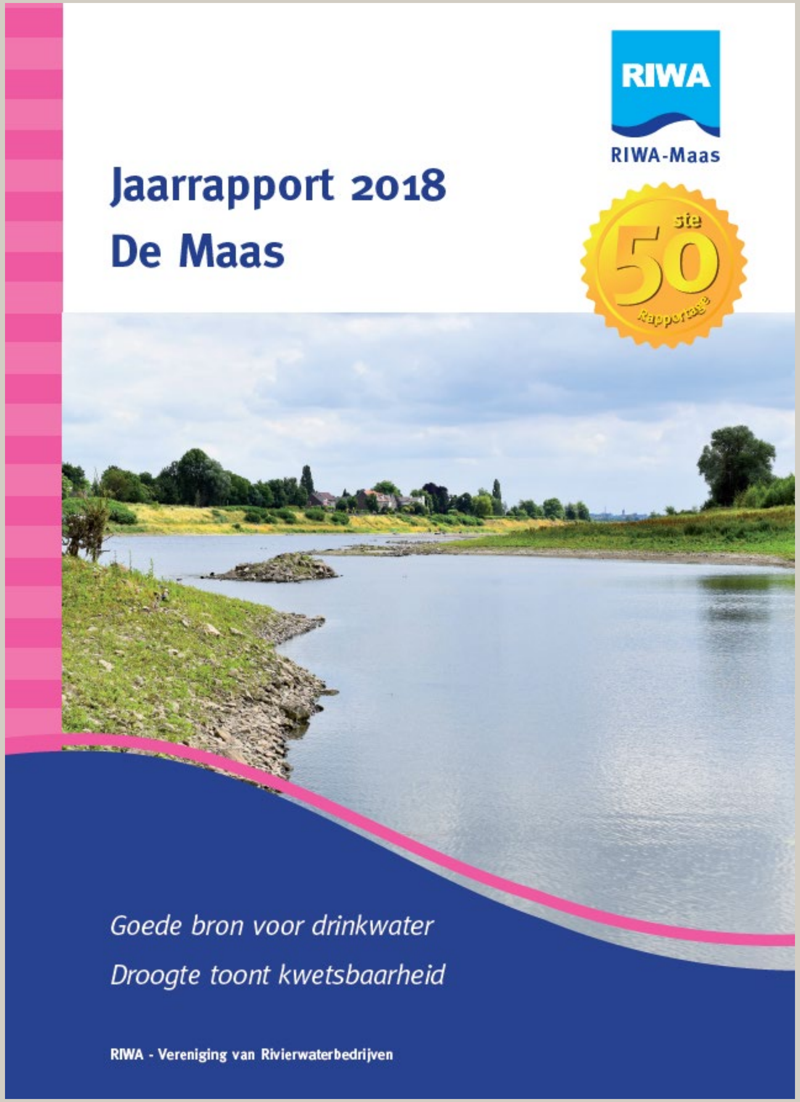
Bloom of blue-green algae, Eijsden

Low river flow – less dilution of pollution (1)



Van Vliet & Zwolsman (2008); Journal of Hydrology 353: 1-17

Lessons from the summer drought of 2018



Annual report RIWA-Meuse (2018)
“2018 shows how vulnerable we are”

Front page article Trouw, September 11, 2019
“Will there be enough water in the future?”

https://www.riwa-maas.org/publicatie/de-kwaliteit-van-het-maaswater-in-2018/

https://www.riwa-maas.org/fr/publicatie/la-qualite-des-eaux-de-la-meuse-en-2018/

DRINKWATER ‘Er moeten internationale afspraken komen over de kwaliteit en verdeling van Maaswater.’

Is er straks nog genoeg water?

Johan van Heerde
REDACTIE BINNENLAND

In de duinen tussen Monster en Katwijk maakt Dunea van rivierwater drinkwater voor 1,5 miljoen klanten. Dat is een hele klus: het water wordt ingenomen uit de Maas bij Brakel, onderweg gezeefd en gefilterd en daarna in de duinen gepompt. Daar zakt het water langzaam door de duinbodem om na een gemiddeld verblijf van twee maanden weer te worden opgepompt. Bovengronds wordt het water gezuiverd en is het klaar voor de waterleiding.

“Rivierwater is een stuk bewerkelijker dan grondwater, maar in het westen is grondwater zout en daarom onbruikbaar.” Aan het woord is Dunea-directeur Wim Drossaert.

Vandaag verschijnt het jaarrapport van RIWA-Maas, de vereniging van rivierwaterbedrijven, waarvan Drossaert voorzitter is. Door extreme droogte was 2018 een ingewikkeld jaar. Met temperaturen van boven de 25 graden was het Maaswater soms zo warm dat het filteren ervan problemen veroorzaakte.

Samen met Maarten van der Ploeg, directeur van RIWA-Maas, trekt Drossaert aan de bel. Hij maakt zich zorgen over waterbeschikbaarheid in de toekomst. “Wat het voor ons moeilijk maakt, is dat we hele- ben geen invloed op wat er in andere landen, deelstaten en provincies stroomopwaarts gebeurt. Als ik in Frankrijk of Wallonië vertel: wat jullie in de rivier lozen is niet handig voor ons, is het maar de vraag of ze daar iets mee doen. Sterker: soms moeten we mensen uitleggen dat Nederlanders en Belgen het Maaswater drinken.”

Van der Ploeg haakt in: “We moeten ook naar onszelf kijken. Het is geen geheim dat de Maas vanaf onze grens viezer wordt. Het is te gek voor woorden dat wij vieze stoffen zelf moeten opsporen. Daarom pleiten we er al langer voor dat industriële lozingen transparant worden gemaakt via een verplicht register. In dat opzicht kunnen we leren van de Walen; een portaal laat zien waar bedrijven zitten en welke lozingsvergunningen ze hebben.” Drossaert: “Het is gevoelsmatig misschien andersom, maar Wallonië loopt daarin voorop.”

Weten wat er in de rivier belandt, is vooral in droge tijden belangrijk omdat de concentratie van de verontreiniging stijgt als er minder water door de rivier stroomt. Is de vervuiling zo ernstig dan moet een waterbedrijf zijn inname stoppen.

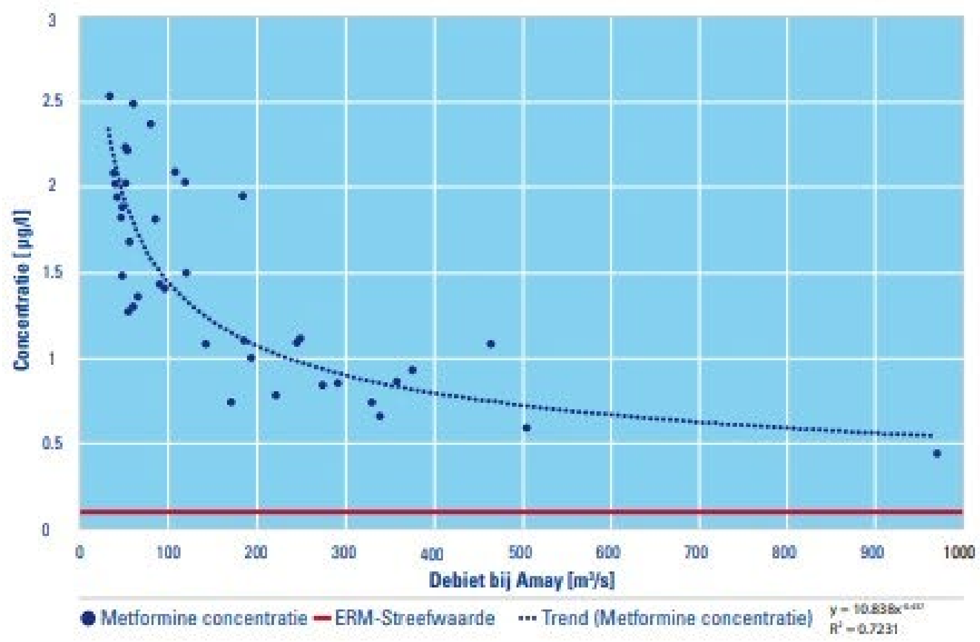
Vorig jaar was er 121 dagen officieel een watertekort in de Maas. Er stroomt dan minder dan 60 kubieke meter water per seconde door de ri-

wordt versterkt doordat ieder gebied op lokaal niveau de droogte bestrijdt. “Droogte is niet lokaal. Als het hier droog is, is het dat ook in België, Duitsland en Frankrijk. Dat maakt het eng. Als Frankrijk vooral voor zichzelf zorgt, kan er hier een probleem ontstaan”, zegt Drossaert.

Van der Ploeg: “Daarom is het zo belangrijk dat er internationale afspraken worden gemaakt over de kwaliteit en verdeling van water uit de Maas. Binnen de Europese Unie is een hoop geregeld, maar rond de Maas te weinig. Wij zouden meer regie willen zien. Dat is in het belang van de 7 miljoen mensen die Maaswater drinken.” Drossaert: “In andere delen van de wereld voeren ze oorlog over waterverdeling. We moeten met elkaar in gesprek als we willen dat de Maas een

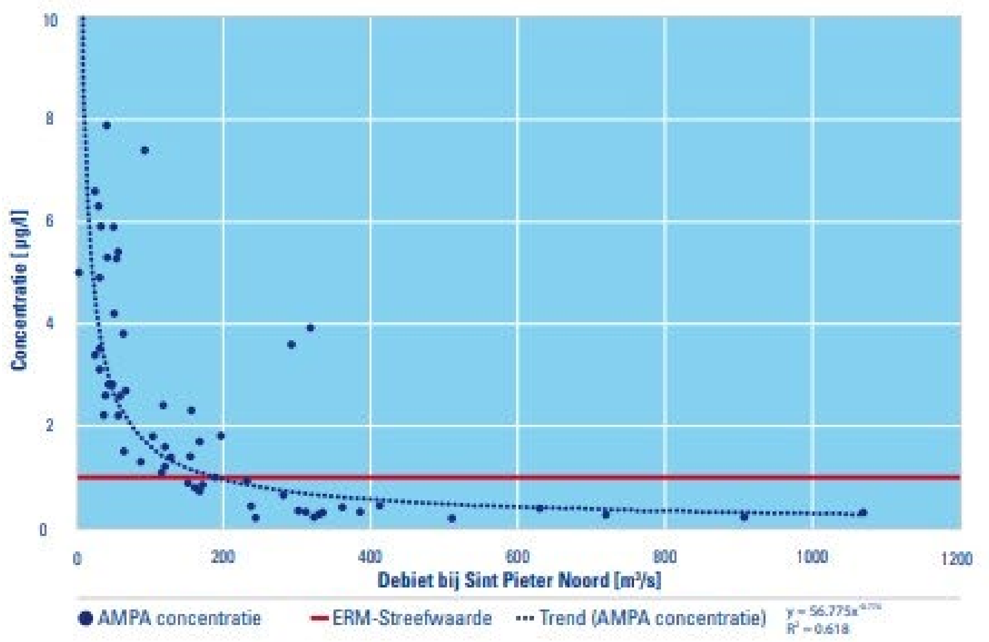
Low river flow – less dilution of pollution (2)

Metformin (Liege) versus Q (2017-2019)



Figuur 2: Concentratie metformine in de Maas bij Luik en de afvoer van de Maas bij Amay 2017-2019

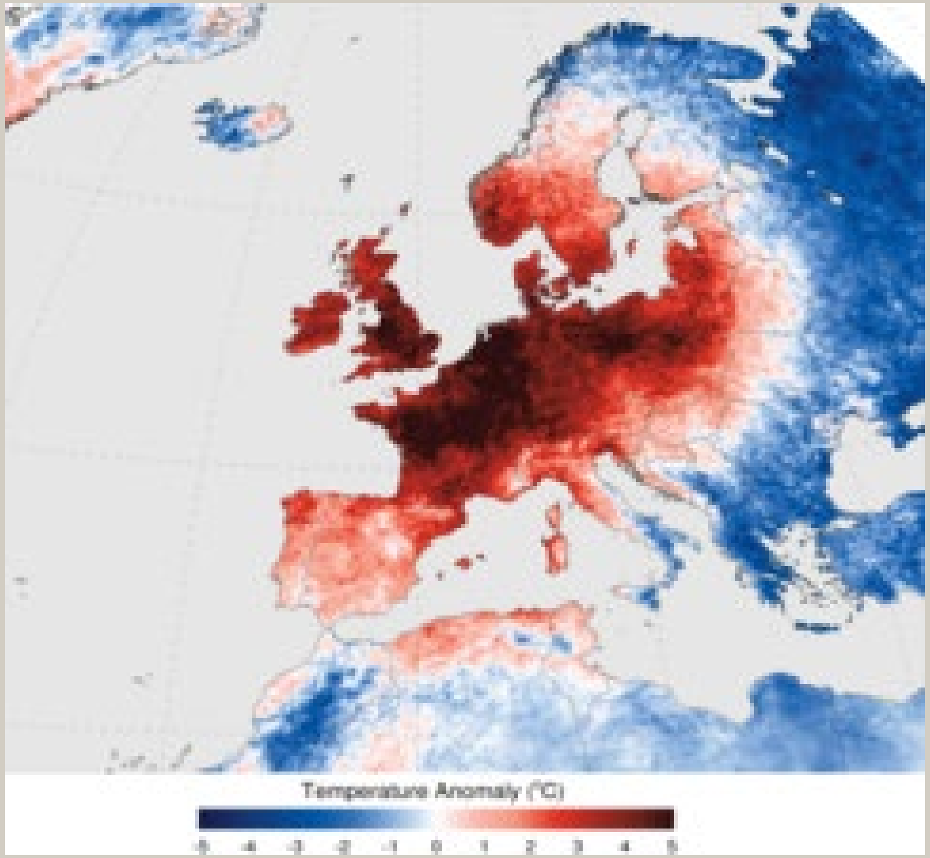
AMPA (Heel) versus Q (2017-2019)



Figuur 3: Concentratie AMPA in de Maas bij Heel en de afvoer van de Maas bij Sint Pieter Noord 2017-2019

RIWA Maas, Annual report 2019

The heat wave of July 2006



Temperature anomaly within Europe in July 2006 (compared to average July temperature in 2000-2012 (Wikipedia)

According to the KNMI (Royal Dutch Met. Office), July 2006 was the hottest month ever recorded in The Netherlands.

Maximum air temperatures exceeded 30 °C for two weeks.

Highest air temperatures were measured on July 19th. Maximum air temperature was 37,1 °C.

Rainfall was virtually absent in July 2006.

What was the impact of the July 2006 heat wave on water quality of the Meuse?

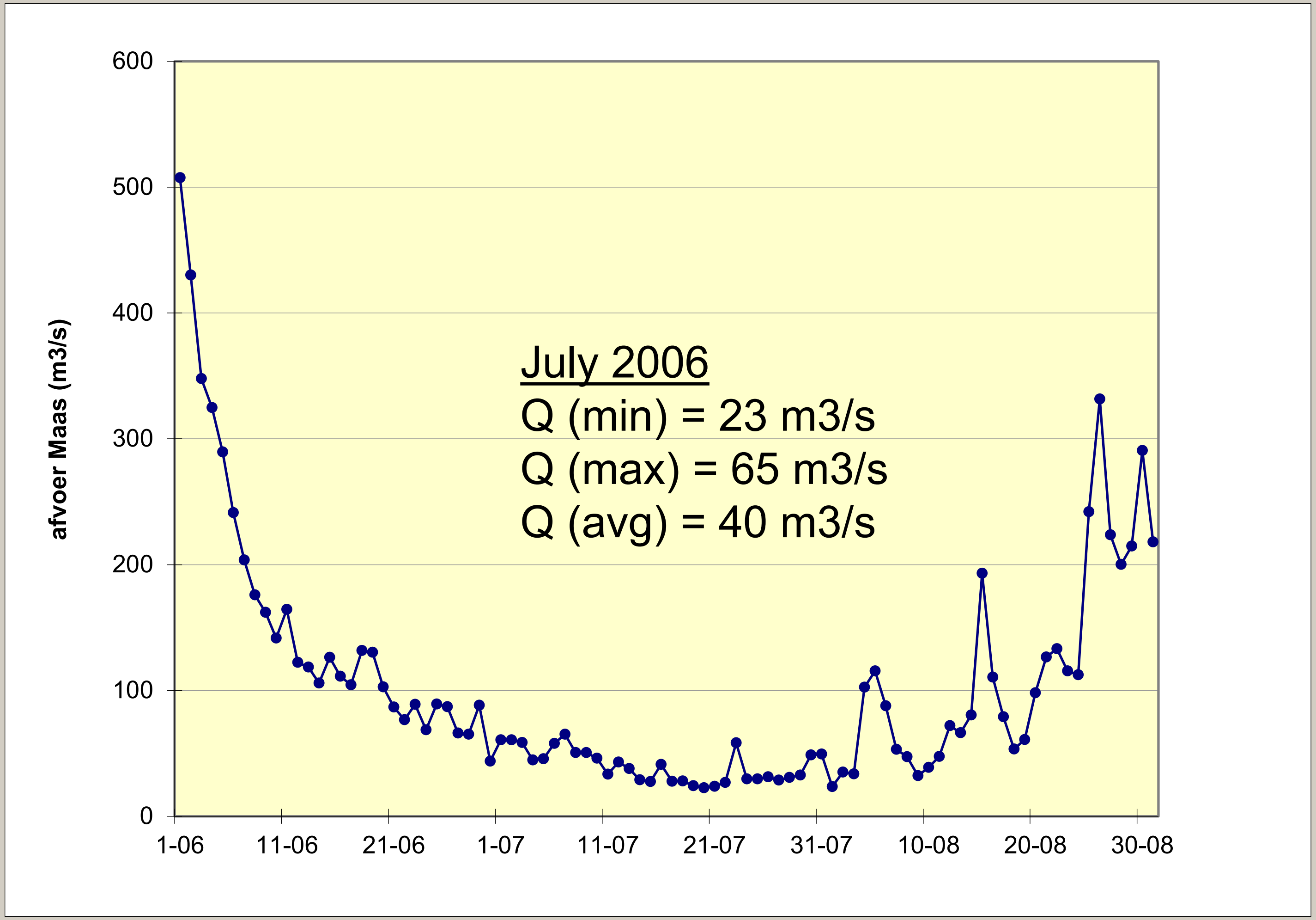
Monitoring station Eijsden (border BE-NL)

Continuous water quality monitoring (RWS)

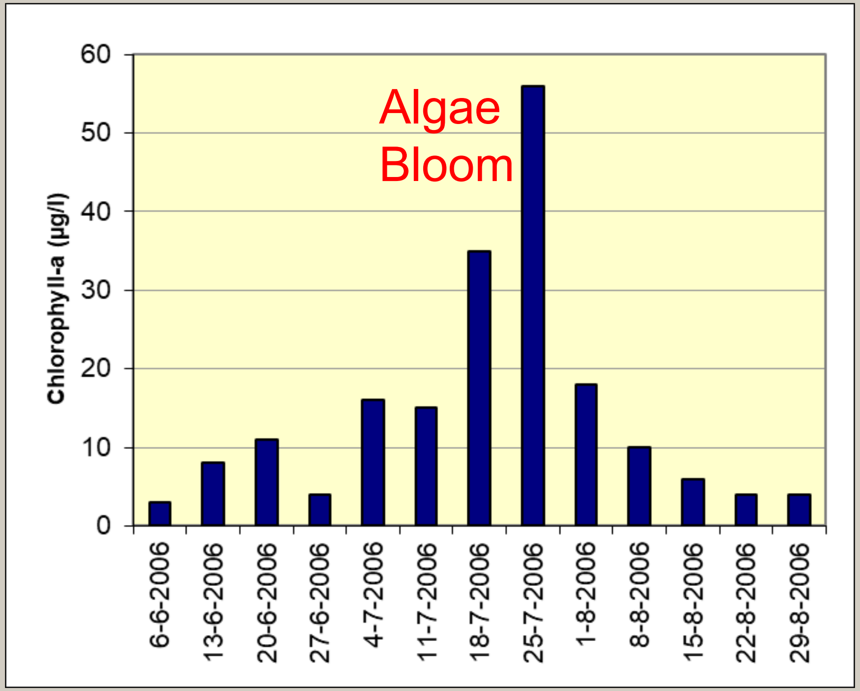
One record per hour (24/7)

Parameters:
- River discharge
- Water temperature
- Dissolved oxygen
- pH
- Chloride
- Ammonium

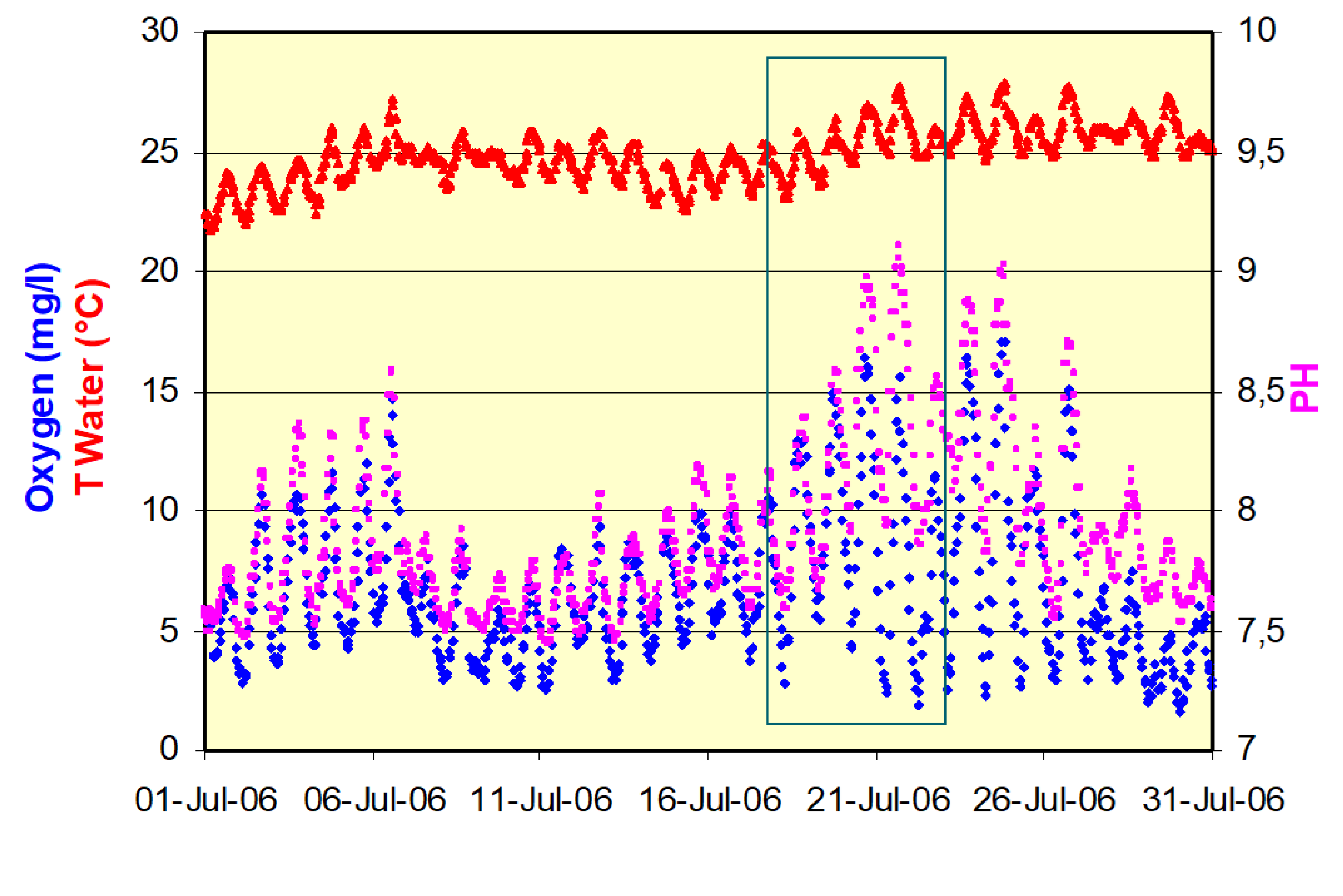
Discharge of the Meuse River (Eijsden), June-August 2006



Phytoplankton in the Meuse River (Eijsden), June-August 2006



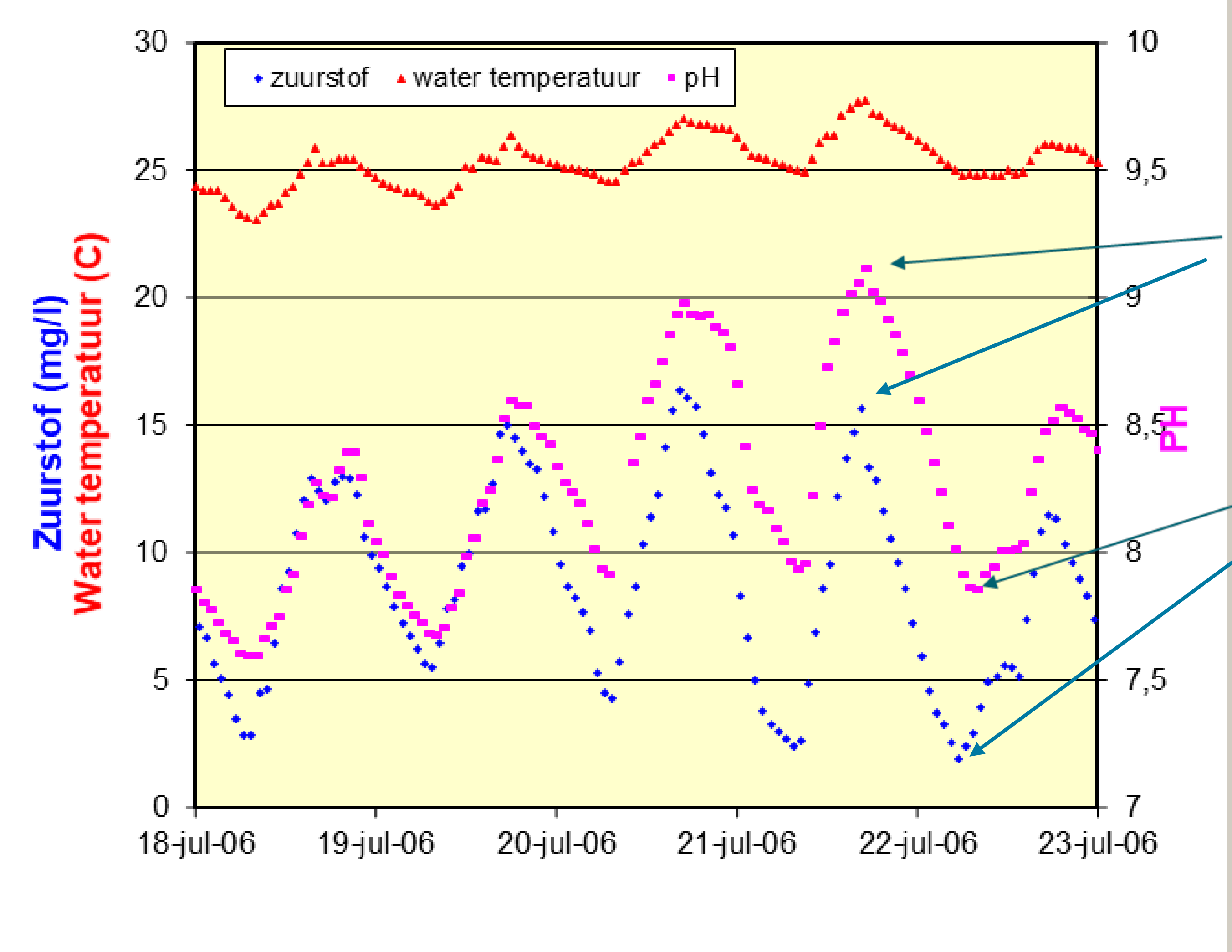
Basic water quality of the Meuse River (Eijsden) in July 2006 – Huge fluctuations!



Observations

- T-water > 25 C (max 28 C)
- Strong day-night variation in water temperature, DO and pH
- Supersaturation of DO in week 1 and 3 (max. 200%)
- pH >> carbonate equilibrium of 7.8 in week 1 and 3 (max. 9.1)
- Reason: → Algae blooms

Day-night fluctuations in water quality of the Meuse due to algae dynamics



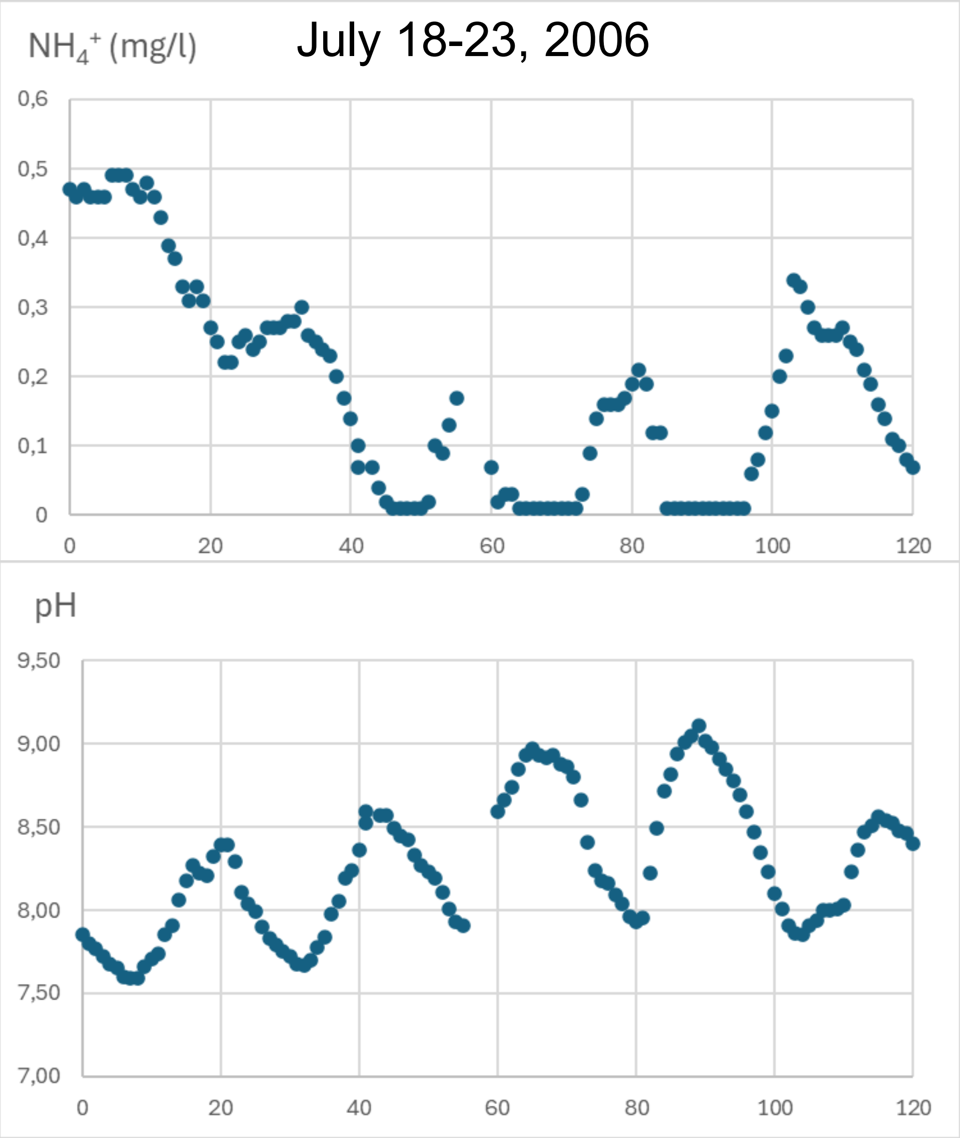
Dissolved oxygen may vary from 2 mg/l overnight to 16 mg/l during the day.

pH may vary from 7.8 in the night to 9.1 during the day.

→ Large stress on the ecosystem!

Zwolsman, J.J.G. & M.T.H. van Vliet (2007). Effect van een hittegolf op de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas. H2O 40 (22): 41-44.

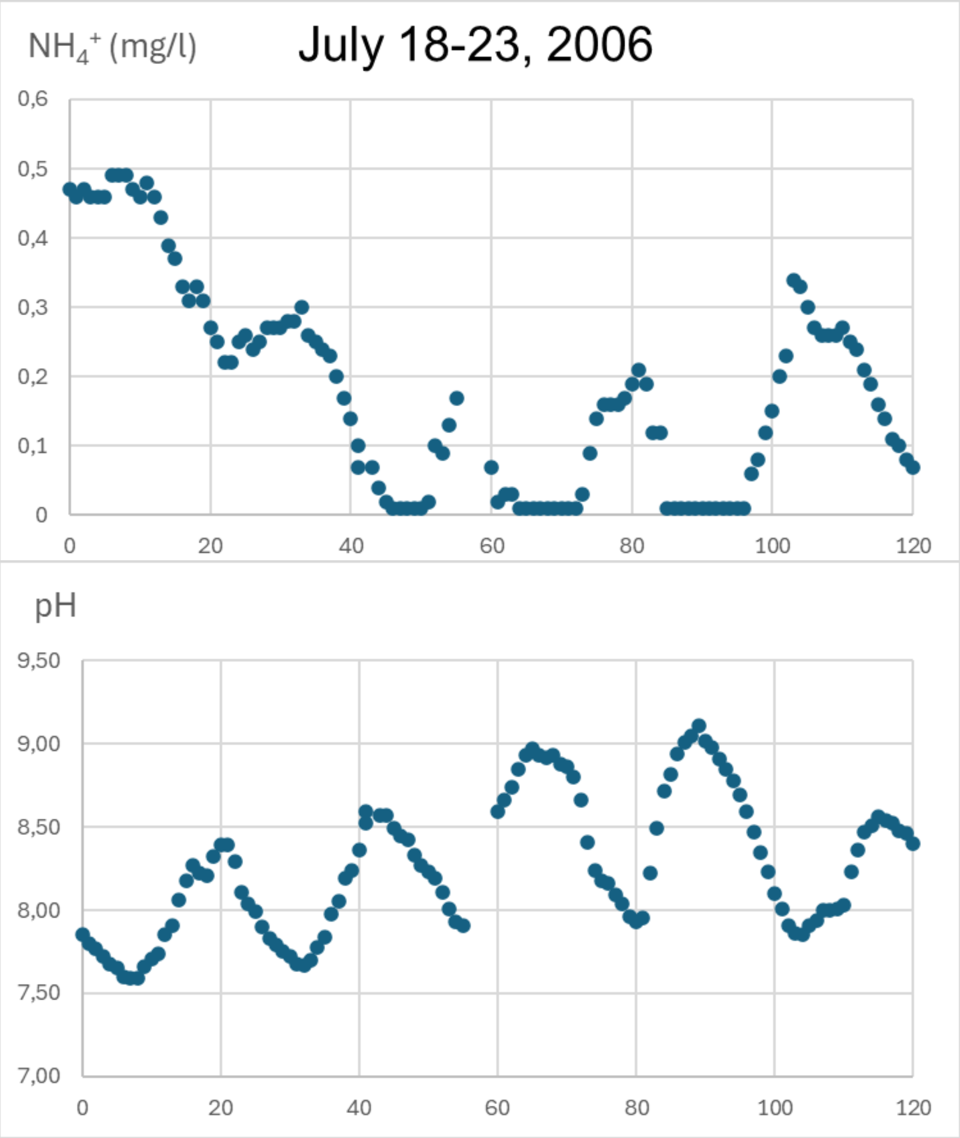
What about ammonia toxicity in July 2006?

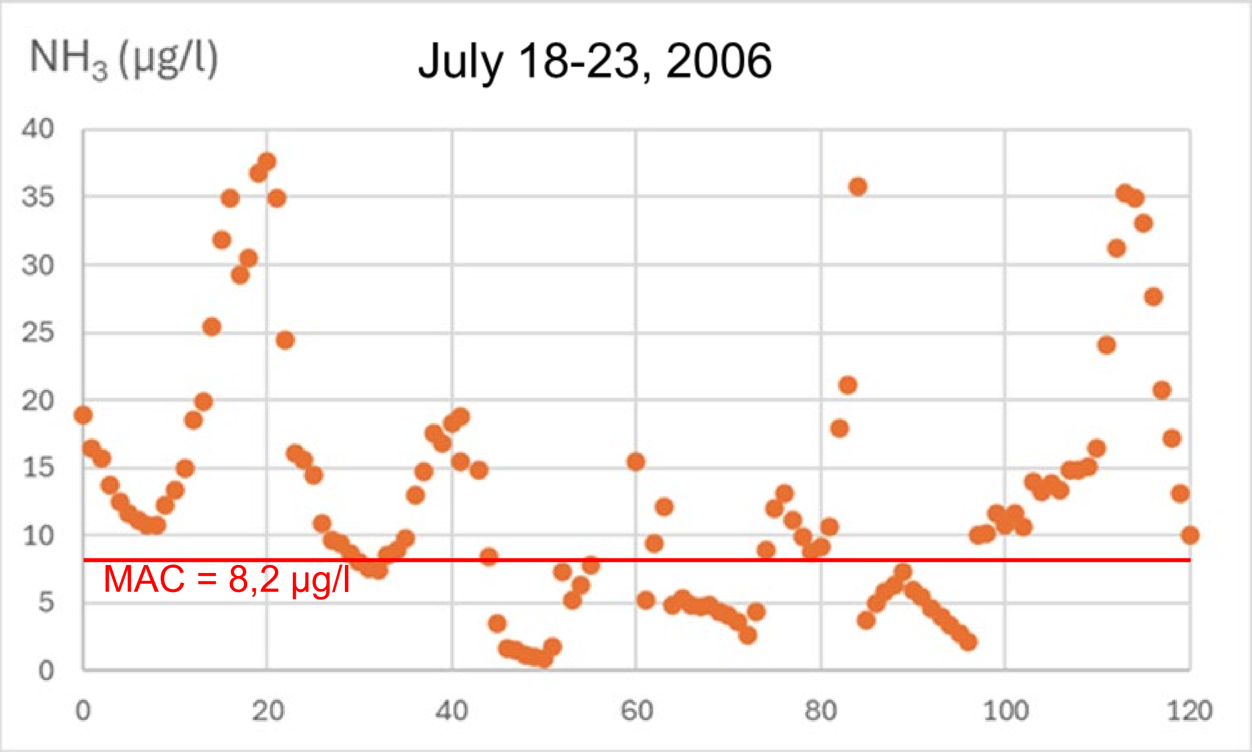


$[NH_3] = [NH_4^+] \times 10^{(pH-9,25)}$

NH_3 highly toxic to fish

What about ammonia toxicity in July 2006?



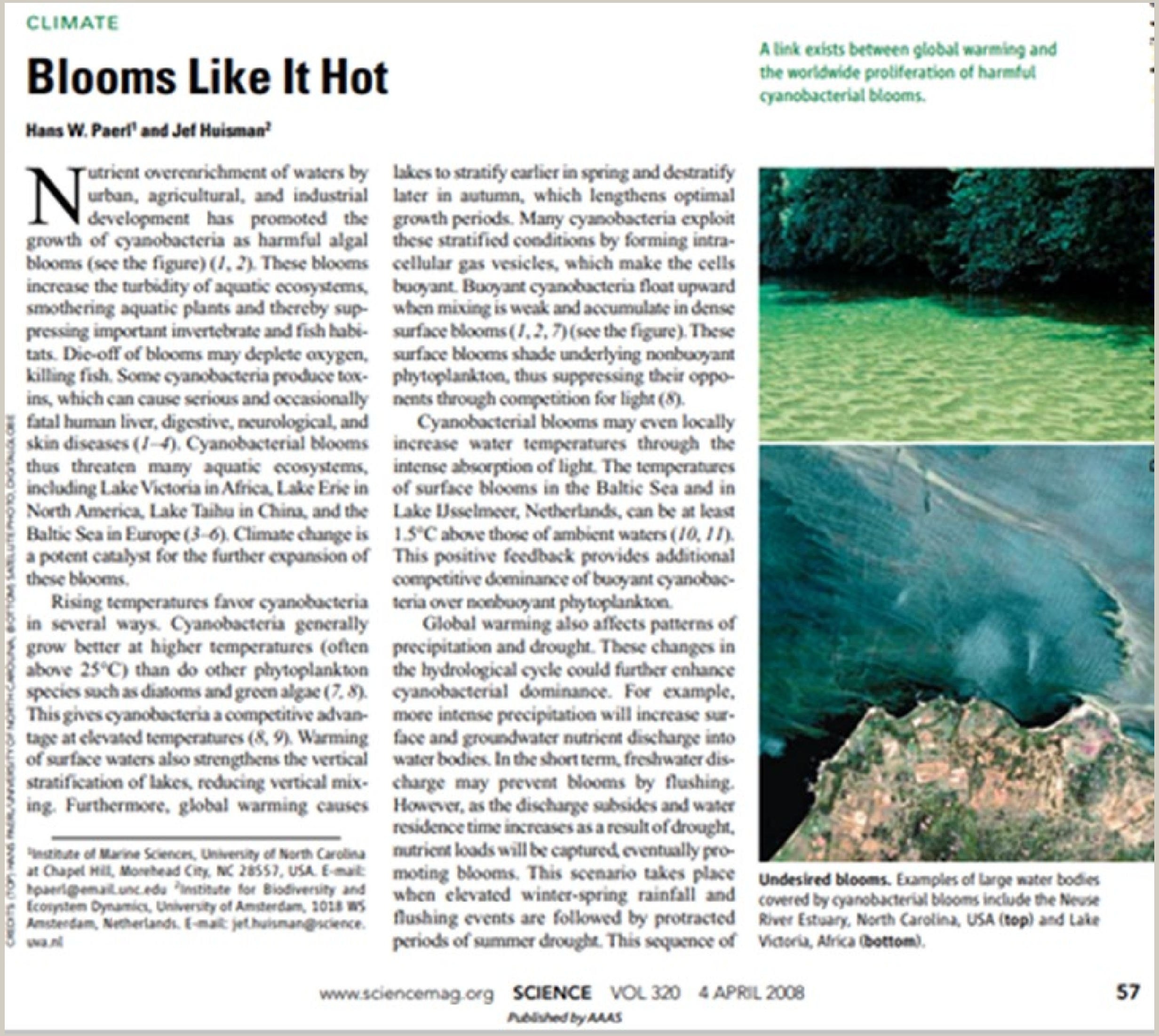


Maximum acceptable concentration for NH_3 up to four times exceeded → toxic impacts of fish are likely

Conclusions

Droughts: Decreased river flow results in higher concentrations of contaminants from point sources.

Heat waves: Increase in water temperature and decrease in river flow result in algae blooms with strong variation of DO and pH, and potential toxicity of ammonium → potential fish kills



CLIMATE

Blooms Like It Hot

A link exists between global warming and the worldwide proliferation of harmful cyanobacterial blooms.

Hans W. Paerl[1] and Jef Huisman[2]

Nutrient overenrichment of waters by urban, agricultural, and industrial development has promoted the growth of cyanobacteria as harmful algal blooms (see the figure) (*1*, *2*). These blooms increase the turbidity of aquatic ecosystems, smothering aquatic plants and thereby suppressing important invertebrate and fish habitats. Die-off of blooms may deplete oxygen, killing fish. Some cyanobacteria produce toxins, which can cause serious and occasionally fatal human liver, digestive, neurological, and skin diseases (*1*–*4*). Cyanobacterial blooms thus threaten many aquatic ecosystems, including Lake Victoria in Africa, Lake Erie in North America, Lake Taihu in China, and the Baltic Sea in Europe (*3*–*6*). Climate change is a potent catalyst for the further expansion of these blooms.

Rising temperatures favor cyanobacteria in several ways. Cyanobacteria generally grow better at higher temperatures (often above 25°C) than do other phytoplankton species such as diatoms and green algae (*7*, *8*). This gives cyanobacteria a competitive advantage at elevated temperatures (*8*, *9*). Warming of surface waters also strengthens the vertical stratification of lakes, reducing vertical mixing. Furthermore, global warming causes lakes to stratify earlier in spring and destratify later in autumn, which lengthens optimal growth periods. Many cyanobacteria exploit these stratified conditions by forming intracellular gas vesicles, which make the cells buoyant. Buoyant cyanobacteria float upward when mixing is weak and accumulate in dense surface blooms (*1*, *2*, *7*) (see the figure). These surface blooms shade underlying nonbuoyant phytoplankton, thus suppressing their opponents through competition for light (*8*).

Cyanobacterial blooms may even locally increase water temperatures through the intense absorption of light. The temperatures of surface blooms in the Baltic Sea and in Lake IJsselmeer, Netherlands, can be at least 1.5°C above those of ambient waters (*10*, *11*). This positive feedback provides additional competitive dominance of buoyant cyanobacteria over nonbuoyant phytoplankton.

Global warming also affects patterns of precipitation and drought. These changes in the hydrological cycle could further enhance cyanobacterial dominance. For example, more intense precipitation will increase surface and groundwater nutrient discharge into water bodies. In the short term, freshwater discharge may prevent blooms by flushing. However, as the discharge subsides and water residence time increases as a result of drought, nutrient loads will be captured, eventually promoting blooms. This scenario takes place when elevated winter-spring rainfall and flushing events are followed by protracted periods of summer drought. This sequence of

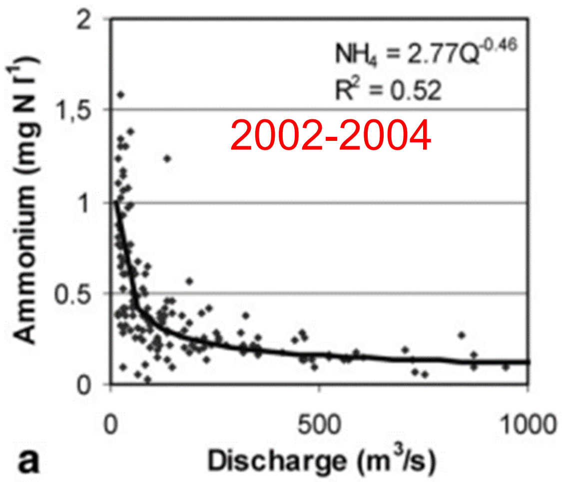
Undesired blooms. Examples of large water bodies covered by cyanobacterial blooms include the Neuse River Estuary, North Carolina, USA (**top**) and Lake Victoria, Africa (**bottom**).

[1]Institute of Marine Sciences, University of North Carolina at Chapel Hill, Morehead City, NC 28557, USA. E-mail: hpaerl@email.unc.edu [2]Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, University of Amsterdam, 1018 WS Amsterdam, Netherlands. E-mail: jef.huisman@science.uva.nl

Published by AAAS

What can we do about it?

Reduction of the pollution load



Recent ammonium concentration Eijsden

year	min	max	avg
2020	0,05	0,31	0,13
2021	0,04	0,23	0,10
2022	0,02	0,34	0,11
2023	0,03	0,20	0,09

Controlling cooling water discharges

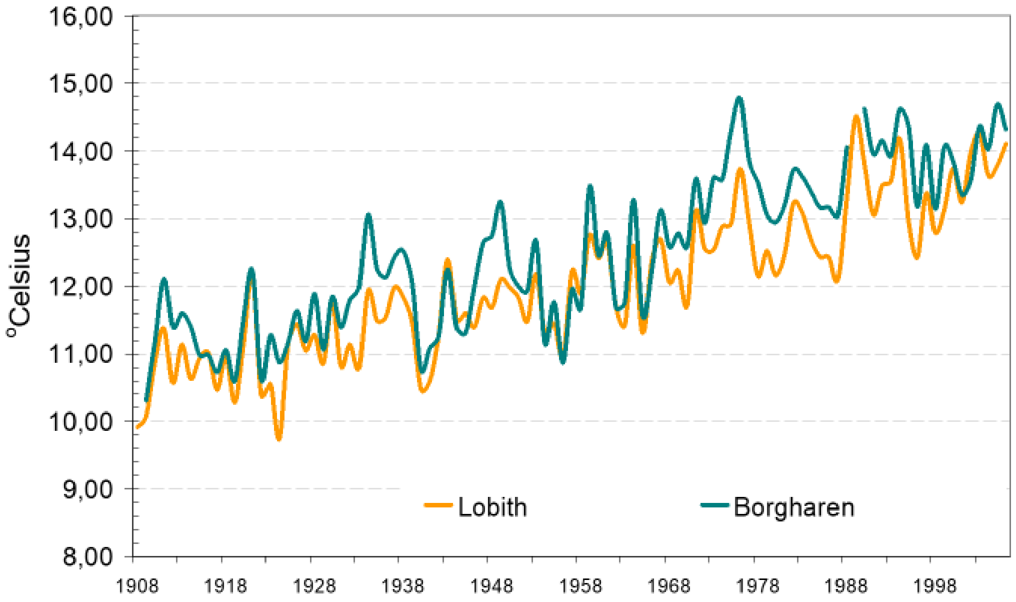
Letter | Published: 04 January 2016

Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources

Michelle T. H. van Vliet, David Wiberg, Sylvain Leduc & Keywan Riahi

Nature Climate Change **6**, 375–380 (2016) | Cite this article

Almost 3 degrees increase in water temperature of the Rhine and the Meuse in the 20th century!



Any further increase in water temperature of the Meuse due to (new) cooling water discharges should be prevented!

Causal factors?

Cooling water: 65%

Climate change: 35%

Mean annual temperatures	1908-1917	1997-2006
Rhine (Lobith)	10,7 °C	13,6 °C
Meuse (Borgharen)	11,2 °C	13,9 °C
Air temperature (De Bilt)	9,2 °C	10,6 °C

Want to know more?

*thema platform

Zwolsman & van Vliet (2007); H_2O 40 (22): 41-44

Gertjan Zwolsman, Kiwa Water Research / Delft Cluster
Michelle van Vliet, TNO / Delft Cluster

Effect van een hittegolf op de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas

Juli 2006 was de warmste maand in 300 jaar. Nederland werd die maand getroffen door twee hittegolven. Deze situatie kan exemplarisch zijn voor toekomstige zomers als de klimaatverandering doorzet. Vanuit die gedachte is de waterkwaliteit onderzocht in de Rijn (Lobith) en de Maas (Eijsden) in de bewuste zomer, op basis van uurmetingen. De studie is beperkt tot de parameters chloride, watertemperatuur, zuurstof, pH en chlorophyl-a. De belangrijkste conclusie is dat de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas aanzienlijk verslechtert tijdens een hittegolf en de lage afvoeren die daarmee gepaard gaan. Hierdoor ontstaan risico's voor de realisatie van ecologische doelstellingen en voor de gebruiksfuncties van het water (bijvoorbeeld de drinkwaterproductie). De resultaten zijn van belang voor de Wvo-vergunning-verlening en de implementatie van de Kaderrichtlijn Water.

Journal of Hydrology (2008) 353, 1–17

ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river

M.T.H. van Vliet [a,*], J.J.G. Zwolsman [b]

[a] Department of Physical Geography, Utrecht University, P.O. Box 80115, 3508 TC Utrecht, The Netherlands
[b] Kiwa Water Research, P.O. Box 1072, 3430 BB Nieuwegein, The Netherlands

Received 12 August 2007; received in revised form 30 December 2007; accepted 2 January 2008

Letter | Published: 04 January 2016

Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources

Michelle T. H. van Vliet, David Wiberg, Sylvain Leduc & Keywan Riahi

Nature Climate Change **6**, 375–380 (2016) | Cite this article