



Traitement des PFT (tensioactifs perfluorés) dans les eaux souterraines

Retour sur cinq ans d'expérience : Technologies et bilans financiers

INTERSOL PARIS MARS 2015

ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH

Allemagne · France · Italie · Suisse · Pologne · Roumanie

Tel: +33.3.88.68.79.91.

Fax: +33.3.88.68.04.99.

Mail: julien.bendler@zueblin.de

www.zueblin-umwelttechnik.com

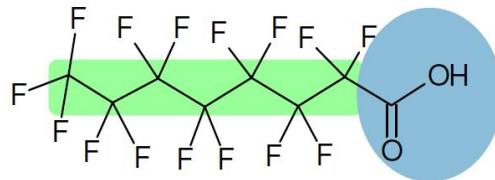
Rédaction: Hans-Georg EDEL / Présentation: Julien BENDLER

- Introduction – chimie des PFT
- Origine des PFT dans l'eau
- Législation
- Installations de Züblin Umwelttechnik
- Cas 1: industrie chimique (essai pilote)
- Cas 2: aéroport
- Coûts spécifiques de traitement
- Conclusion

- Les PFT (tensioactifs perfluorés) sont de la famille des PFC (Composés perfluorés et polyperfluorés)
- Composés principaux:

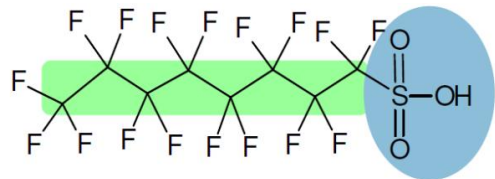
Acide perfluorooctanoïque

C8 = **PFOA**



Sulfonate de perfluorooctane

C8 = **PFOS**



- Particularités:
 - facilement solubles dans l'eau
 - faiblement solubles dans les huiles
 - stabilité chimique et thermique élevée
 - non biodégradables

- Problématique:
 - persistant dans l'environnement
 - bioaccumulation dans les organismes vivants (8,5 ans de demi-vie dans l'organisme humain)
 - toxicité
 - mobilité

Source: Pabel, U. (2009)



Origine:

- Utilisation de mousses d'extinction additivées aux PFT par les pompiers lors d'incendies ou des exercices.
- Traitement de surfaces métalliques
- Traitement de surface dans l'industrie du papier et du carton
- Traitement des textiles
- Présence dans des fertilisants agricoles (boues de STEP)
- Lessivage/épandage de déchets ou de boues contenant des PFT (ex: en Allemagne en 2006)

Prises de vue d'un accident ferroviaire: convoi de citernes
17. Février 2002 à Osnabruck (Allemagne)

Source: Geo-Data

Abréviation	Dénomination	Formule chimique
PFBA	Acide perfluorobutanoïque	$F_3C-(CF_2)_2-COOH$
PFPeA	Acide perfluoropentanoïque	$F_3C-(CF_2)_3-COOH$
PFHxA	Acide perfluorohexanoïque	$F_3C-(CF_2)_4-COOH$
PFHpA	Acide perfluoroheptanoïque	$F_3C-(CF_2)_5-COOH$
PFOA	Acide perfluorooctanoïque	$F_3C-(CF_2)_6-COOH$
PFNA	Acide perfluorononanoïque	$F_3C-(CF_2)_7-COOH$
PFDA	Acide perfluorodecanoïque	$F_3C-(CF_2)_8-COOH$
PFBS	Sulfonate de perfluorobutane	$F_3C-(CF_2)_2-SO_3H$
PFHxS	Sulfonate de Perfluorohexane	$F_3C-(CF_2)_4-SO_3H$
PFOS	Sulfonate de Perfluorooctane	$F_3C-(CF_2)_6-SO_3H$

France: Pas de valeurs réglementaires pour les eaux

Europe: Norme de qualité environnementale de 65 ng/l pour les eaux de surface

Seuls les Etats-Unis et l'Allemagne sont plus avancés en termes législatifs :

Réglementation		Valeur réglementaire
Etats-Unis (Minnesota)	Valeur sanitaire limite	PFOS = 300 ng/L
EPA (Etats-Unis)	Valeur sanitaire provisoire dans l'eau de boisson	PFOS = 200 ng/L
Allemagne	Valeur guide	Σ PFOA + PFOS = 300 ng/L

A titre de comparaison, des études ont montré la présence de PFOS dans de nombreux cours d'eau en Europe:

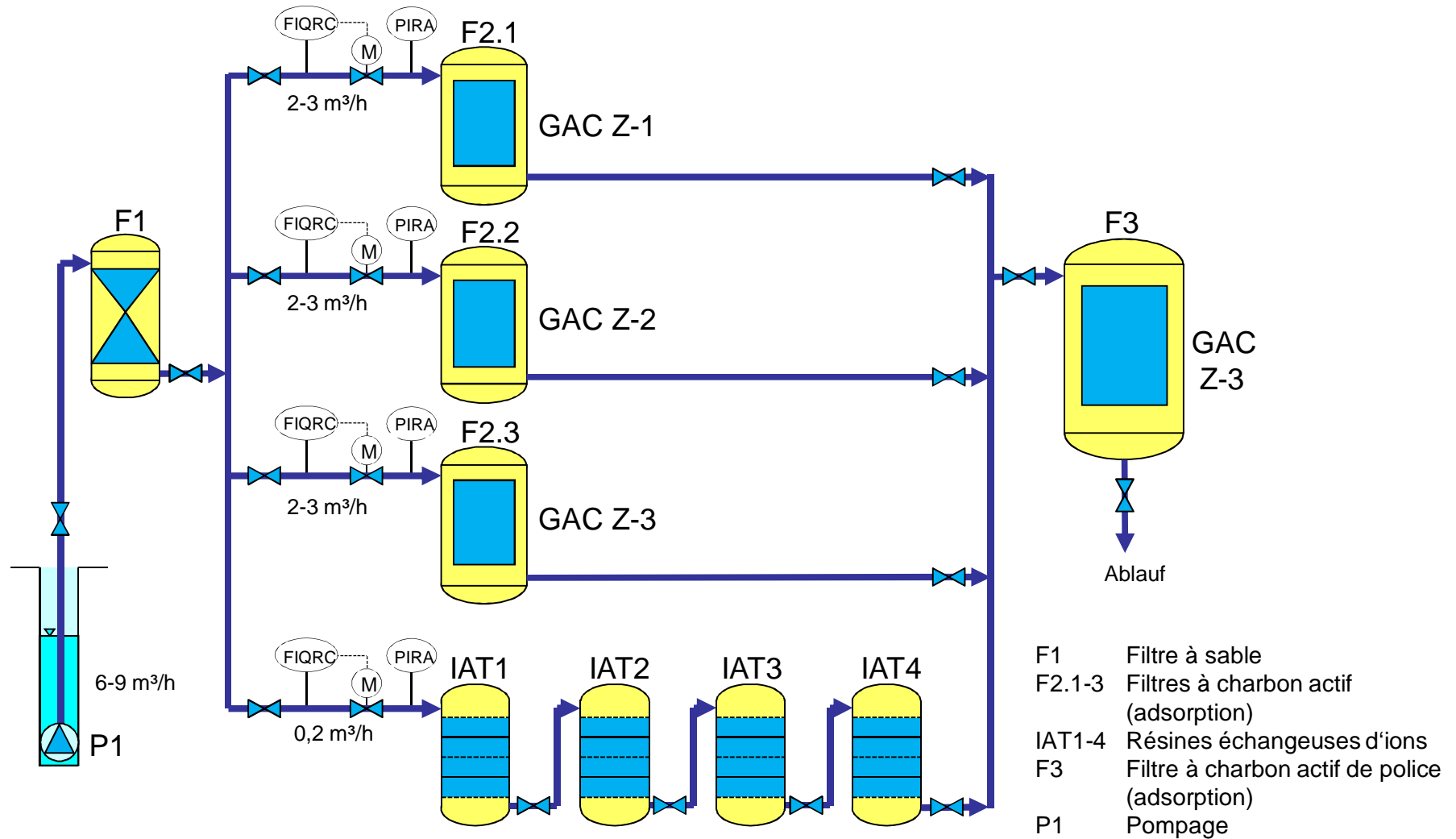
Pays	Rivière	Concentration en ng/L
Belgique	Scheld (Escaut)	154
Pays Bas	Non précisée	110
France	Seine	97
Slovénie	Krka	1371
Royaume-Uni	Severn	238
Allemagne	Rhin vers Vesel	32

Source INERIS (2012)

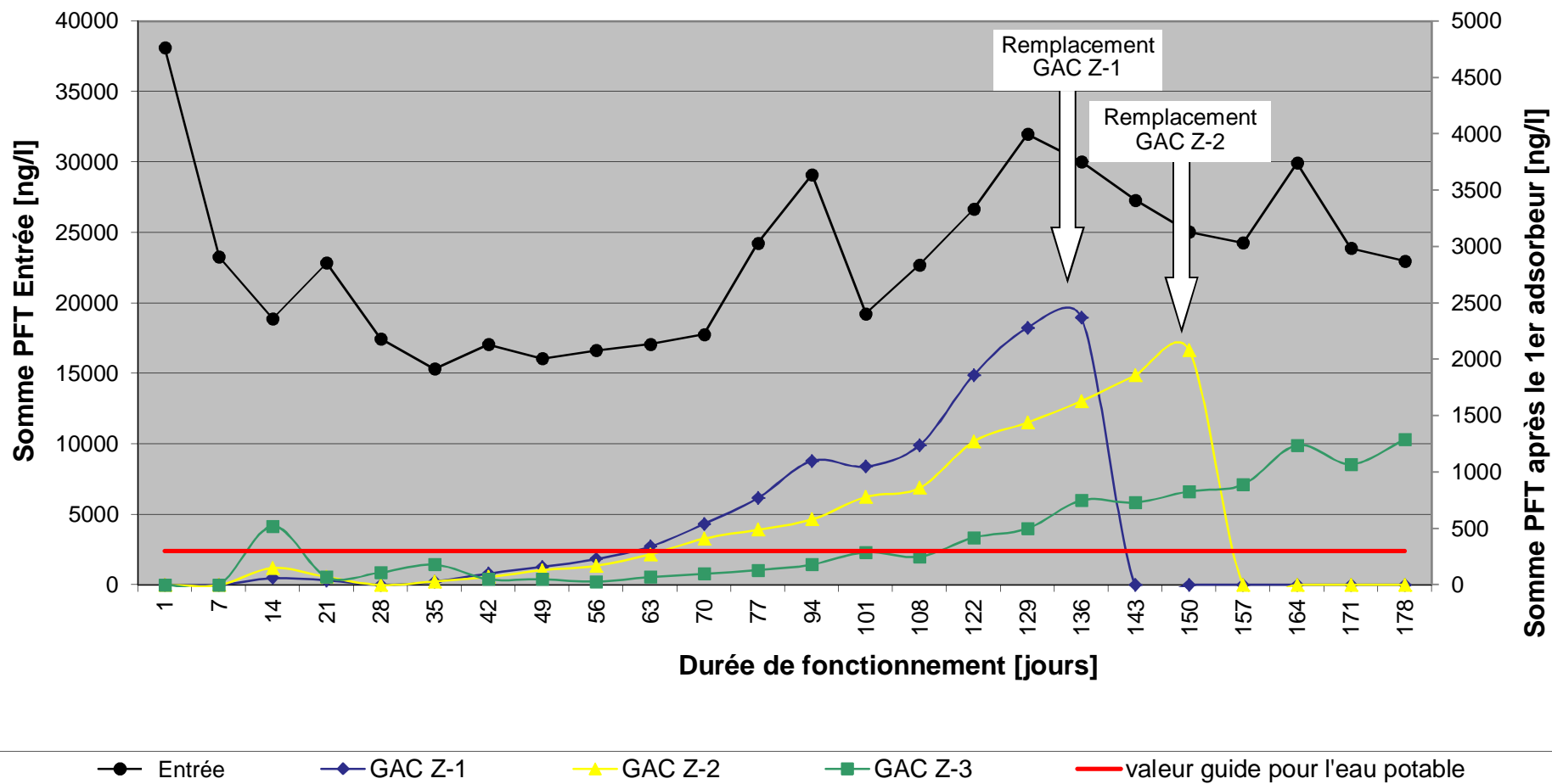
Activité	Durée du traitement	Q _w [m ³ /h]	Σ PFT [µg/L]
Site pétrolier	Depuis 10/14	100	1 - 2
Aéroport	03/14-11/14	10-30	1,5 - 2
Industrie chimique	Depuis 04/14	60-80	5-10
Industrie chimique	09/12-03/14	5-10	20 - 35
Aéroport	01/13-12/14	2-5	4 - 30
Aéroport	01/12-04/14	50	0,4 - 3
Site pétrolier	Depuis 08/11	360	10-100
Site pétrolier	04/10-08/11	100	100
Site pétrolier	Depuis 02/10	50	100
Site pétrolier	Depuis 07/13	5	3 - 5
Incendie	11/13-12/13	3	10-200
Industrie chimique	01/12-04/14	1	1-10
Site pétrolier	05/11-06/11	5	n.c.
Laverie industrielle	01/10-07/10	1	4-8
Incendie	10/09-12/09	1	n.c.



- **Site**
Industrie chimique (Allemagne), aire d'exercice des pompiers
- **Durée**
9/2012 – 3/2014 (pilote)
- **Composants de l'installation**
 - Filtre à sable
 - Filtres à charbon actif
 - 3 types de charbon différents
 - Résines échangeuses d'ions
 - Filtre de police (charbon actif)
- **Débit**
6 – 9 m³/h
- **PFT**
PFOS (principalement PFOA)
 - Entrée: 20-35 µg/L
 - Sortie: < 0,01 µg/L
 - Objectif: < 0,3 µg/L valeur limite en Allemagne pour la qualité „eau potable“
- **Particularités**
débit constant régulé par ligne d'essai



Comparatif : efficacité de différents types de charbon actif





- **Site**
Industrie chimique, aire d'exercice des pompiers
- **Durée**
depuis 04/2014
- **Technique de traitement**
2 filtres à charbon actif en série
- **Débit**
60 – 80 m³/h
- **PFT**
PFOS (PFOA en majorité)
 - Entrée: 5-10 µg/L
 - sortie: < 0,01 µg/L
 - Objectif: < 0,3 µg/L
- **Particularités**
 - 5 puits de pompages avec débits variables
 - Utilisation de charbon actif réactivé
 - Estimation de durée de fonctionnement avant remplacement de charge: 24 mois



- **Site**
Aéroport
- **Durée:**
04/2014 – 11/2014
- **Technique de traitement**
 - déferrisation/démanganisation
 - filtres CA-eau (4 Filtres)
- **Débit**
10-30 m³/h
- **PFT**
PFHxS, PFOS (principalement PFOA)
 - Entrée: 1-2 µg/L
 - Sortie: < 0,01 µg/L
 - Objectif: < 0,3 µg/L
- **Particularités**
 - Présence de PFHxS
 - Présence de composés annexes (fer, manganèse nécessitant un traitement complémentaire)

Consommation de CA basée sur une capacité d'adsorption de 0,05% de la masse (moyenne de 0,1 à 0,01%)

Concentration PFT. [µg/L]	Flux - PFT [kg/a]	Consommation de C.A.[kg/a]	Coûts spécifiques* [€/m ³]
0	0	0	0,18
1	0,22	438	0,19
5	1,1	2.190	0,21
10	2,19	4.380	0,24
50	10,95	21.900	0,48
100	21,90	43.800	0,78

* y.c. installation,
consommation charbon actif,
consommation électrique,
exploitation, maintenance et
réactivation du charbon actif.

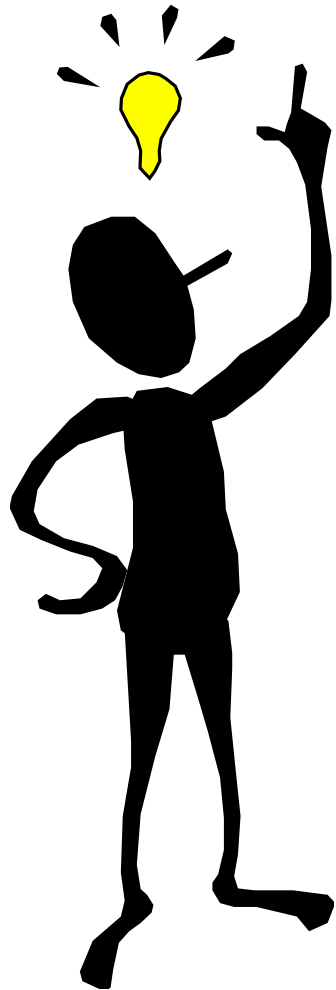
Matrice	Coûts spécifiques** [€/m ³]
Résine échangeuse d'ions	4,80
Charbon actif synthétique	12,90
Charbon actif type I	0,40
Charbon actif type IV	2,30
Charbon actif Züblin	0,01 – 0,60

** estimation des
coûts des
consommables

Source: Ulrich, H. (2014)
Entwicklung einer
Sanierungstechnologie für
PFC-haltige Grundwässer,
Séminaire sur les PFC à Augsburg,
Présentation

Pollution des eaux souterraines par des PFT - les points à retenir:

- Principalement liée aux mousses d'extinction
- PFOS, PFOA, PFHxS sont en général les plus fréquents
- Concentrations basses et flux relativement faibles
- Efficacité inégale de l'adsorption sur les charbons actifs
- Les charbons actifs sont réactivables (sous conditions) lorsqu'ils ont servi au traitement des PFT
- Les coûts de traitement sont maintenant maîtrisés du fait de l'expérience de nombreux projets
- Traitement des PFT réalisable y compris en présence d'autres polluants (COHV, HCT, métaux mais en conditions de traitement particulières)



ZÜBLIN Umwelttechnik Agence France
6, rue Gutenberg - B.P. 197
67725 HOERDT Cedex

Votre contact

BENDLER Julien

Tel: +33.3.88.68.79.91.

julien.bendler@zueblin.de