

- Colloque SQP 2019 -

Merci à tous nos commanditaires!



MATÉRIAUX PAYSAGERS LTÉE



Stantec



Institut de recherche
en biologie végétale



Groupe
ROUSSEAU LEFEBVRE
design + environnement



aiglon indigo
Végétaux et semences indigènes

espace
pour la
vie **jardin botanique**
montréal



Gloco
Sème l'excellence depuis 1919
Seeds nature since



Les Sols
Champ d'ain



GRUPE DE TRAVAIL
SUR LES TOITURES
VÉGÉTALISÉES



rameda

SBSC
Environnement

Et nos partenaires diffuseurs!



FÉDÉRATION INTERDISCIPLINAIRE
DE L'HORTICULTURE
ORNEMENTALE
DU QUÉBEC



Réseau
Environnement



Colloque SQP 2019 2 Mai 2019 - Innovation phytotechnologique – Montréal



13e colloque annuel de la SQP Innovation en Phytotechnologie Montréal, Jardin Botanique le 2 Mai 2019

LES PISCINES SANS CHLORE – TRAITEES PAR DES PHYTOTECHONOLOGIES

Dirk ESSER – SINT, Global Wetland Technology, International
Organization for natural bathing waters

Bref Bio :

Creation de la **Société d'Ingénierie Nature & Technique (SINT)** en **1991** afin de développer un nouveau procédé de traitement des eaux usées, **les filtres plantés de roseaux**, sous licence du Cemagref (aujourd'hui IRSTEA) – plus de 500 stations construites.

En **2007**, vente du fond de commerce de la SINT (15 salariés, CA > 1 M€):

- L'activité "construction des stations d'épuration" à



www.syntea.fr

soyons Nature!

- L'activité « ingénierie – conseil » à



www.sinbio.fr



Est devenu une société unipersonnelle – activité de conseil, de R&D...(agrément ministériel en tant que prestataire R&D) dans le domaine de l'eau

Bref Bio suite :

Membre fondateur en 2009 de l'Organisation internationale des eaux de baignade naturelles (IOB) - aujourd'hui secrétaire : <https://iob-ev.com/en/> - organization regroupant 13 associations nationales de baignade biologique regroupant 600 personnes morales et physiques

Membre fondateur en 2013 de Global Wetlands Technology (GWT) - aujourd'hui président : www.globalwettech.com/en/ organization regroupant 10 entreprises leaders mondiales dans la conception des “marais filtrants”

Je travaille actuellement sur 3 projets de réhabilitation / rénovation de baignades biologiques publiques en France, en partenariat avec SINBIO (www.sinbio.fr) et POLYPLAN (www.polyplan-umwelt.de/en/)

dirk.esser@sint.fr

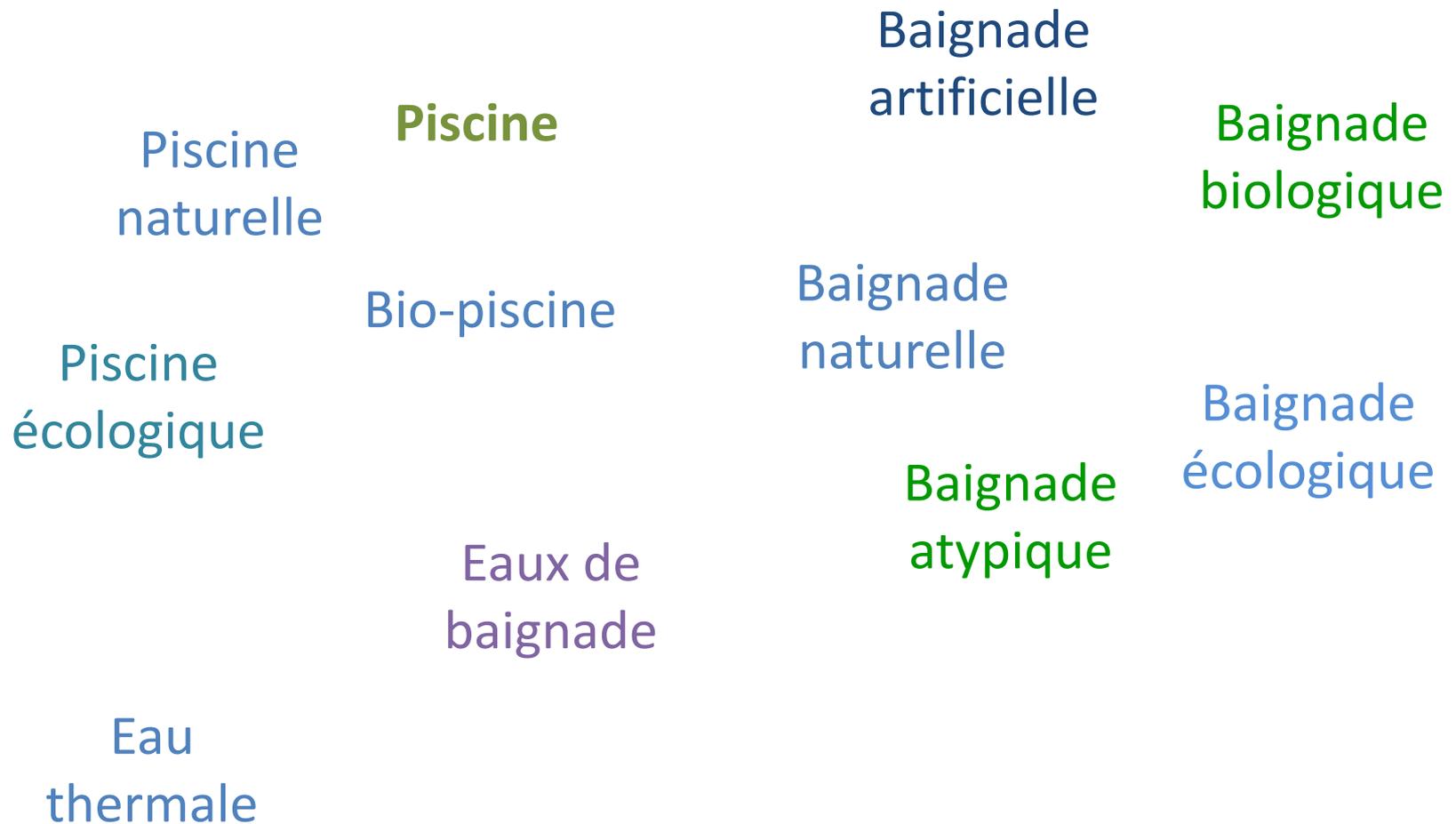


PLAN

- **Qu'est-ce qu'une baignade biologique**
- **Un peu d'histoire**
- **La situation en France et dans le monde**
- **Ce qu'il faut traiter et comment**
- **Les différents types de baignades biologiques**
- **Les cadres réglementaires**
- **Exemples de réalisations**
- **Pour en savoir plus...**

Qu'est-ce qu'une baignade biologique ?

La terminologie



Qu'est-ce qu'une baignade biologique ?

Une baignade biologique **n'est pas une piscine** – tout au moins en France !

Décret du 10 avril 2019 relatif à la sécurité sanitaire des baignades artificielles. **Baignade artificielle** : baignade dans de l'eau séparée des eaux de surface ou des eaux souterraines par aménagement.

Article D 1332-1 du code de la santé publique : les eaux d'une piscine doivent être désinfectées et désinfectantes

~~Piscine naturelle~~

~~Bio-piscine~~

~~Piscine écologique~~

Baignade artificielle

Baignade biologique

Baignade naturelle

Baignade écologique

Baignade atypique

Eaux de baignade

Article R 1322-1 du code de la santé publique

Eau thermale

Directive 2006/7/CE Article L1332-2 du code de la santé publique



Qu'est-ce qu'une baignade biologique ?

La réglementation française distingue deux types de baignades artificielles :

→ Système ouvert : l'eau de la baignade est exclusivement alimenté et renouvelé (réglementairement en 12 heures pendant l'ouverture) par de l'eau neuve non recyclée et non traitée

→ Système fermé : l'eau de la baignade est en tout ou partie traitée et recyclée : **baignades biologiques** (vrais ou faux)

Qu'est-ce qu'une baignade biologique ?

Quelques définitions :

- « l'eau est traitée exclusivement à l'aide de moyens biologiques et mécaniques afin d'obtenir la qualité biologique souhaitée sur le long terme » (site web IOB <https://iob-ev.com/>)
- « Les étangs de baignade diffèrent piscines conventionnelles notamment par le fait qu'il s'agit d'écosystèmes créés artificiellement dans lesquels le traitement de l'eau est entièrement ou partiellement biologique. Ceci peut être soutenu par des moyens techniques » (recommandations allemandes pour la planification, la construction et l'entretien des étangs de baignade privés)
- « Il n'y a pas de produits chimiques ou d'autres dispositifs, tels que UV, ozonateurs, ionisateurs, systèmes au sel, utilisés pour désinfecter ou stériliser l'eau de la piscine. Toute la clarification et la purification de l'eau de la piscine est entièrement réalisée par des processus biologiques et biochimiques naturels » (site web association américain : <http://www.aspnsp.org/about.html>)

Qu'est-ce qu'une baignade biologique ?

Quelques définitions (2) :

- « La filière de traitement vise à abattre la charge en azote, en phosphore, en matière organique dissoute et particulaire par filtration, métabolisation microbienne et exportation végétale (complexe substrat-microorganismes-plantes). Cette filière vise également à réguler les populations de microorganismes, notamment pathogènes, par des stratégies naturelles de prédation et de concurrence trophique, en essayant de mettre en œuvre de façon artificielle un écosystème naturel complexe. » AFSSET (aujourd'hui ANSES) RAPPORT d'expertise collective Comité d'Experts Spécialisés « Evaluation des risques liés aux eaux et aux agents biologiques » Groupe de travail « Baignades artificielles », Février 2009

Un peu d'histoire

- **1990** – Premières baignades biologiques publiques en Autriche et Allemagne
- **1996** – Première baignade biologique publique en Italie
- **2000** – Première baignade biologique publique en Suisse
- **2002** – Combloux – Première baignade biologique en France
- **2003** – Première réglementation allemande sur les baignades biologiques publiques
- **2009** – Rapport Afsset sur les risques sanitaires liés aux baignades artificielles en France
- **2011** – Nouvelle réglementation allemande sur les baignades biologiques publiques
- **Avril 2019** – publication des premiers textes réglementaires réagissant les baignade biologique en France (décrets et arrêtés)



La situation en France et dans le monde

Pays	BB publiques
Allemagne	200
Autriche	60
France	30
Suisse + Lichtenstein	9
Italie	9
Pays-Bas	8
Belgique	2
Danemark	2

Pays	BB publiques
Pologne	2
Suède	2
USA	1
Canada	1
Philippines	1
Chine	1
Angleterre	1
Australie	1
Nouvelle-Zélande	1

Source : IOB

Ce qu'il faut traiter

- a) Les pathogènes (risques sanitaires)
- b) Le phosphore (car c'est le facteur limitant la croissance d'algues – turbidité et risques sanitaires)
- c) La matière organique (sous forme de pollution organique – risques sanitaires et esthétique)

Traiter les pathogènes in situ



■ Cladocera: Bosmina



■ Cladocera: Ceriodaphnia



■ Cladocera: Daphnia

ZOOPLANCTON :

Projet DANA :

13 baignades analysées en 2007 et 2008

42 à 454 729 individus/ m³

Filtration moyenne entre une fois tous les 10 à 60 jours et

2 à 5 fois par jour

Traiter les pathogènes en filtre biologique externe

Abattement de E. Coli par un filtre biologique granulaire librement drainé en laboratoire, en fonction de la charge hydraulique, de la hauteur de filtration et des concentrations en entrée

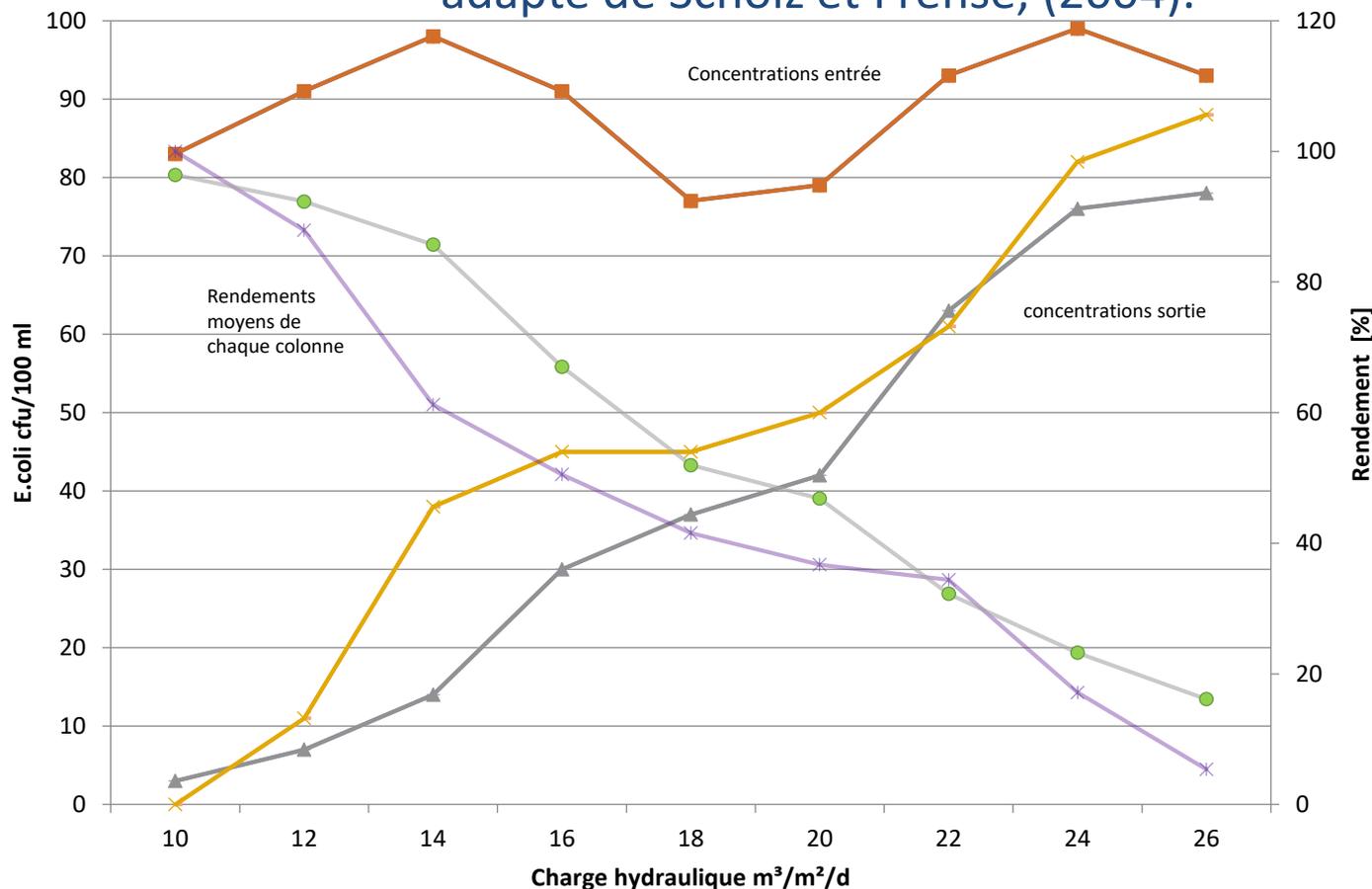
hauteur du filtre (m)	charge hydraulique (m ³ /m ² /j)	Concentrations en E.coli (NPP/100 mL)	Abattement en %
1,7	6	100	100
1,7	12	2000	99,9
1,2	12	500	99,3
1,2	12	2000	99,4
1,2	24	500	99,4
1,2	24	2000	99,2
0,8	12	500	98
0,8	12	2000	97,7

(source : Kunst, Université d'Hanovre, 2007 ; avec l'aimable autorisation de POLYPLAN).

Traiter les pathogènes en filtre biologique externe (suite)

Performance d'élimination d'Escherichia coli en fonction de la charge hydraulique de deux colonnes filtrantes insaturées (conditions de laboratoire)

- adapté de Scholz et Frehse, (2004).



Comparaison traitement biologique et traitement par chloration

- La chloration est sans doute plus efficace contre E. Coli et autres bactéries pathogènes
- Ceci n'est pas forcément le cas contre certains virus, qui sont résistants au chlore, et contre des protozoaires parasites tels que Giardia et Cryptosporidium (voir Bruns et Pepler, 2019 : Hygienic quality or public natural swimming pools, Water Supply, 19.2, pages 365 – 370)
- Cette question nécessite encore de recherches !

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

- IOB - IOB Int IOB_Gl IOB Int IOB Int About Swir IOB - Water transla deutsch DGfNB: Sta DeepL Nouvelle wasser WasserWer weitz a Alg X

https://www.weitz-wasserwelt.de/algenkiller/algenl

Rechercher

Les plus visités Deutsche Bahn: bahn... Accueil | Voyageur Voyages-sncf.com : V... Booking.com: 1 033 4... PREVISIONS METEO F... translation - Traductio... DeepL Traducteur Trainline

WEITZWASSERWELT  

+49 (0) 6022 - 2 12 10 +41 (0) 71 - 672 36 03

COMPTE PANIER

Gesamten Shop durchsuchen ...

ALGENKILLER BRILLIANT TOUS LES ÉTANGS AQUARIUMS SETS ACCESSOIRES

Instructions Killer d'Algues-Protect:

150 g de granulés sont suffisantes pour max. 10,000 litres. Dosage proportionnel pour d'autres volumes d'eau et selon le degré d'infestation d'algues. Saupoudrer le Killer d'Algues-Protect selon les instructions de dosage ou bien placez dans le sachet d'utilisation accompagnant. Killer d'Algues-Protect est une nouvelle composition pour la protection efficace et durable des surfaces d'eau comme tels que tuyaux, pompes, bâches, etc. Contre les algues filamenteuses et glissantes. Les algues meurent et sont éliminées par suite par des micro-organismes NGM, de haute qualité. L'élimination des algues résulte en une perte d'oxygène, pour les bassins à poissons, il est recommandé d'assurer un approvisionnement suffisant en oxygène. Les lampes UV doivent être éteintes au début de l'utilisation.

Killer d'Algues-Protect, ingrédients et agents actifs:

Microorganismes NGM, vivants, (6x10⁹; Risikogr. 1; UBA 24820003), silicium, zéolite, calcium, magnésium, etc. Terbutryn (2 mg/g), Monolinuron (3 mg/g)

BAuA-Reg-Nr.: N-69763

Marquage selon la directive 98/8 CE: Utiliser les algicides avec précaution! Avant toute utilisation, lisez l'étiquette et les informations concernant le produit!

Proven Expert | 976 Kundenbewertungen | ★★★★★ SEHR GUT | 100 % Empfehlungen | *Empfehlung! Sehr guter Service! Schnelle Lieferung und sehr sorgfältig...* | Mehr Infos ⓘ

Taper ici pour rechercher

SQP20... Draft ... courrie... 17011... TW Sc... évoluti... Algen...

17:35 28/04/2019



Eichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

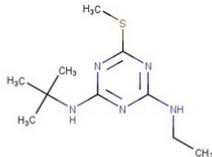
IOB In IOB_G IOB In IOB In About Swi IOB - Watc transla deutc DGfB: Sta DeepL Nouve Ter X INERIS Kemikaali Buy O

https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/ Rechercher

Les plus visités DB Deutsche Bahn: bahn... Accueil | Voyageur Voyages-sncf.com : V... Booking.com: 1 033 4... PREVISIONS METEO F... translation - Traductio... DeepL Traducteur Trainline

Terbutryn

Other names: Regulatory process names [2] IUPAC names [10]

Substance identity	Hazard classification & labelling	Properties of concern
<p>EC / List no.: 212-950-5</p> <p>CAS no.: 886-50-0</p> <p>Mol. formula: C10H19NS</p> 	 <p>Warning! According to the classification provided by companies to ECHA in CLP notifications this substance is very toxic to aquatic life, is very toxic to aquatic life with long lasting effects, is harmful if swallowed, is harmful if inhaled, causes serious eye irritation and may cause an allergic skin reaction.</p> <p>At least one company has indicated that the substance classification is affected by impurities or additives.</p>	<p>Ss</p>
<p>Biocidal Uses</p> <p>This substance is being reviewed for use as a biocide in the EEA and/or Switzerland, for: preservation films, preservation of fibres, leather, rubber, or polymers, preservation for construction materials.</p>		

about INFOCARD - Last updated: 24/11/2018



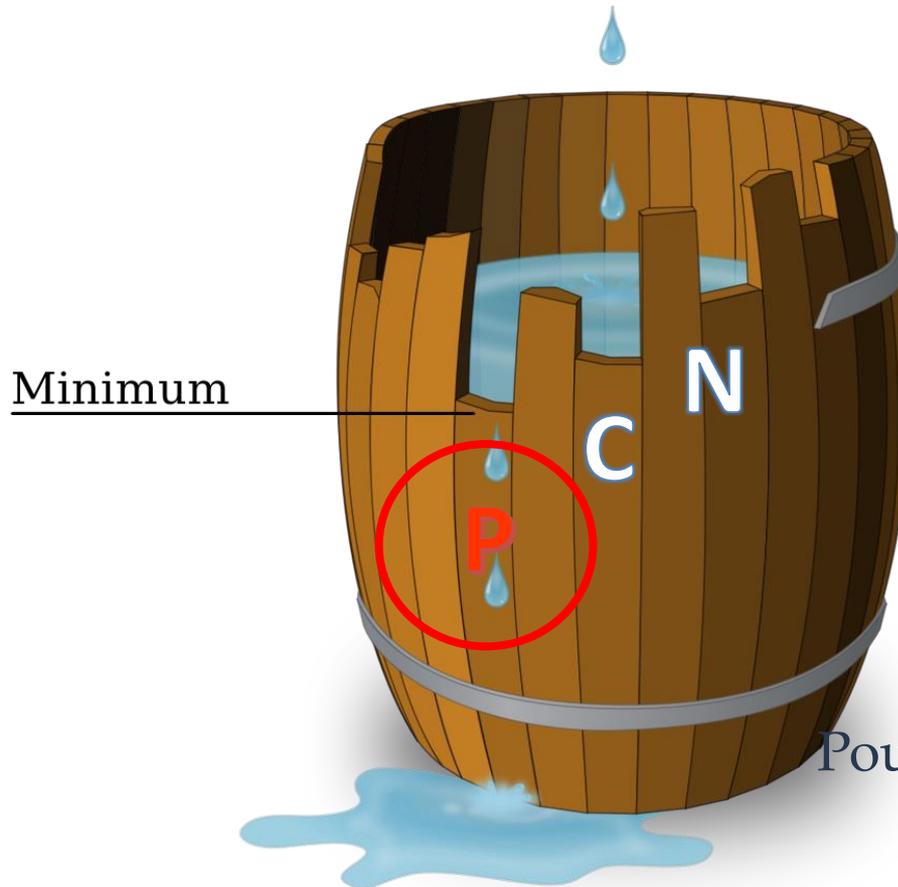
Traiter le phosphore pour limiter la croissance algale

- Une baignade biologique n'est pas stérile (ou stérilisée, ou désinfectée) !
- Donc on n'intoxique pas les organismes, y compris les microorganismes, bactéries et algues !
- Mais comment limiter alors la croissance des algues ?
- **Réponse : en premier lieu en limitant la disponibilité des nutriments, ou plus exactement du nutriment qui est déjà limitant.**

Loi de Liebig sur le minimum :

Loi formulée en 1840 par Justus von Liebig, et selon laquelle la croissance d'une plante est limitée par l'élément assimilable dont la concentration dans le milieu est la plus faible (« facteur limitant »).

(LAROUSSE)



Pour les baignades biologiques
publics

L'eau en sortie du biofiltre :



Le niveau trophique et le niveau de la production primaire dans un lac – et dans une baignade biologique - sont déterminés par la disponibilité du phosphore

Tableau 2. État trophique et concentration en phosphore des eaux de milieu lacustre (source : Pellerin & al., 2011).

	P total ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Chlorophylle en suspension ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Transparence (m)
Oligotrophe	< 10	< 3.5	> 4
Mésotrophe	10 - 30	3,5 - 9	2 - 4
Eutrophe	30 - 100	9 - 25	1 - 2
Hypertrophe	> 100	> 25	< 1

- Pellerin, H., Dorioz, J.-M., and Morel, C. (2011). Bilan environnemental du phosphore. In "Sols et environnements" (M.-C. Girard, C. Walter, J.-C. Rémy, J. Bertheluin and J.-L. Morel, eds.), pp. 358-377. Dunod, Paris, France.

Types d'algues en fct de la conc en P

Microalgues en suspension, turbidité

Algues filamenteuses

dépôts minces, croûtes, dans le biofilm

Désert



10

20

30

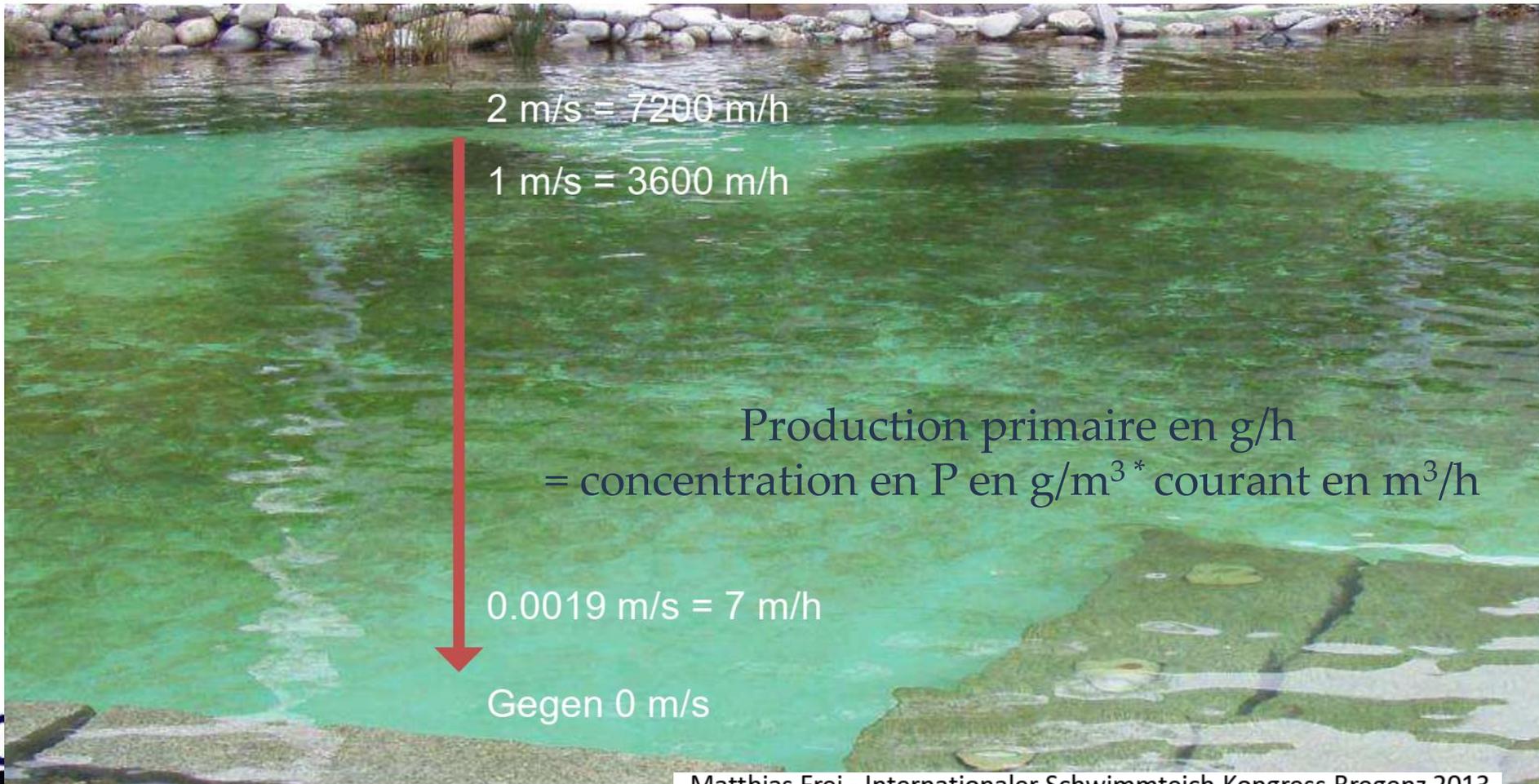
40

50

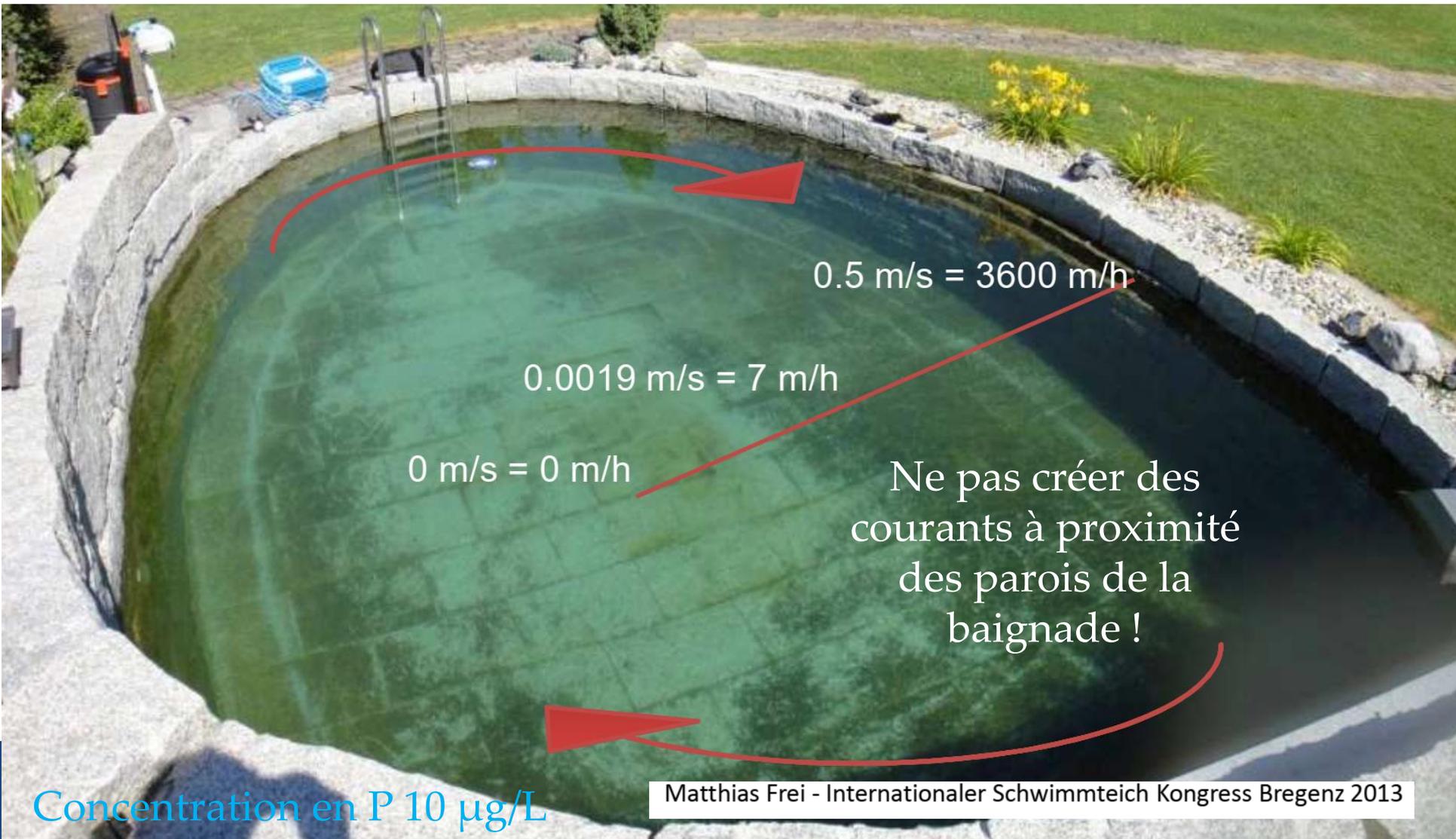
100

P_{tot} [$\mu\text{g/l}$]

Augmentation de la disponibilité du phosphore pour algues sessiles par le mouvement de l'eau



Augmentation de la disponibilité du phosphore pour algues sessiles par le mouvement de l'eau



Il faut équilibrer les entrées et les sorties des matières, notamment du phosphore, qui n'est pas biodégradable

Les entrées :

- Par les environs (pluie, poussière, feuilles, animaux...)
 - *Éviter l'apport des eaux de ruissellement ou des ponts capillaires avec le sol autour ! Eloigner les animaux et l'avifaune !*
- Par les baigneurs (*entre 50 et 100 mg P par baigneur*)
 - *Les inciter à se savonner et doucher avant de se baigner*
- Par l'eau de remplissage !

La qualité de l'eau de remplissage

Tableau 6. : Limites de qualité physico-chimique des eaux neuves recommandées par l'IOB.

pH	Conductivité	TAC	TH	Concentration totale en phosphore
6 - 9	< 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	> 10 °f	> 10 °f	< 0,02 mg/L

La réglementation française impose < 30 $\mu\text{g}/\text{L P}$,
en Allemagne, la réglementation demande < 10 $\mu\text{g}/\text{L P}$

NOTA : l'eau potable n'est pas limitée en phosphates, dans certaines communes, des phosphates sont même ajoutées pour éviter la corrosion des conduites !

Limiter les apports en eau de remplissage et les traiter si nécessaire !

Il faut équilibrer les entrées et les sorties des matières, notamment du phosphore, qui n'est pas biodégradable

Le phosphore doit être sorti de la baignade sous forme solide, car il n'est peut pas être transformé en gaz (comme le C et le N) par voie biologique. Il en y a différentes voies possibles :

Tableau 3. Voies d'exportation du phosphore dans une baignade à filtration biologique.

Fixation sous forme solide	Sorties
Flottants (avant dégradation de la MO...)	Skimmer, Ecumoires (→ tout le P qui peut être sortie avant qu'il rentre vraiment...)
Sédimentation (avec de la MO, du carbonate de calcium...)	Nettoyage manuel (après stockage en profondeur), nettoyage automatique (robots...)
Assimilation par les plantes (0,25% de la MS) - subaquatiques surtout (Myriophyllum, Potamogeton...)	Récolte des plantes
Assimilation par le biofilm bactérien (0,5% de la MS)	Récolte du biofilm
Assimilation sur des matériaux spécifiques - Calcaires - FeOH	Changement du massif filtrant

MO : matière organique / MS : matière sèche
Hydroxyde de fer : FeOH / Tout le P : tout le phosphore

Hypothèses prises dans la réglementation allemande de 2011

Type de traitement		Rendement		Charge maxi m/day
		Phosphore	E.coli	
Filtres verticaux plantés				
	saturés	20,00%	90,00%	3
	librement drainé	20,00%	90,00%	3
Filtres verticaux non-plantés				
	saturés	20,00%	85,00%	5
	librement drainé	20,00%	90,00%	10
zone plantée écoulement de surface				
	veg immergées	40,00%	10,00%	5
	veg émergentes	30,00%	10,00%	5

Les différents types de baignade

Eaux stagnantes type I ↔ Eaux courantes type IV et V

Type	Descriptif	Filtration	Filtre biologique granulaire	% zone de régénération par rapport à la surface totale (à titre indicatif)
I	Absence de pompes et filtration in situ uniquement	In situ uniquement	non	> 50 %
II	Ecumoires de surface (skimmers) seulement et filtration in situ uniquement	In situ uniquement	non	> 50 %
III	Ecumoires de surface + circulation active de l'eau entre zone de baignade et zone de régénération (de type zone plantée et/ou filtre biologique granulaire à écoulement lent)	In situ / Ex situ	non/oui	> 30 %
IV	Ecumoires de surface + filtration biologique granulaire à écoulement rapide	In situ / Ex situ majoritaire	oui	> 20 %
V	Ecumoires de surface + filtration biologique en unité technique externe	In situ / Ex situ majoritaire	oui	Selon système

Baignade de type II



Cette baignade ne présente pas de filtre ou de recirculation active de l'eau. Les eaux de surface sont reprises par skimmer (non visible sur la photo). Une zone importante de plantes subaquatiques, bien visibles sur la photo, traduit un type 2 : cette zone est nécessaire pour traiter l'eau et absorber le phosphore.

Baignade de type V

Photo 4. Baignade de type 5
(www.bio.top - www.freiraum.cc)



Le filtre biologique compact sans plante externe (dissimulé sous le platelage) permet d'identifier une baignade de type 5. Le phosphore est retenu par un filtre à cartouche spécifique (également dissimulé).

Les cadres réglementaires pour les baignades biologiques publiques

- Définissent une fréquentation maximale journalière
- Une qualité physico-chimique de l'eau de baignade et de l'eau de remplissage (notamment concentration du P, mais en Allemagne aussi ammonium, alcalinité, dureté, fer et manganèse)
- Et surtout la qualité bactériologique : E.coli, Entérocoques, Pseudomonas aeruginosa ☹ et, en France seulement, staphylocoques dorées.
- La fréquence des analyses bactériologiques

Quelques exemples de réalisations de baignades biologiques publiques





Sulz



Conception : Wasserwerkstatt Wien



Sulz

Conception : Wasserwerkstatt Wien



Bingen am Rhein

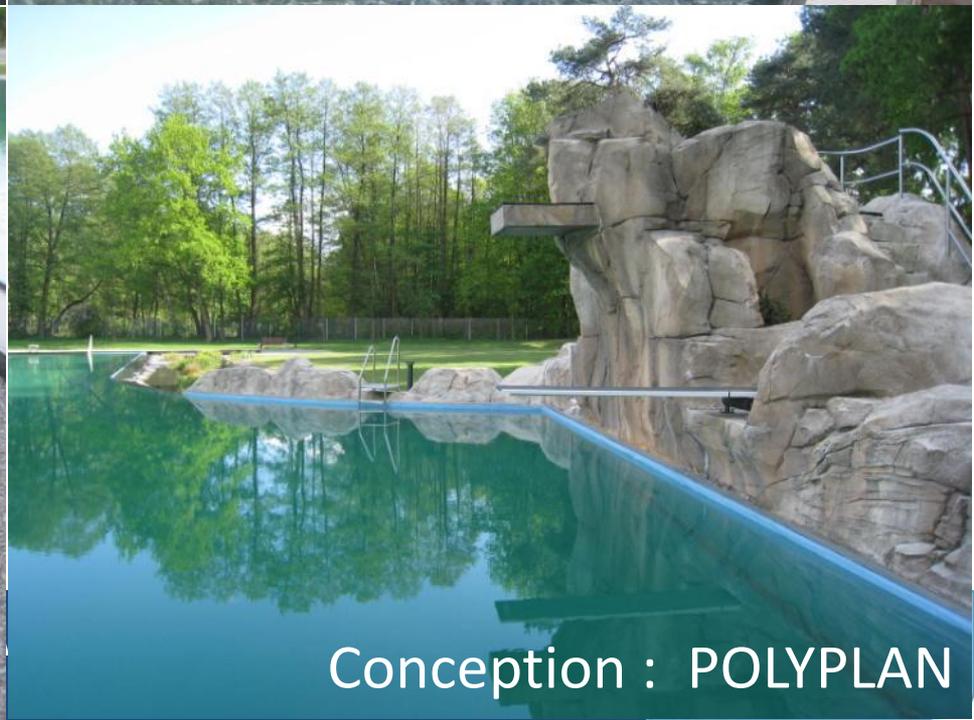
Conception : POLYPLAN



Bingen am Rhein

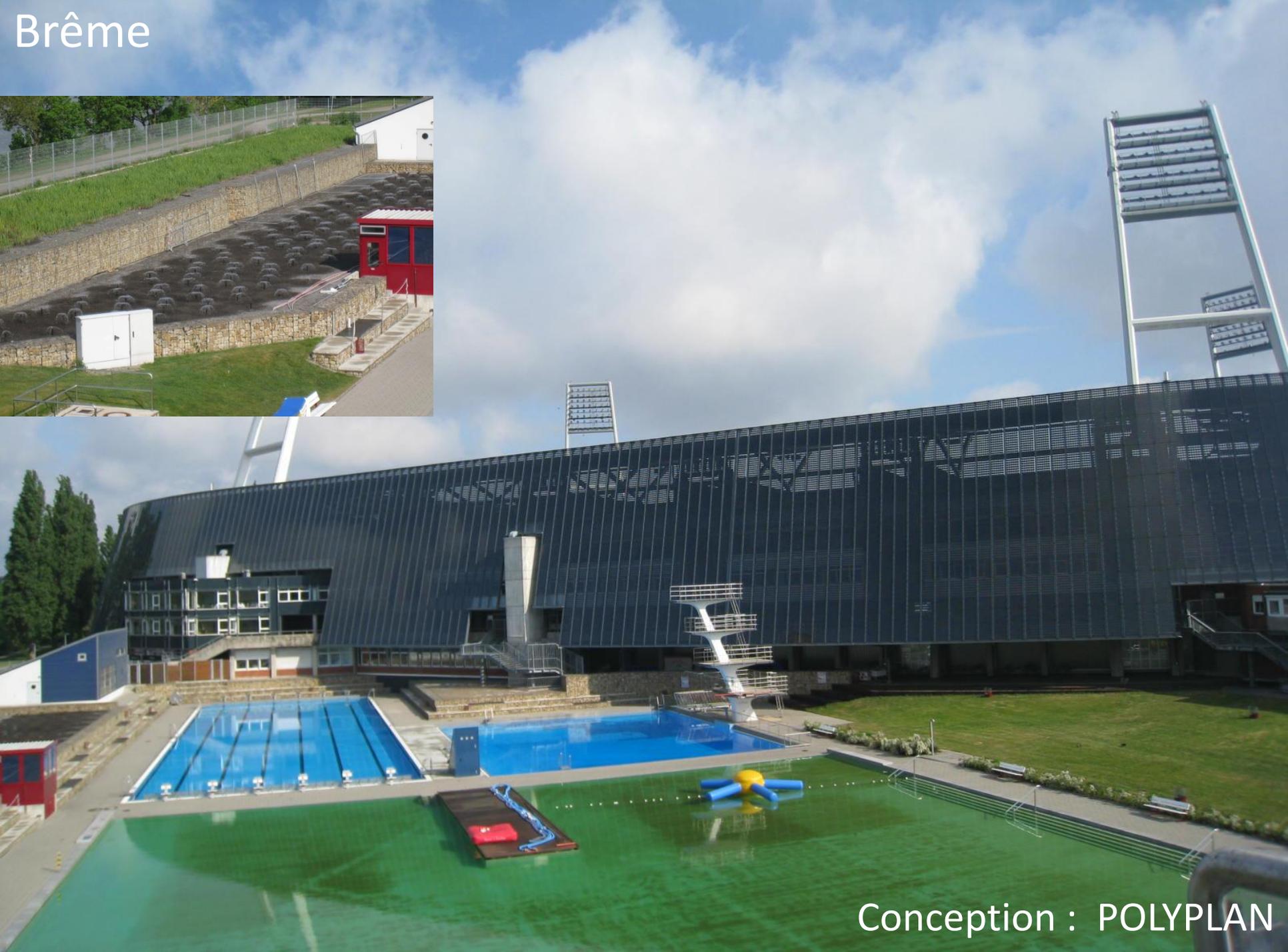
Conception : POLYPLAN

Zeven (près de Brême)



Conception : POLYPLAN

Brême



Conception : POLYPLAN

Combloux



Conception : Green-Concept – étude de rénovation par SINT en cours

Mont-Près-Chambord



Conception : Green-Concept – étude de rénovation SINBIO/POLYPLAN



Edmonton



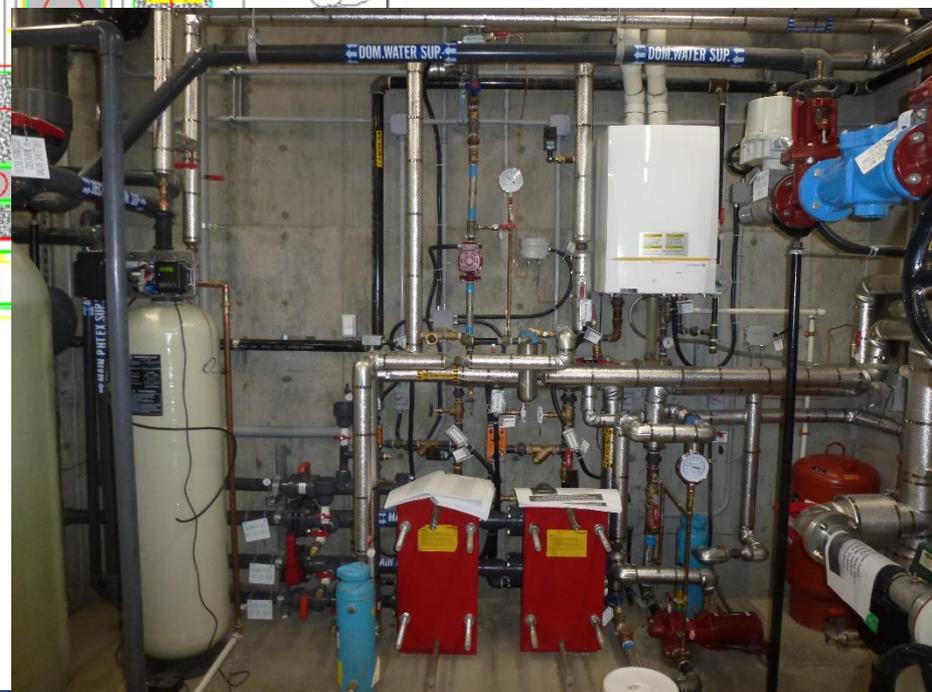
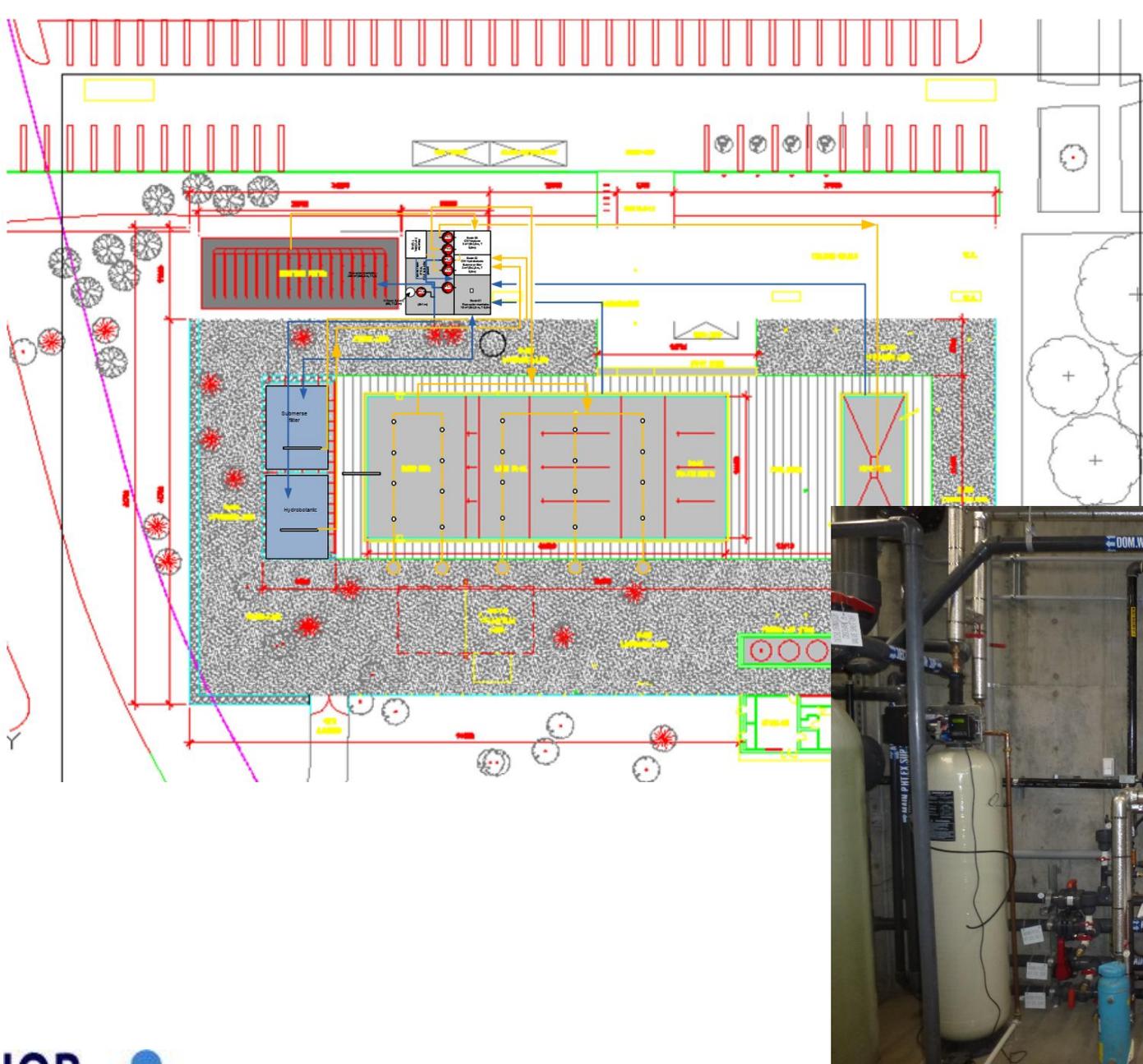
Conception et photo : POLYPLAN



Colloque SQP 2019 2 Mai 2019 - Innovation phytotechnologique – Montréal



Baignade
biologique
Edmonton.
Conception,
plans et photos
POLYPLAN

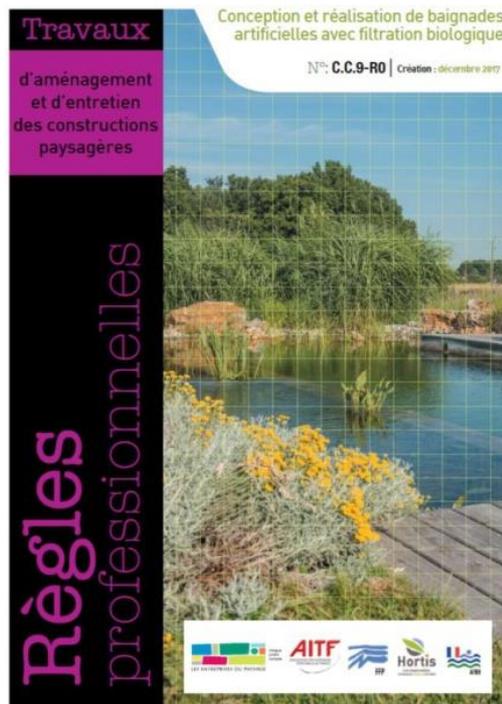


Equipements aqualudiques



Pour en savoir plus...

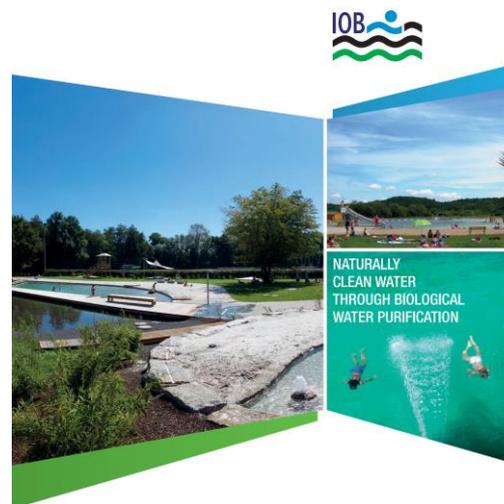
Règles professionnelles UNEP :



C.C.9-R0 : CONCEPTION ET RÉALISATION DE BAINADES ARTIFICIELLES AVEC FILTRATION BIOLOGIQUE (2017)

<http://www.lesentreprisesdupaysage.fr/tout-savoir/r%C3%A8gles-professionnelles/les-r%C3%A8gles-parues/c-c-9-r0-conception-et-r%C3%A9alisation-de-baignades-artificielles-avec-filtration-biologique>

Brochure IOB :



NATURALLY CLEAN WATER THROUGH BIOLOGICAL WATER PURIFICATION

https://www.unserebrochuere.de/IOB_GB.pdf



Pour en savoir plus...



International Organization for natural bathing waters

IOB – 10th international congress

Meet the experts under the motto: “Amazement and surprise with Swimming Ponds and Natural Swimming Pools”.

Le 10ème Congrès international des étangs de baignade aura lieu les 9 et 10 septembre 2019 à WARSAW, dans

l'hôtel ARCHE HOTEL KRAKOWSKA, un hôtel de congrès moderne.

<https://iob-ev.com/en/10th-convention/>



Et le mot pour la fin...

- La recherche et le développement des baignades biologiques a été à ce jour entrepris et financé par les acteurs économiques du secteur, tous des PME avec des ressources limitées, et avec peu d'aides. Il sera peut-être temps que la recherche universitaire s'y intéresse un peu plus ?

13e colloque annuel de la SQP Innovation en Phytotechnologie Montréal, Jardin Botanique le 2 Mai 2019

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

LES PISCINES SANS CHLORE – TRAITEES PAR DES
PHYTOTECHONOLOGIES

Dirk ESSER – SINT, Global Wetland Technology, International
Organization for natural bathing waters