Séminaire REUT

26 septembre 2024 | *Centre de Congrès les Atlantes, Les Sables d'Olonne*

La REUT au service de l'eau potable en France et à l'étranger

Partages d'expériences et enseignements

PROGRAMME JOURDAIN
RÉINVENTONS LE CYCLE DE L'EAU

Avec le soutien financier de :
agence de l'eau Loire-Bretagne
Établissement public de l'État
agence.eau-loire-bretagne.fr
VENDÉE LE DÉPARTEMENT
Région PAYS de la LOIRE
UNION EUROPÉENNE
FONDS EUROPÉEN AGRICOLE POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL

Vendée eau
GARANTIR À TOUS UNE EAU DE QUALITÉ

aquaduin
lekker kraanwater,
duurzaam gewonnen

22 ans de ré-infiltration de la nappe pour un usage eau potable à Coxyde en Belgique

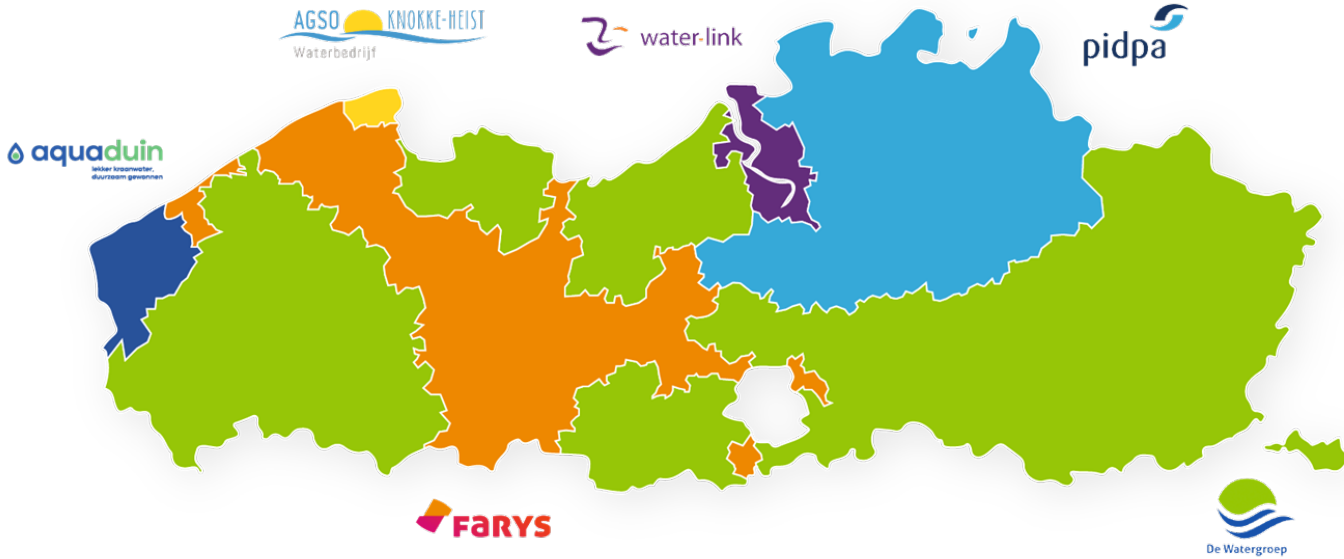
Séminaire REUT – 26 septembre 2024

Emmanuel Van Houtte

Aquaduin


SCHOTLAND
Aberdeen
Dundee
Edinburgh
Glasgow
Noordzee
Aalborg
Århus
Jylland
Kopenhagen
Denemarken
Sjælland
Malmö
Odense
Verenigd Koninkrijk
Newcastle upon Tyne
Isle of Man
Great Britain
Manchester
Liverpool
Sheffield
Dublin
Kiel
Rostock
Lübeck
Hamburg
Bremen
Amsterdam
Hannover
Berlijn
Potsdam
Birmingham
Cambridge
WALES
ENGELAND
Den Haag
Nederland
Bristol
Cardiff
Londen
Dortmund
Leipzig
Düsseldorf
Dresden
Duitsland
Southampton
Brighton
Gent
Brussel
Rijsel
Keulen
Plymouth
België
Frankfurt am Main
Het Kanaal
Praag
Luxemburg
Mannheim
Neurenberg
Jersey
Parijs
Saint-Malo
Stuttgart
Brest
Straatsburg
München


Damme
Bredene
Oostende
Brugge
Middelkerke
Jabbeke
Gistel
Zedelgem
Oostkamp
Beernem
Nieuwpoort
De Panne
Veurne
Ichtegem
Torhout
Wingene
Bray-Dunes
Duinkerke
Diksmuide
Kortemark
Groot-Sinten
Alveringem
Loon-Plage
Sint-Winoksbergen
Lo-Reninge
Ardooie
Tielt
Bourbourg
Roeselare
Kwaadieper
Vleteren
Izegem
Langemark-Poelkapelle


AGSO KNOKKE-HEIST
Waterbedrijf
water-link
pidpa
aquaduin
FARYS
De Watergroep

Aquaduin, notre histoire

1924 Création de l'IWVA: reprise des installations réalisées dans les dunes de Cabour, installés par l'armée belge en 1917 (De Panne)

1946 Début du pompage dans les dunes de St-André (Coxyde)

1967 Début du pompage dans les dunes du Westhoek (De Panne)

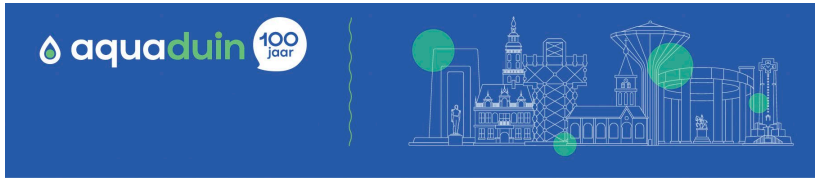
1971 L'IWVA achète de l'eau potable chez les voisins flamands

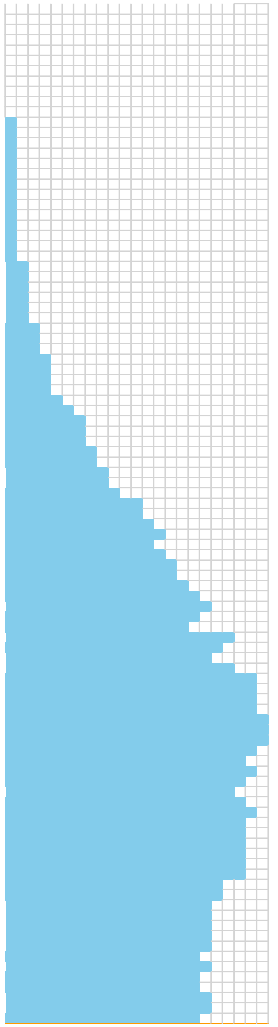
1997 L'IWVA achète de l'eau potable chez les voisins francais

2002 Réalisation du projet de recyclage et de MAR à St-André – Arrêt du pompage à Cabour

2021 Nouveau nom: Aquaduin

2024 Aquaduin fête ses 100 ans d'existence

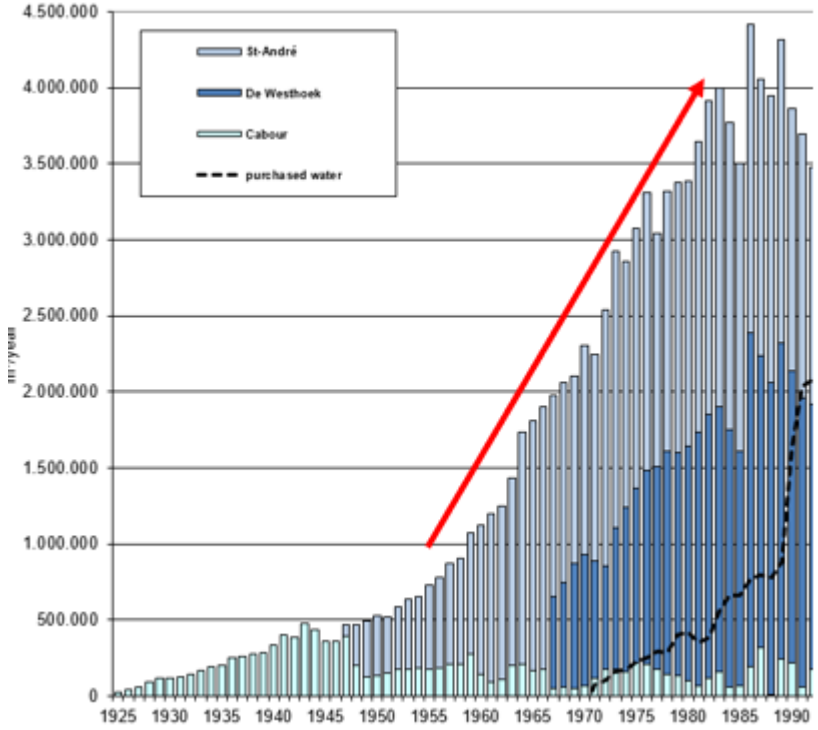




Déclencheurs du recyclage d'eau combiné à la recharge des aquifères

l'augmentation de la demande en eau potable

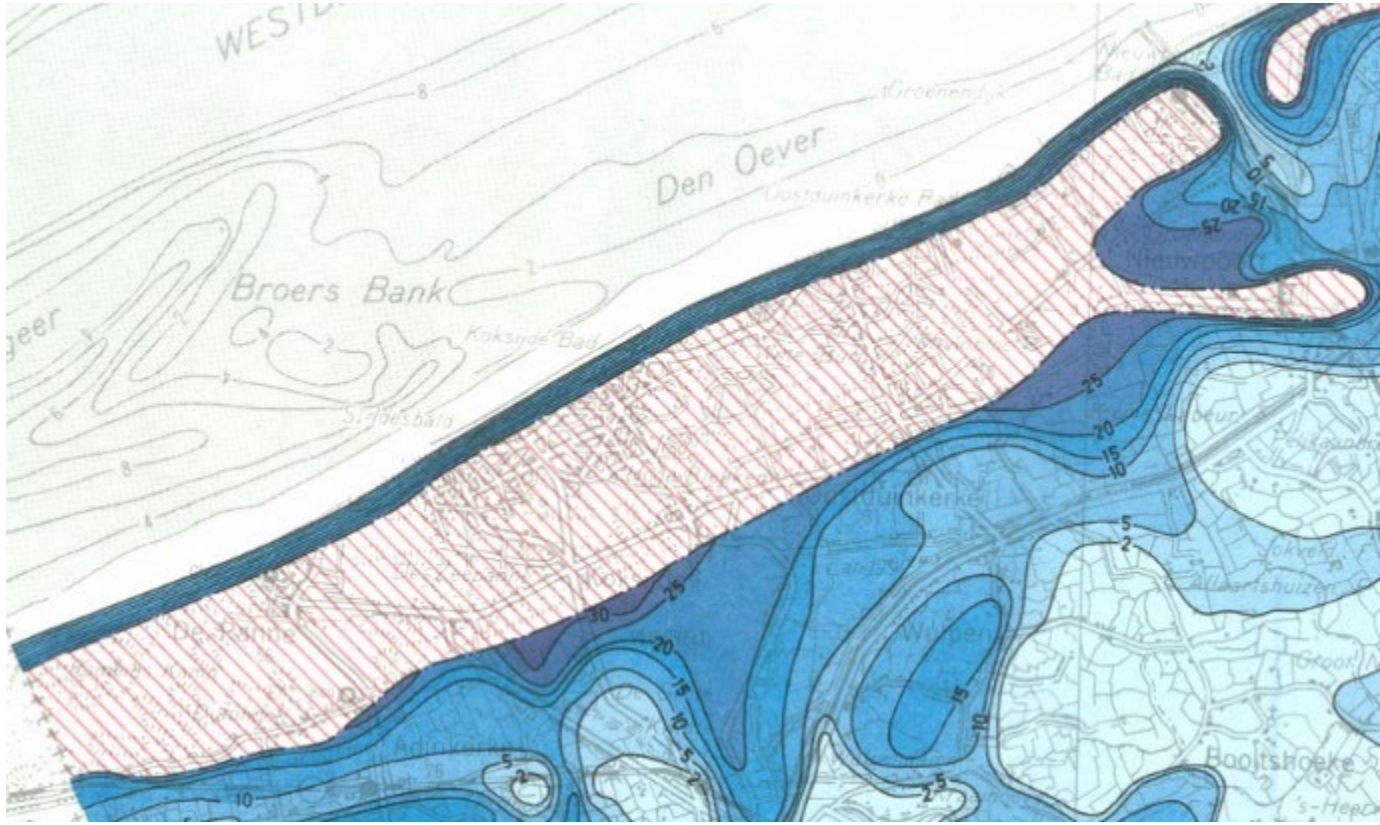
À la fin des années 1980, en raison de l'augmentation de la demande en eau potable depuis les années 1960, l'extraction des eaux souterraines dans les aquifères dunaires a atteint sa limite.



Déclencheurs du recyclage d'eau combiné à la recharge des aquifères

Présence de l'eau salée

La présence d'eau salée au nord et au sud des dunes a nécessité une gestion durable des eaux souterraines pour garantir l'écoulement des eaux souterraines depuis les dunes vers le nord et le sud.



Déclencheurs du recyclage d'eau combiné à la recharge des aquifères

Gestion naturelle des dunes

Les dunes ont un grand potentiel écologique et comme une grande partie des dunes a été perdue au fil du temps,

il fallait accorder attention aux parties restantes pour protéger et augmenter les valeurs écologiques.

Pourquoi le recyclage de l'eau ?

Les premières expériences de recyclage (direct) de l'eau ont été menées à:

CHANUTE	WINDHOEK (Namibie)	ORANGE COUNTY
moins réussi	opérationnel depuis 1968 sans membranes osmose inverse	opérationnel depuis 1976

An early example of the direct reuse of wastewater for potable purposes occurred in Chanute, Kansas following the drought of 1952–57.[2] During the period from October 14, 1956 through March 14, 1957, because of the critical shortage of water, municipal wastewater treatment plant effluent was recycled through the water treatment plant and introduced into the water distribution system. Although the water met existing microbial standards, with continued recycling public acceptance decreased and "bottled-water sales flourished."

The wastewater reclamation plant in Windhoek, Namibia (Figure 1) is the **longest running** DPR plant in the world. The scheme has been in operation since 1968 previously known as the **Goreangab Water Reclamation Plant** (GWRP). Prior to this, reuse of sewage effluent in Namibia had only been considered for supply to power stations, but even then, reuse was never implemented. A combination of factors **(drivers)** forced the water utility in Windhoek to seek other water alternatives to meet the demand. These drivers included:

- the **water crisis in 1957**;
- **rise in population growth**;
- **significant decline in annual rainfall**; and
- **increased evapotranspiration.**

With the **lack of perennial rivers in Windhoek** and the impractical **costs of water transportation** from other regions, wastewater effluent was again considered, but this time for potable purposes. The GWRP was commissioned and after rigorous pilot testing (1960-1968), in 1968, secondary treated sewage effluent was reclaimed, blended with dam water, and added directly into the city's water supply to meet up to **12%** of the daily demand [1].

Water Factory 21–Orange County

- Began operation in 1976
- 20 million m^3/yr
- Flocculation, re-carbonation, multi-media filtration, RO, activated carbon, and disinfection
- Groundwater injection to prevent seawater intrusion

aquaduin

Pourquoi le recyclage de l'eau ?

Dans les années 1990, l'ultrafiltration a été testée comme prétraitement de l'osmose inverse; de nouveaux matériaux membranaires ont rendu l'osmose inverse plus efficace et plus durable.

Yuck aside, debate needed on toilet-to-tap

OUR VIEW: Some places, like Cloudcroft, begun the process rative solutions, too

Skepticism greets L.A.'s toilet-to-tap water project

By Harrison Sheppard and Michael Coit
Los Angeles Daily News

LOS ANGELES—Sewage water flushed by San Fernando Valley residents will one day end up flowing from faucets throughout the East Valley and much of Los Angeles as part of a new toilet-to-tap project that starts as early as Monday.

The concept seems repulsive at first glance, but state health offi-

'Toilet-to-tap' water gains acceptance

By Felicity Barringer
New York Times

Purified water flow from a tap at the wat treatment facility in S Diego last week. San Diego's partial succes with reclaimed water, 12 years after its City Council recoiled from the toilet-to-tap con- cept, offers a blueprint for other districts considering wastewater reuse for the fast-grow- ing Southwest's dimin- ishing water supplies.
Donald Miralle
New York Times

STATE

Toilet-to-tap or showers-to-flowers?

From The Associated Press

SAN DIEGO

A city councilman wants to flush a toilet-to-tap proposal that would mix a small amount of treated sewage with the city's drinking water. Instead, he is

"I'm going to push hard for this, and I hope to kill toilet-to-tap in the process. I have been hearing from constituents on this issue.

State to see more toilet-to-tap, aquifer storage

By BETSY BLANEY
The Associated Press

LUBBOCK — Texas would rely more on treated toilet water and pumping rain- water into aquifers to serve growing state's water woes. "This is the best plan yet, in my view," board chairman Bech Bruun said before the vote in Austin. "The most comprehensive, detailed plan."

Texas' population is projected to grow by 73

toilet water to increase sevenfold — from 3.9 bil- lion gallons to 28.3 billion gallons — by 2070.

Some Texas cities turned to toilet-to-tap reuse dur- ing 2011, the driest year ever in Texas. Big Spring in West Texas uses a direct potable reuse, meaning the

tional Academy of Sciences, the Na- tional Research Council, issued a study finding that supplementing stream flows or reservoirs with this water, a process called indirect pota- ble reuse, was acceptable, althou only as a last resort. No

developers must pay the city to connect each new home to city water and sewer systems. Vargas,

2010. Only a handful of systems re- plenish their reservoirs or groundwa- ter basins with treated

The largest

tion.

And El Paso's advanced toilet-to-tap purification plant will be the largest direct water reuse project in the U.S. when it begins operating in 2018.

Capital costs for conser- vation projects went from $1 billion in the 2012 water plan to $4 billion in the

voirs are also part of the plan, most of those in the eastern half of the state.

The head of one envi- ronmental group said the 2017 plan is a "big improvement" from the last one.

"The last drought exposed the huge amount of water waste in the Texas economy, from leaking water mains and irrigation

meeting our water needs."

Water providers esti- mated they will need about $36.1 billion in state assis- tance to build their proj- ects. They can apply for loans from $2 billion from the state's Rainy Day Fund a move voters approved i 2013. That money, throug interest earnings and rev- enue bonds, could grow t $27 billion over 50 years.

The state's water plan

Station d'épuration des eaux usées de Wulpen à courte distance

essais commencés en 1997

La combinaison recyclage de l'eau (WPC Torreele) et MAR (St-André)

Après de nombreuses années d'essais (infiltration:1991,1993 et recyclage : 1996-2000), Aquaduin a décidé de combiner le recyclage de l'eau et la MAR.

aquaduin
lekker kraanwater, duurzaam gewonnen

Managed aquifer recharge

in combination with water reuse

Aquafin

- Natural groundwater extraction reduced
- Implemented into ecological management of dunes
- Maximum use of existing infrastructure
- Wastewater treatment plant nearby
- Effluent available all year and of acceptable quality

aquaduin
lekker kraanwater, duurzaam gewonnen

Water Reuse Europe

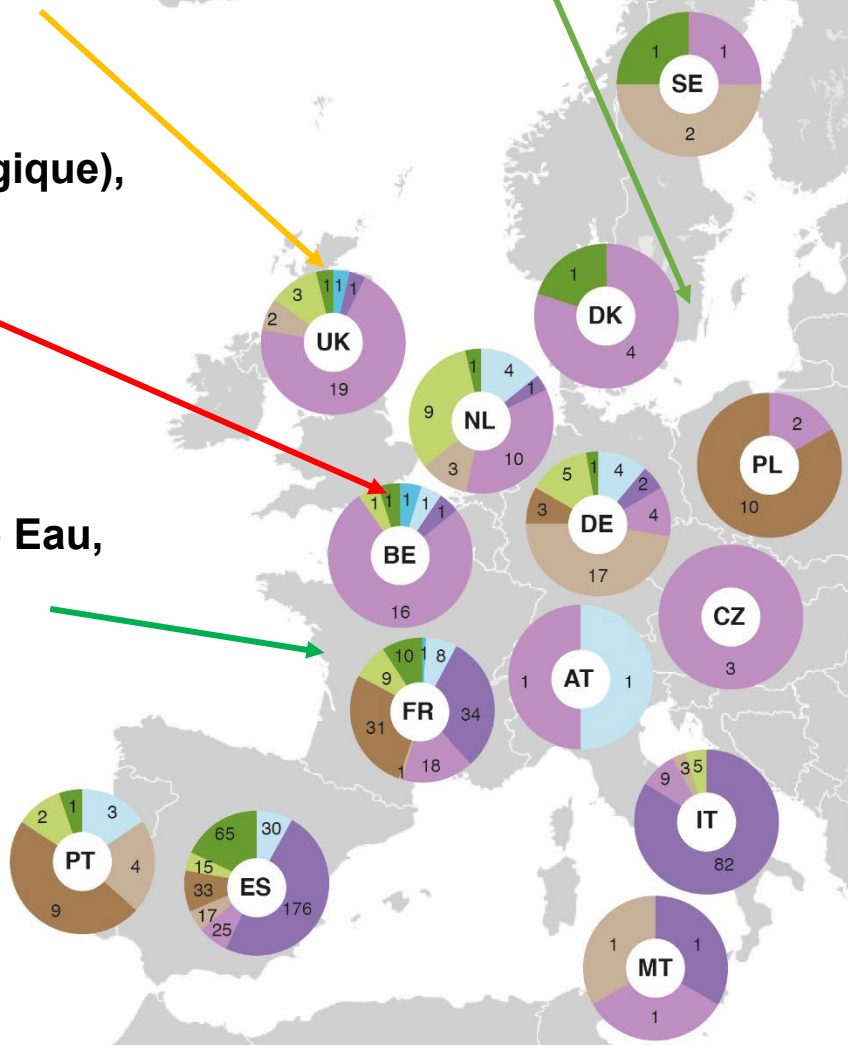
Mörbylånga, Suède, 2018

Système de recyclage de Langford, 2003

WPC Torreele/MAR St-André (Koksijde, Belgique), 2002

Vendée Eau, 2024

Indirect Potable Reuse (IPR)
Environmental
Agricultural
Industrial
Urban
Recreational
N/A
Multipurpose

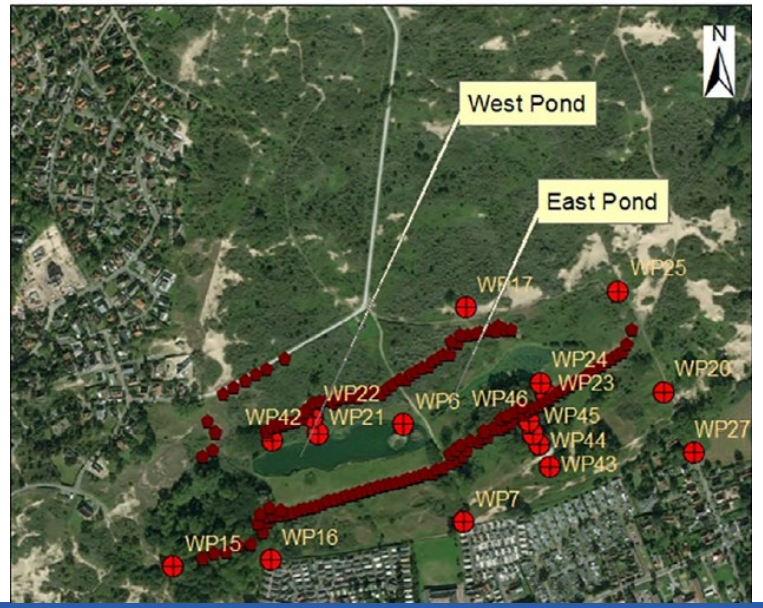


Based on available data

L'IWVA a commencé la réutilisation de l'eau combinée à MAR en 2002

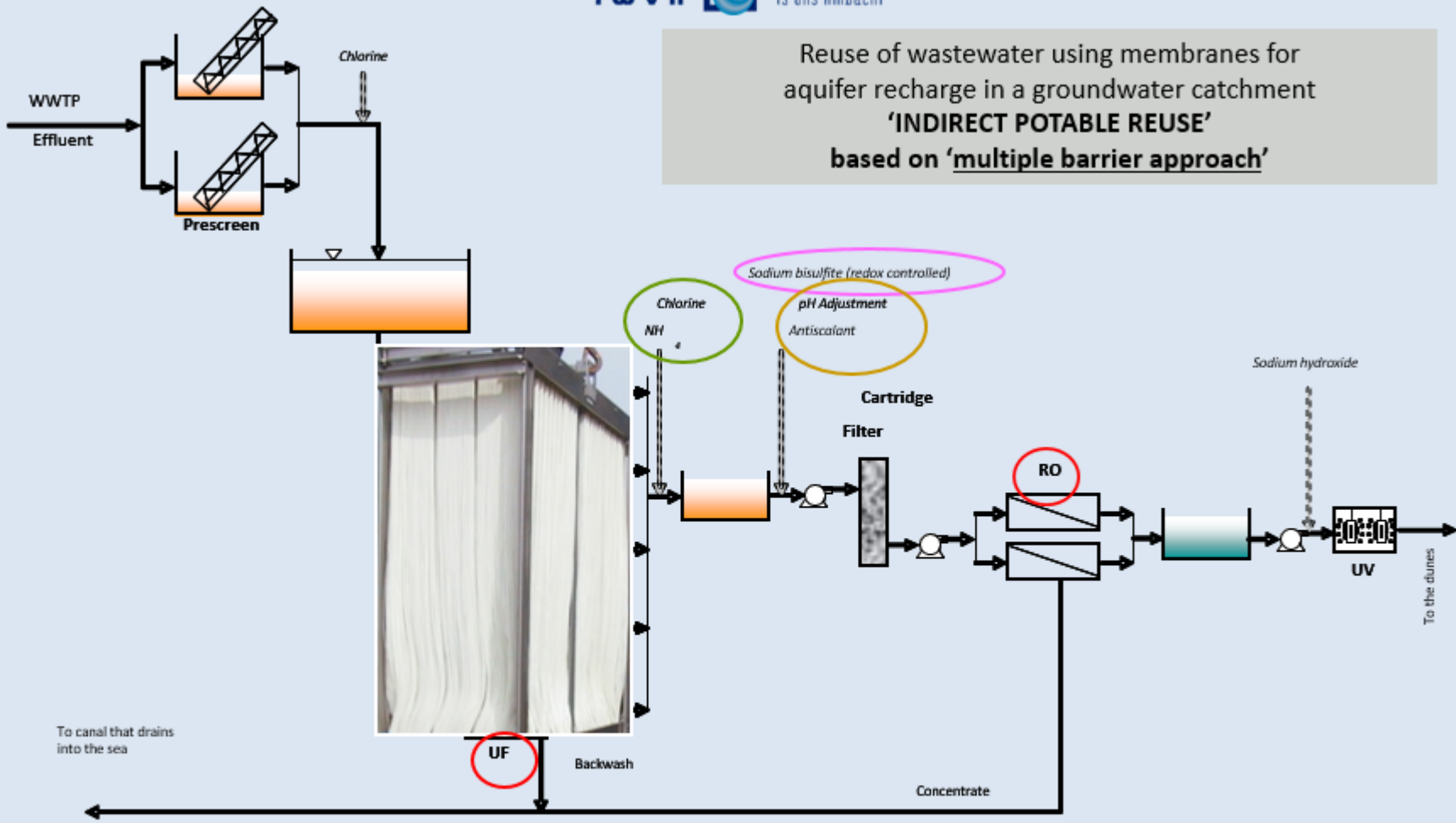
CONCEPT DE BARRIÈRES MULTIPLES

St-André Managed Aquifer Recharge Facility



IWVA Kring-Lopend Water is ons Ambacht

Reuse of wastewater using membranes for aquifer recharge in a groundwater catchment
'INDIRECT POTABLE REUSE'
based on 'multiple barrier approach'



Multiple barrier approach for microbiological safety

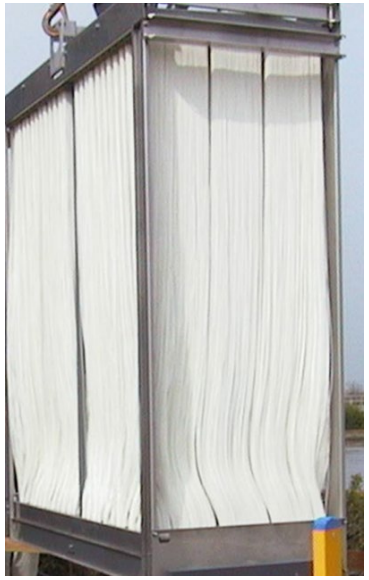
+ biofouling prevention by dosing of monochloramines

+ redox controlled dosing of bisulfite to protect membranes against chlorine

+ scaling prevention dosing sulfuric acid (pH correction) and anti-scalant

aquaduin

Pourquoi des membranes ?

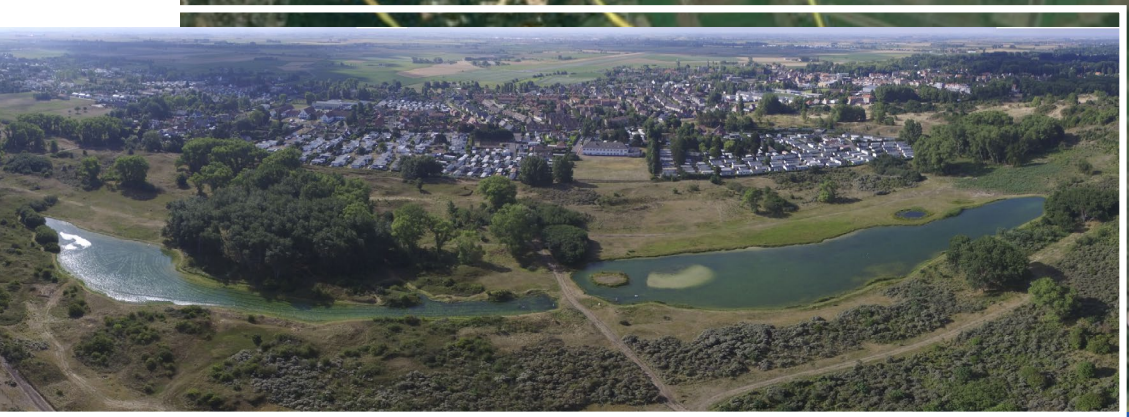


- Une condition écologique voulait que l'eau d'infiltration corresponde à la qualité naturelle de l'eau des dunes, c'est-à-dire à une faible teneur en sel et en nutriments.

- La source étant un effluent d'eau usée, il convient de prendre en compte tous les risques connus. Une étude HACCP a été réalisée pour évaluer et couvrir les risques.

- À cette époque, les hormones sont devenues un sujet d'actualité. Il s'est avéré qu'elles pouvaient être éliminées par osmose inverse.

Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR



Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR

Approche basée sur le controle des risques – *Water Safety Plan*

+ Des contrôles en ligne sont mis en place selon les risques identifiés;

+ Analyse régulière de l'eau dans un laboratoire accrédité;

+ Suivi quotidien par l'opérateur à base de mesurements manuels;

+ Rapport mensuel, puis trimestriel, sur les performances de l'usine ;

+ Contacts réguliers avec l'exploitant de la station d'épuration des eaux usées (Aquafin)

Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR

RÉSULTATS :

+ Pas de problèmes avec des substances chimiques préoccupantes dans les eaux d'infiltration et les eaux souterraines "recaptées".

+ La durée de vie des membranes pour l'UF est de 8 ans en moyenne ; pour l'OI, elle est de 6 ans.

+ La consommation de produits chimiques et d'électricité est surveillée en permanence

Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR

RECLAIM WATER

Water Reclamation Technologies for Safe Artificial Groundwater Recharge

Project no. 018309

Specific Targeted Research Project

Thematic Priority 'Global Change and Ecosystems'

Science of the Total Environment 408 (2010) 4923–4930

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

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

Quantification of pathogenic microorganisms and microbial indicators in three wastewater reclamation and managed aquifer recharge facilities in Europe

Caterina Levantesi [a,*], Rosanna La Mantia [b], Costantino Masciopinto [b], Uta Böckelmann [c,1], M. Neus Ayuso-Gabella [d], Miquel Salgot [d], Valter Tandoi [a], Emmanuel Van Houtte [e], Thomas Wintgens [f], Elisabeth Grohmann [c,2]

[a] *Water Research Institute, CNR, via Salaria km 29,300 – 00015 Monterotondo, Roma, Italy*
[b] *Water Research Institute, CNR, via Francesco De Blasio 5, 70123 Bari, Italy*
[c] *Department of Environmental Microbiology, Technical University Berlin, Franklinstr. 29, D-10587 Berlin, Germany*
[d] *Unitat d'Edafologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII, s/n, E-08028 Barcelona, Spain*
[e] *Intermunicipal Water Company of the Veurne Region (I.W.V.A.), Doornpannestraat 1, B-8670 Koksijde, Belgium*
[f] *University of Applied Sciences, Northwestern Switzerland, School of Life Sciences, Institute of Ecopreneurship, Gründenstrasse 40, CH-4132 Muttenz, Switzerland*

5. Conclusion

- Low levels of pathogens were detected in the three sites.
- Advanced tertiary treatment technology, prior to SAT, produced effluent water of microbiological drinking water quality (*E. coli* and enterococci absent in 100 mL water, CEE98/83 EC) depleted of all analysed pathogens in Torreele.

Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR

RECLAIM WATER

Water Reclamation Technologies for Safe Artificial Groundwater Recharge

Project no. 018309
Specific Targeted Research Project
Thematic Priority 'Global Change and Ecosystems'

APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Jan. 2009, p. 154–163 Vol. 75, No. 1
0099-2240/09/$08.00+0 doi:10.1128/AEM.01649-08
Copyright © 2009, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

Quantitative PCR Monitoring of Antibiotic Resistance Genes and Bacterial Pathogens in Three European Artificial Groundwater Recharge Systems▽†

Uta Böckelmann,[1]‡§ Hans-Henno Dörries,[1]¶§ M. Neus Ayuso-Gabella,[2] Miquel Salgot de Marçay,[2] Valter Tandoi,[3] Caterina Levantesi,[3] Costantino Masciopinto,[4] Emmanuel Van Houtte,[5] Ulrich Szewzyk,[1] Thomas Wintgens,[6] and Elisabeth Grohmann[1]*

Department of Environmental Microbiology, Technical University Berlin, Franklinstr. 29, D-10587 Berlin, Germany[1]; Unitat d'Edafologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII, s/n, E-08028 Barcelona, Spain[2]; Water Research Institute, CNR, Via Reno 1, 00198 Rome, Italy[3]; Water Research Institute, CNR, Bari, Italy[4]; Intermunicipal Water Company of the Veurne Region, Doornpannestraat 1, B-8670 Koksijde, Belgium[5]; and Institut für Verfahrenstechnik, RWTH Aachen, Turmstr. 46, D-52056 Aachen, Germany[6]

| 5 November 2008

TABLE 6. Antibiotic resistance genes detected at Torreele

Mo and sample no.	Mean copy no./100 ml (SD)[a]					
	tetO	*ampC*	*ermB*	*vanA*	*mecA*	*blaSHV-5*
January						
1	1.05×10^7 (3.54×10^6)	0 (0)	1.92×10^5 (1.06×10^4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
July						
1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
October						
1	4.35×10^6 (5.59×10^5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3	5.92×10^3 (1.39×10^3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
5	3.13×10^3 (1.52×10^3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

[a] The given values are the means from two to four measurements, with standard deviations. Torreele was sampled three times, in January, July, and October 2007. The sampling points are described in detail in the text. Also see Fig. S1 in the supplemental material.

GW
DW

L'osmose inverse est une barrière absolue contre les substances poly- et perfluoroalkyles (PFAS)

aquaduin

Expériences avec la combinaison RECYCLAGE DE L'EAU/MAR

Regarding the variation of hydraulic conductivity, temperature has been identified as the dominant factor influencing this process. Results show that there is a strong correlation between temperature and infiltration rate on a daily scale. The temporal variation of temperature causes variation in kinematic viscosity. With increase in viscosity of recharge water, higher resistance is imparted by the pond bed to the flow of water.

In addition, the temperature of water influences the hydraulic conductivity of the soil. With the data obtained from the St-André MAR site, it is theoretically found that there is a 30% increase in hydraulic conductivity in summer than that in the winter. Lowering of temperature causes a reduction in hydraulic conductivity, thereby providing additional resistance to the flow of water through the pond bed. MODFLOW models have been used to simulate different conditions for summer and winter and it is found that with a lower leakance of the pond bed in the winter months, the recharge rate decreases by about 27%.

Received: 22 November 2019 | Accepted: 15 May 2020
DOI: 10.1002/hyp.13827

RESEARCH ARTICLE

WILEY

Seasonal variation of infiltration rates through pond bed in a managed aquifer recharge system in St-André, Belgium

Sayantan Samanta[1] | Zhuping Sheng[2] | Clyde L. Munster[3] | Emmanuel Van Houtte[4]

[1]Water Management and Hydrological Science, Texas A&M University, College Station, Texas
[2]Texas A&M AgriLife Research Center at El Paso, El Paso, Texas
[3]Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas
[4]Intermunicipal Water Company of the Veurne region (IWVA), Koksijde, Belgium

Abstract

In Belgium, IWVA uses managed aquifer recharge (MAR) to recharge the aquifer with treated wastewater generated from the communities to sustain the potable water supply on the Belgian coast. This MAR facility is faced with a challenge of reduced infiltration rates during the winter season when pond water temperatures near 4°C. This study involves the identification of the predominant factor influencing the rate

Nouveaux développements à Aquaduin

L'infiltration souterraine a été introduite en novembre 2014 (50 m) et étendue en 2016 pour atteindre 300 m de longueur.

Avantages :

- Pas de recontamination, pas de colmatage
- Les températures restent stables : plus chaudes en hiver, donc meilleure infiltration et pas d'augmentation en été.

Nouveaux développements à Aquaduin

Décembre 2018

Agrandissement du bassin d'infiltration avec 100 m de longueur

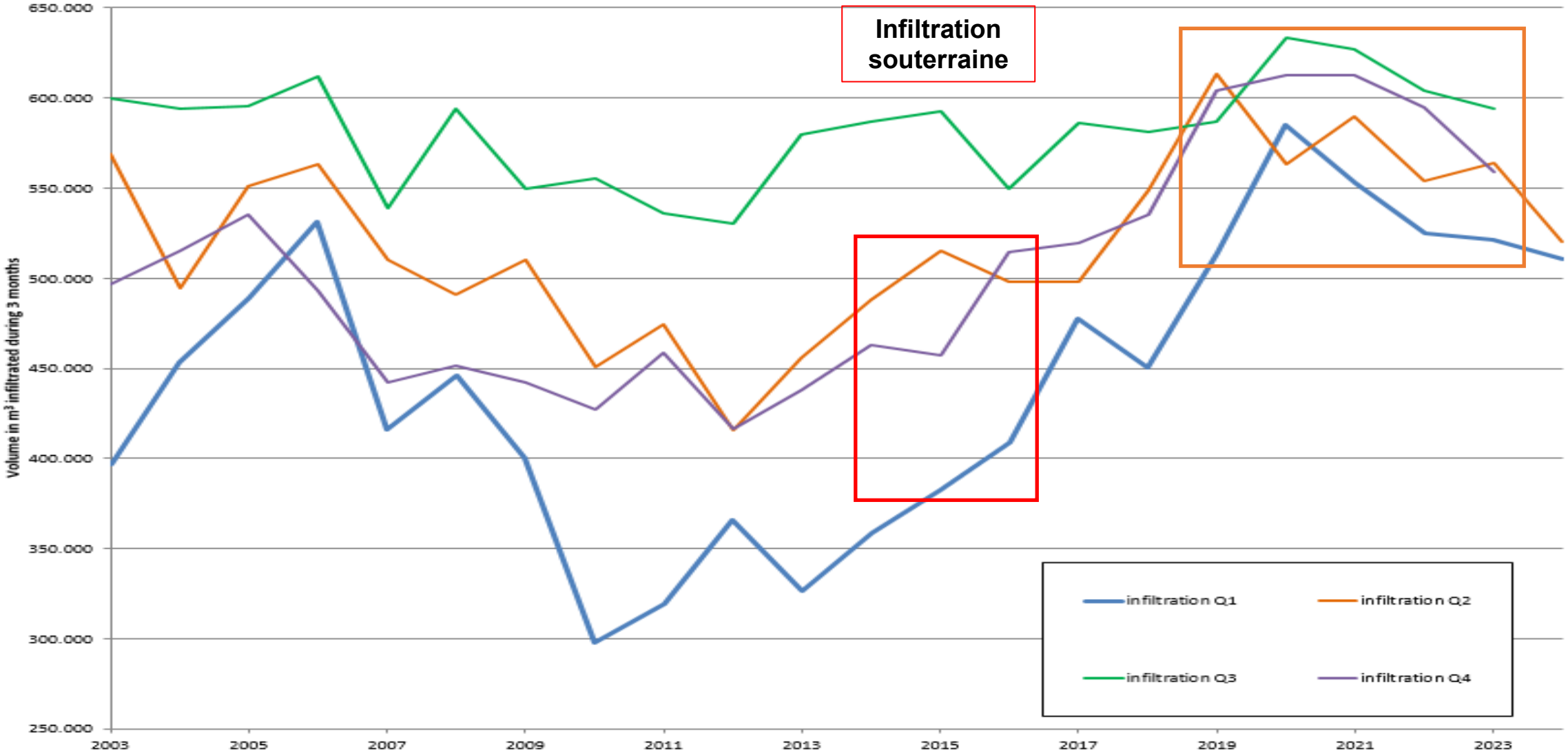
Mars 2019

Un bassin nécessaire pour l'eau de rinçage des filtres à sable a été réaménagé en bassin d'infiltration

RESULTAT:

- Augmentation de la capacité d'infiltration
- Réduction du pompage d'eaux souterraines

Nouveaux développements à Aquaduin



Le projet de recyclage/MAR est une adaptation au changement climatique

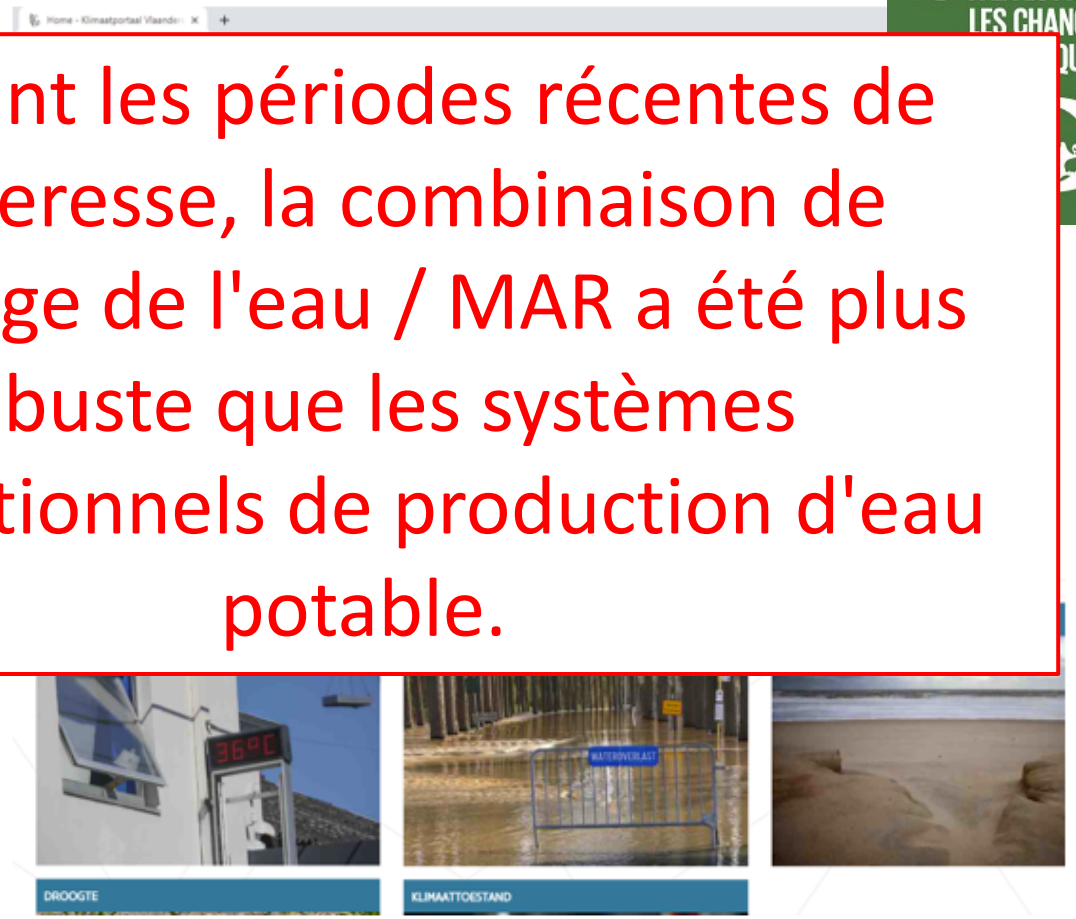
Projection de l'élévation du niveau de la mer

Le niveau de la nappe est pl
grâce à l'infiltration

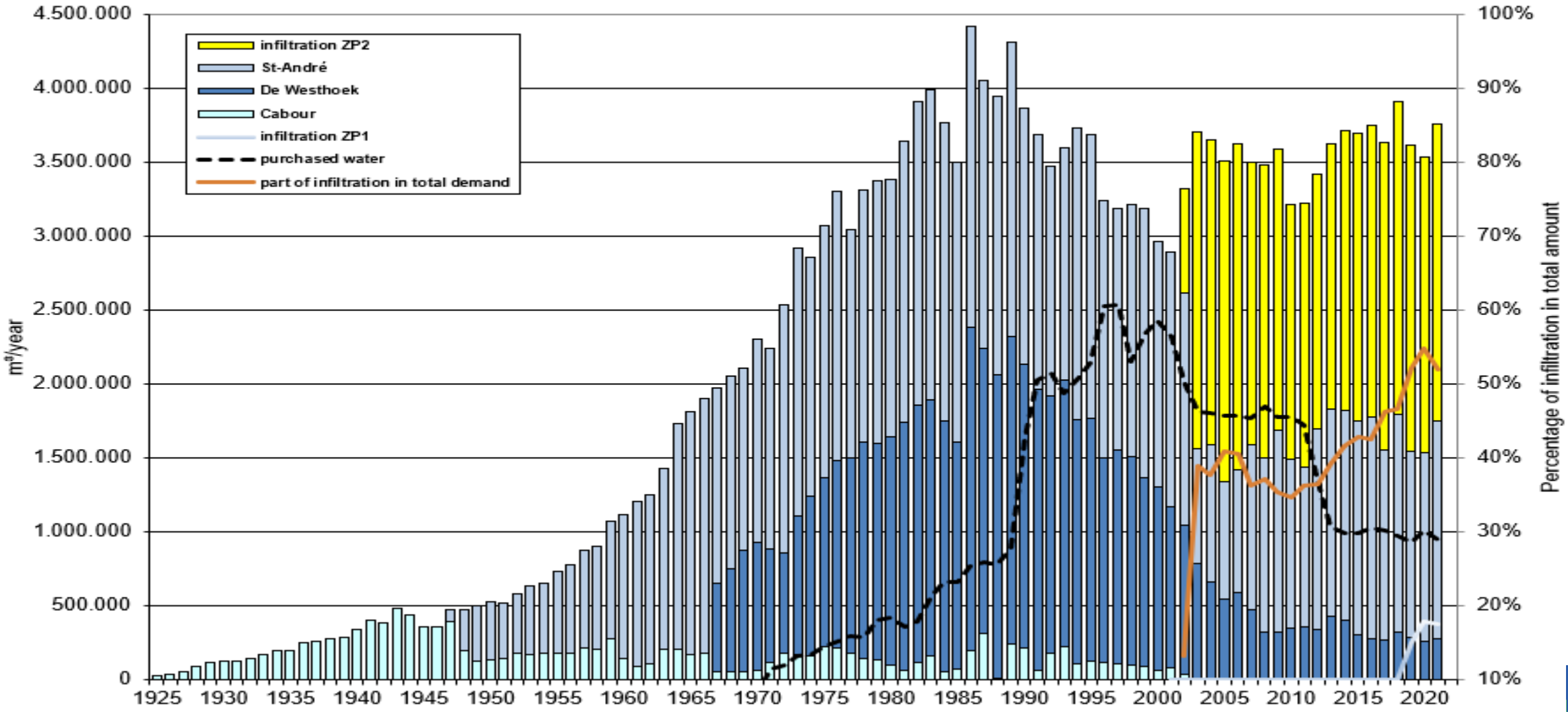
Le étés seront plus secs avec plus
de canicule

Plus d'infiltration possible e
grace à des températures pl

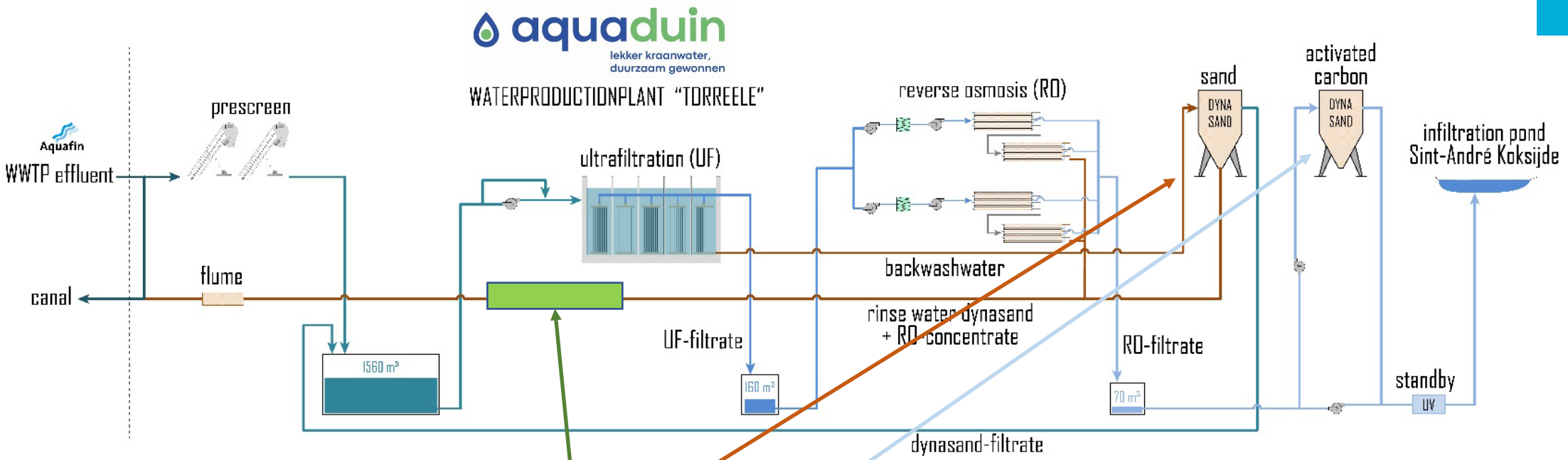
Pendant les périodes récentes de sécheresse, la combinaison de recyclage de l'eau / MAR a été plus robuste que les systèmes conventionnels de production d'eau potable.



L'extraction des eaux souterraines a été largement remplacée par l'infiltration, permettant une augmentation des valeurs naturelles des dunes.



Développements récents à WPC Torreele



L'eau de lavage à contre-courant de l'UF est réutilisée à l'aide d'un filtre à sable ; elle sera remplacée par l'ultrafiltration au cours de 2025/2026.

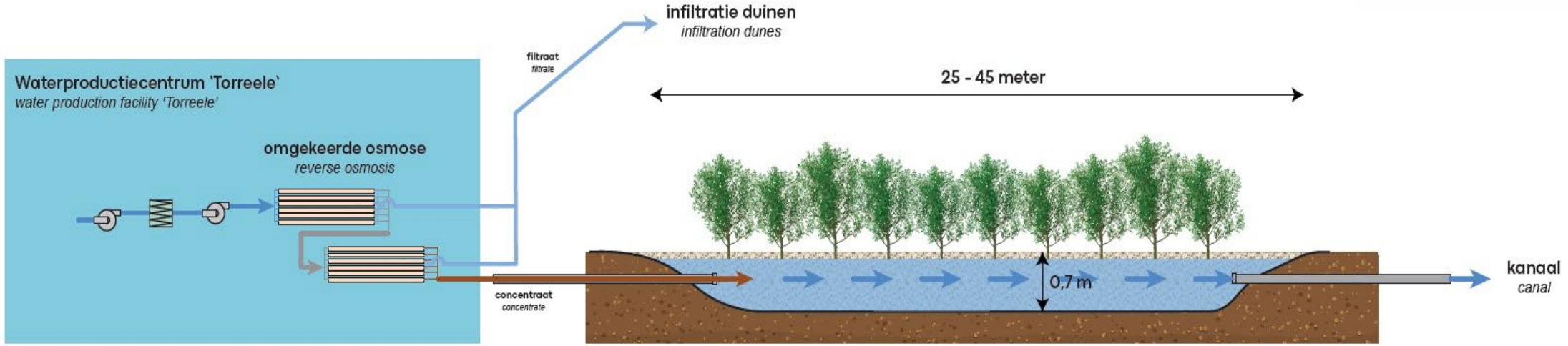
Préparation de la réutilisation directe de l'eau par filtration à charbon actif

Traitement naturel à base de saules pour le traîtement des concentrats issus du traitement par l'osmose inverse est devenu opérationnel début 2022

Marais de saules

Un *traitement naturel* à base de saules a été construit en 2021 près du WPC Torreele (Wulpen, Koksijde) pour le traitement du concentré d'osmose inverse.

Le traitement est opérationnel depuis le début 2022.



Marais de saules

Installation : 2021

Marais de saules

Démarrage : fin 2021

Juillet 2024

Marais de saules

Après le traitement des saules l'eau contient moins de nutriments

<=01/01/2022 - <=01/09/2024	Unit	Average IN	Average OUT	Removal rate based on average	Number of samples	Average removal rate
BOD	mgO2/l	5,5	0,8	85,3%	26	75,1%
COD	mgO2/l	127,3	118,3	7,0%	24	6,9%
total nitrogen	mgN/l	14,7	10,2	30,5%	33	29,8%
total phosphorous	mgP/l	2,9	2,7	6,3%	34	2,2%
zinc	µg/l	93,8	86,2	8,0%	31	5,4%

Échantillons quotidiens représentatifs prélevés à l'aide d'un échantillonneur

Projets pour les années à venir:

- **étude de la possibilité de produire du biochar à partir des copeaux de bois de saule récolté;**
- **recherche pilote sur l'eau en vue de sa réutilisation partielle**

Bonne et constante élimination de l'azote total

aquaduin

CONCLUSION

Diminution de la dureté de l'eau potable
Stabilité microbiologique
Pas de problèmes avec les micropolluants

Amélioration des valeurs naturelles de l'environnement dunaire

Adaptation au changement climatique :
Par le réapprovisionnement constant de la nappe phréatique dunaire
le niveau de la nappe est assuré

La distribution d'eau potable est assurée et sécurisée
Prix compétitif

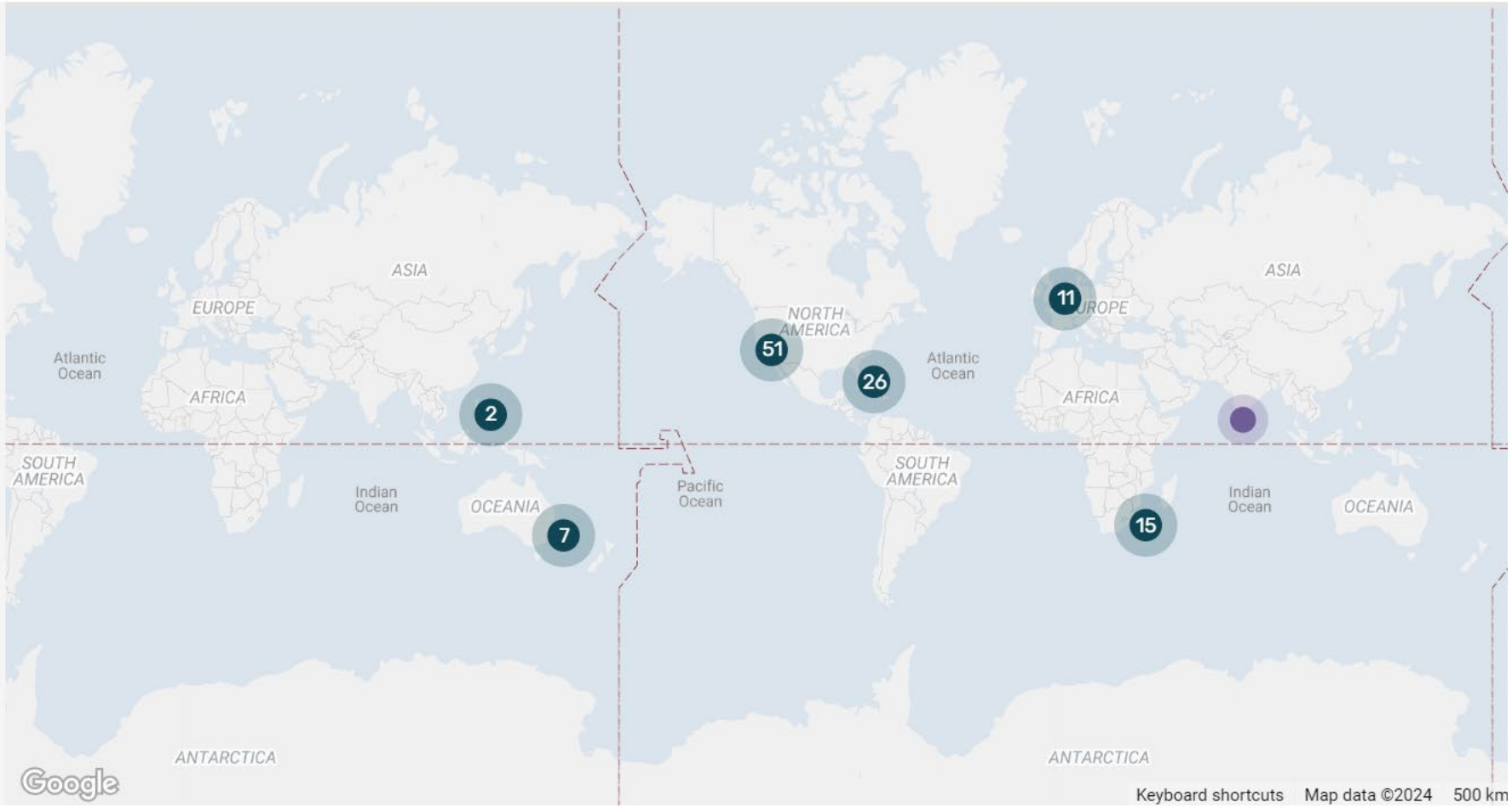
La **QUALITÉ** devrait toujours être la **PRIORITÉ**

Global Connections Map

Currently Under Construction
Hold tight, a bigger better map is coming soon!

Click on the markers to show how water is managed across the world.

This resource has been developed by the Water Services Association of Australia in partnership with the WaterReuse Association,




QUESTIONS?