



Institut de la Filtration et des
Techniques Séparatives

LA FILTRATION D'EAU DE PISCINE

Marie Andrée SIRVAIN

marie.sirvain@ifts-sls.com IFTS - 47510 Foulayronnes, Agen



Eau de piscine et Filtration

Sommaire

Substances dans l'eau et Filtration

Technologie: Filtration sur milieux filtrants dans des filtres

Caractéristiques des milieux filtrants / des filtres

- milieux filtrants granulaires – lit filtrant, précouche (en vrac)
- milieux filtrants structurés – poche, cartouche, membrane

Caractéristiques des milieux filtrants / des filtres in-situ
(projet de norme AFNOR S52L)

Caractérisation des milieux filtrants / filtres

dans le nouveau Centre d'Essais Roger Ben Aïm-IFTTS à Agen depuis 2018

Eau de piscine et Filtration

Filtration de l'eau en circuit fermé ⇔

⇔ Eau de piscine claire, désinfectée, désinfectante

0.1 nm	1 nm ~ 100-500 g/mole	10 nm ~ 1000 g/mole	0.1 μm	1 μm	10 μm	50 μm	100 μm
urée chloramine THM 60-420 g/mole	colorants ions ex MgSO ₄	protéines virus	colloïdes		visible à l'œil cheveu		
			microorganiques bactéries	matières en suspension			
Osmose inverse	Nano filtration	Ultra filtration	Microfiltration		Filtration en profondeur, sur support, sur précouche		
			Coagulation-floculation ----->				

Filtration = écoulement de l'eau et Rétention des substances par effets
 mécaniques en solution et chimiques mécaniques en suspension et chimiques mécaniques

Technologies de filtration - Eau de piscine

		Filtration		
en profondeur à travers		sur précouche	sur support	sur membrane
un garnissage épais	un lit de grains (> 0.5 mm environ) sur une hauteur de 0.5-1 m ou plus	d'adjuvant de filtration (particules < 0.2-0.5 mm) sur 1-3 mm d'épaisseur	cartouche poche	membrane
milieux filtrants : matériaux en vrac → structure			milieux filtrants structurés	
objets très poreux	sable, anthracite, granulés de verre	diatomite, perlite, fibres de cellulose micronisées	toile, non-tissé, feutre	membrane
filtre à garnissage épais	filtre à lit épais	filtre à cadres, à bougies	filtre à cartouche(s) poche(s)	module(s)
<p>Performances de rétention des substances réelles de l'eau de piscine :</p> <p>données partielles, qualitatives, difficiles à qualifier pour chaque substance ou toutes & pour chaque filtre / milieu filtrant / grade de milieu filtrant</p>				

Performances de rétention des **substances réelles de l'eau de piscine** :
données partielles qualitatives, **difficiles à qualifier**
pour chaque substance ou toutes
& pour chaque filtre / milieu filtrant / grade de milieu filtrant

Eau de piscine : **compatibilités / résistances thermiques, chimiques, mécaniques**
Ecoulement de l'eau **caractéristiques hydrauliques**
Rétention des substances **caractéristiques filtrantes et aptitude à la régénération**

**Filtration = Compromis entre Ecoulement d'eau facile/rapide
et Rétention forte et durable de substances petites , très petites**

- Caractéristiques déterminées suivant des méthodes normalisées à l'aide de polluants de référence (filtration)
- plusieurs types de données **chiffrées comparables**: choix et dimensionnement pour nouvelles piscines/réhabilitation, révision en exploitation (dans une certaine mesure)

Commissions: **AFNOR/P91B**, piscines privées - **CEN/TC 402**, piscines, -
AFNOR/P40A, Eau potable, **AFNOR S52L**, piscines publiques (travaux en cours)

Caractéristiques des milieux filtrants

Media granulaires : **lit filtrant et précouche**

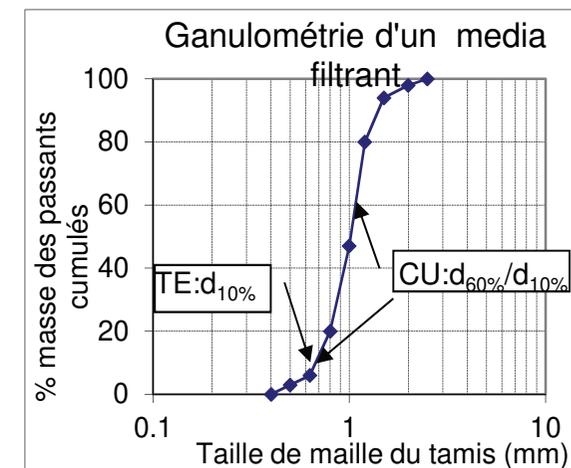
Compatibilités / Résistances thermiques, chimiques, mécaniques
(vérifier la structure du milieu filtrant)

- Composition : *milieu filtrant propre, sans relargage de matières dans l'eau*
Teneur en Si, C, Zn, matières solubles (dans l'eau, l'acide...), volatiles, cendres, de produits inorganiques granulaires pour l'eau (ou seulement certains)

Structure

- Analyse granulométrique (tamisage, diffraction laser) : *grains calibrés (même taille - couche régulière sur toute la hauteur, sans fines particules), plutôt petits (meilleure rétention mécanique)*
- Masse volumique en vrac non tassée, tassée, sèche... : *grains peu denses (moins lourd à transporter, à porter par le filtre, à soulever au contre-lavage)*
- Porosité interstitielle (lit, précouche) : *porosité élevée (eau s'écoule sous faible perte de charge pour une section donnée)*

Résistance à l'attrition-friabilité: *grains durs, pas de petites particules par chocs (lit filtrant lavé), par pompage (adjuvant)* (granulométrie stable sinon changer un peu ou tout le milieu filtrant)



Caractéristiques des milieux filtrants

Media granulaires : **lit filtrant et précouche**

Caractéristiques hydrauliques

- Courbe débit / perte de charge – perméabilité → consommation d'énergie ($E = DP \cdot Q$)
→ surface filtrante minimale du filtre pour traiter un débit Q

*faible DP à faible vitesse; MAIS filtre plus grand pour une plus grande surface de passage,
faible DP à faible hauteur : lit filtrant plutôt moins épais MAIS rétention ??,
précouche fine MAIS bien répartie??*

Caractéristiques filtrantes : retenir des particules grosses ...très petites, à T_0 , pendant le cycle (même milieu filtrant colmaté) et après lavage,

Test de filtration/colmatage d'une suspension de polluant silice (disponible, stable, répétable) à 50 mg/L (15 NTU) sur hauteur donnée de grains, à vitesse (débit nominal)

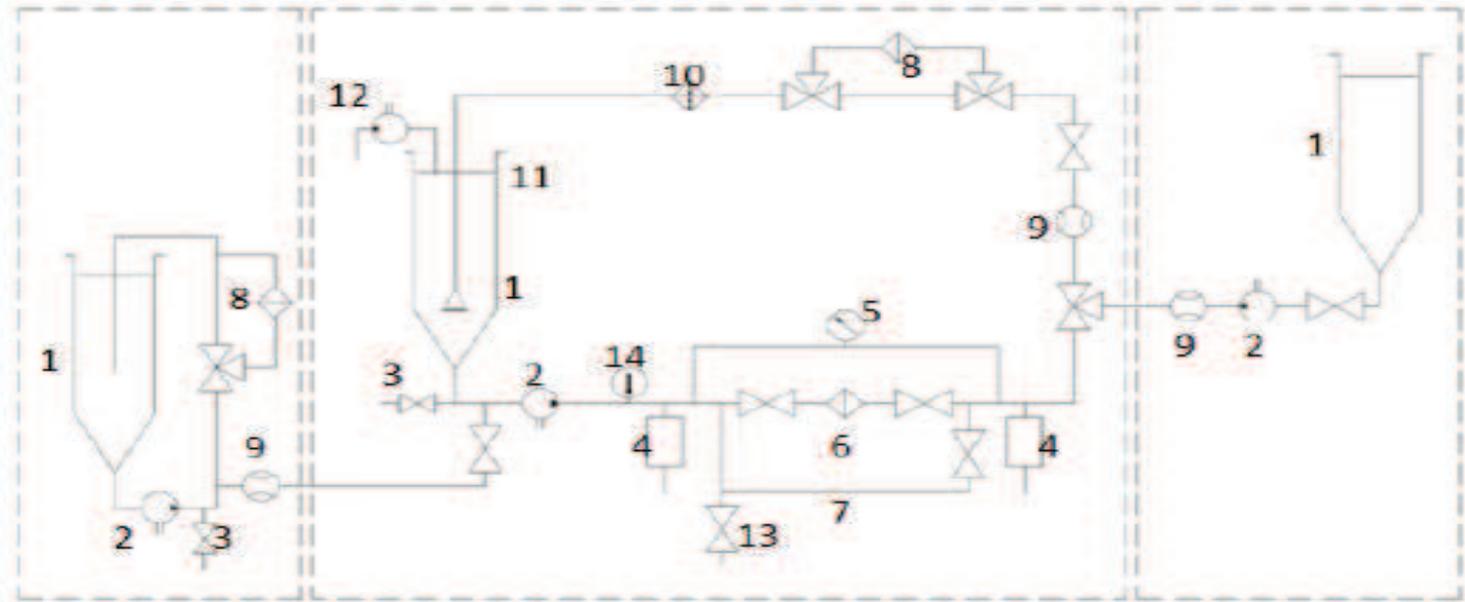
- Réduction de la turbidité en 20 cycles d'opération (filtres piscines privées)
- Courbe débit perte de charge en filtration/colmatage
- Efficacité moyenne de filtration
- Capacité de rétention : masse polluant de référence retenue jusqu'à DP (ou seuil de nettoyage)

Aptitude du milieu filtrant à sa régénération

Banc d'essais - Milieux filtrants - Efficacité de filtration



Banc d'essais IFTS
adaptable
aux divers
milieux filtrants



Circuit d'injection

Circuit d'essai

Circuit de contre-lavage



Repères	Circuit d'injection	Circuit d'essai	Circuit de contre-lavage
1	réservoir de suspension de polluant	réservoir de fluide d'essai	réservoir d'eau
2	pompe	pompe	pompe
3	prise d'échantillons	prise d'échantillons	
4		compteurs de particules*	
5		indicateur de pression amont, aval et différentielle	
6		média filtrant en essai	
7		ligne de dérivation du média filtrant en essai	
8	filtre de dépollution	filtre de dépollution	
9	débitmètre	débitmètre	débitmètre
10		échangeur de chaleur	
11		niveau de fluide maintenu constant pendant l'essai	
12		pompe (soutirage pour maintien du niveau 11)	
13		sortie d'eau de contre lavage	
14		thermomètre	

*liquide d'essai passant dans les compteurs de particules est évacué du circuit d'essai

Milieux filtrants - Efficacité de filtration

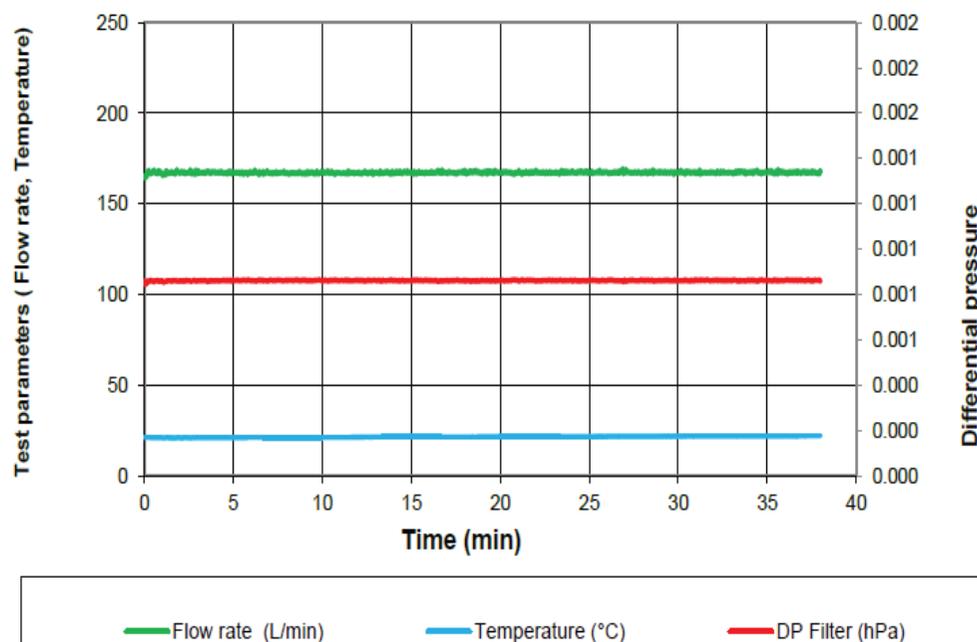
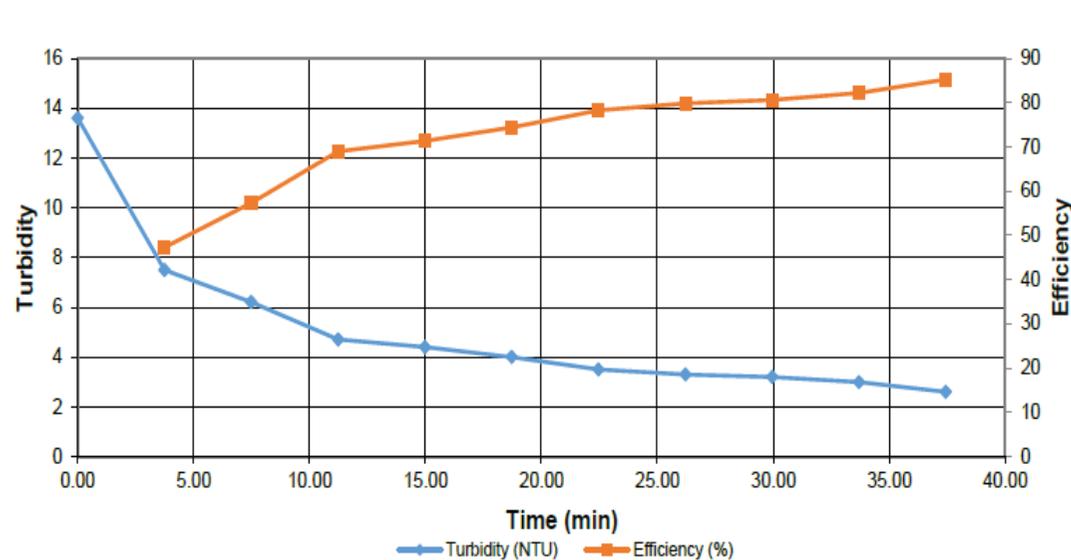
Réduction de turbidité > 50%

Filtration de 20 volumes
morts
media :

- granulométrie,
- hauteur
- vitesse nominale
- contre lavage : expansion, durée

Particules de silice 0-200 μm
à 50 mg/L turbidité ~15 NTU

(NF EN 16713-1
Filtre de piscine privée)



Efficacité moyenne de filtration de media :
(granulométrie, hauteur, vitesse nominale,
contre lavage : expansion, durée)

Particules de silice 0-200 µm -à 50 mg/L
(NF EN 16713-1)

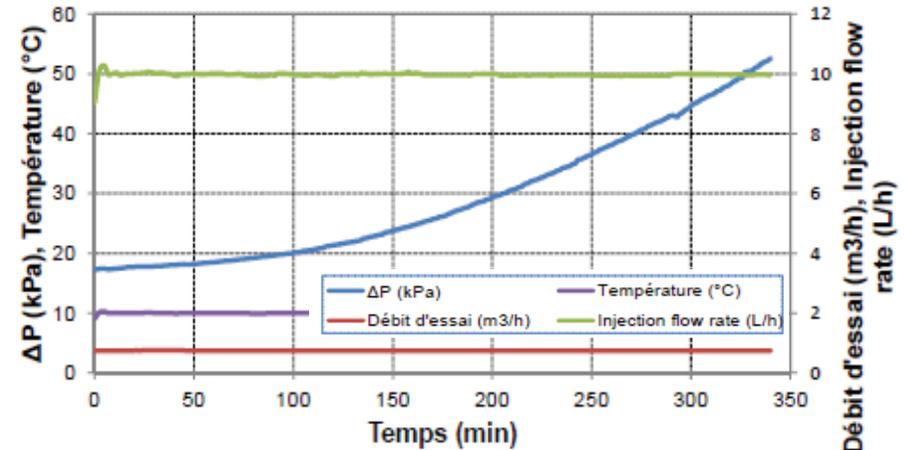
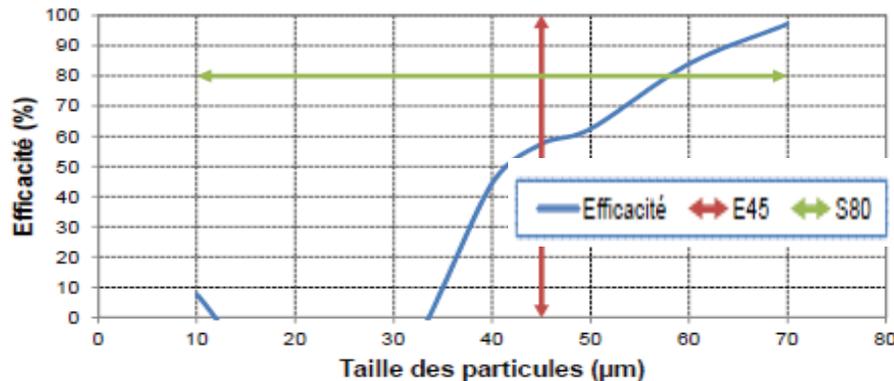
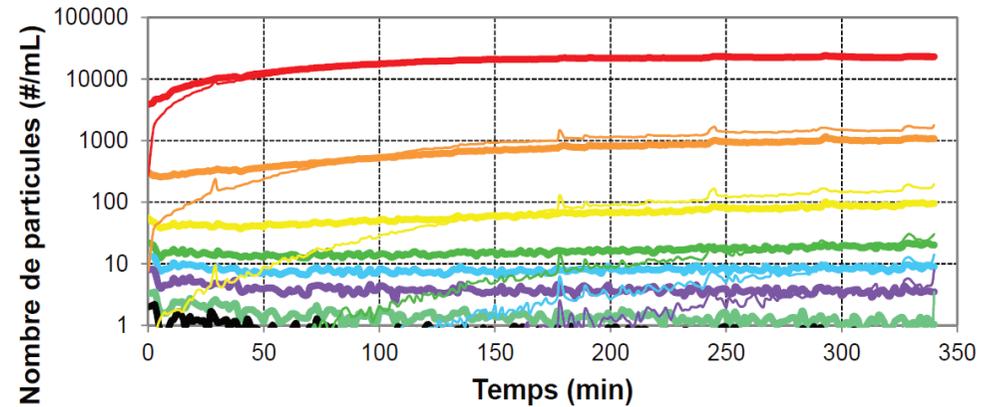
Comptage de particules en amont et en aval
>10, >20, > 30, > 40, > 45, > 50, > 60 µm

→ **Efficacité:** $Ed = \frac{Nd_e - Nd_s}{Nd_e} \cdot 100$

→ **Seuil de filtration** à 80% d'eff (S80) S80;v20;h0,9; $\Delta p_{0,7} = \dots \mu\text{m}$ (lit épais) (norme en cours)
S80;v5;m1; $\Delta p_{0,7} = \dots \mu\text{m}$ (précouche) (norme en cours)

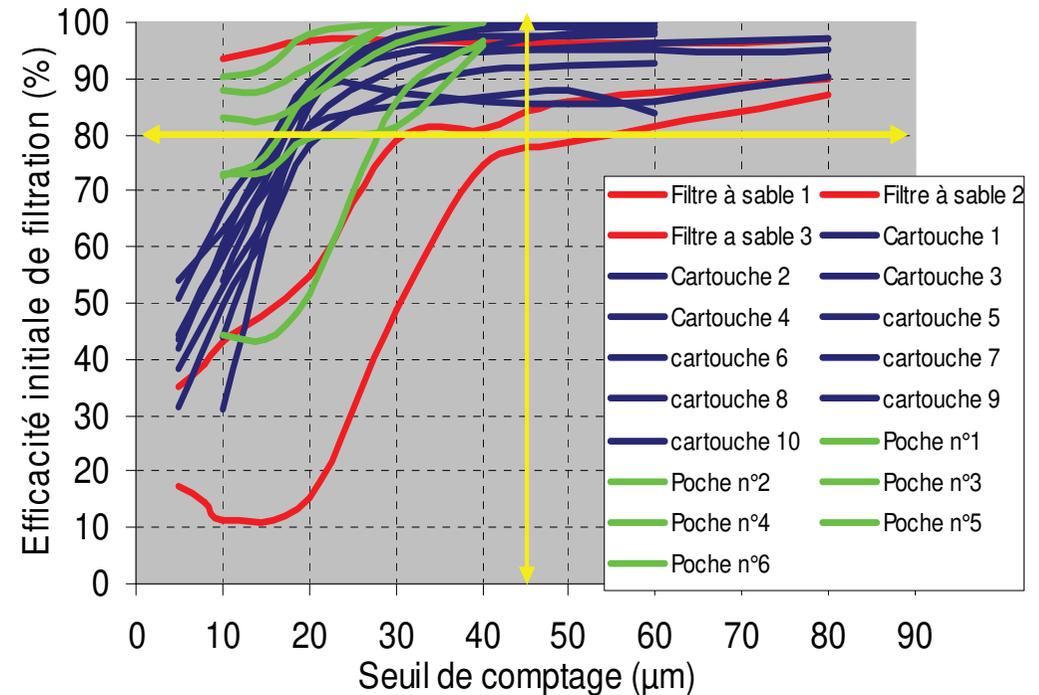
→ **Capacité de rétention:** masse de polluant retenue jusqu'à DP (ou seuil de nettoyage)

→ **Perte de charge en filtration**



Efficacité moyenne de filtration
Capacité de rétention, Cr
Perte de charge en filtration

Différentiation des media filtrants /
selon leurs conditions d'emploi
en conditions de référence
→ comparaison de produits



Aptitude du milieu filtrant à sa régénération

Essais de filtration 1, → Cr1
contre lavage aux conditions nominales (taux d'expansion, volume, durée)
Essais de filtration 2, → Cr2 $C_L: Cr2 / Cr1 * 100$

CL ; $\Delta p_{0,7}; v_{20}; h_{0,9}; e_{30}: \dots \%$ (lit filtrant)

CL ; $\Delta p_{0,7}; v_5 = \dots \%$ ou CL ; $\Delta p_{0,7}; Q_{0,5}: \dots \%$ (poche, cartouche, membrane)

Caractéristiques des milieux filtrants

Milieux filtrants **structurés** (poche, cartouche, membrane)

Compatibilités / Résistances thermiques, chimiques, mécaniques

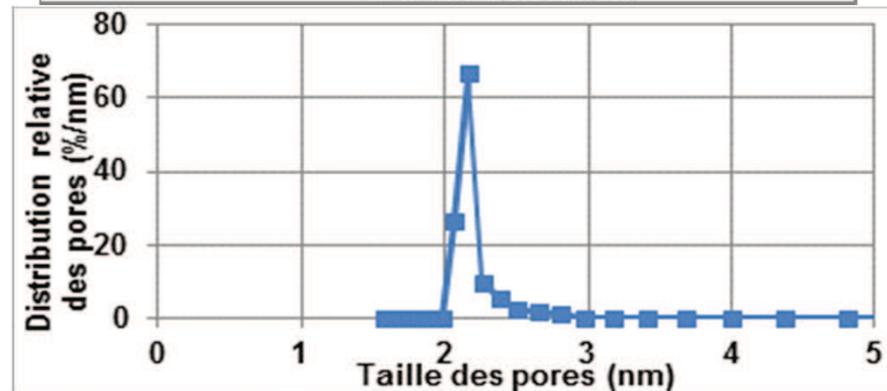
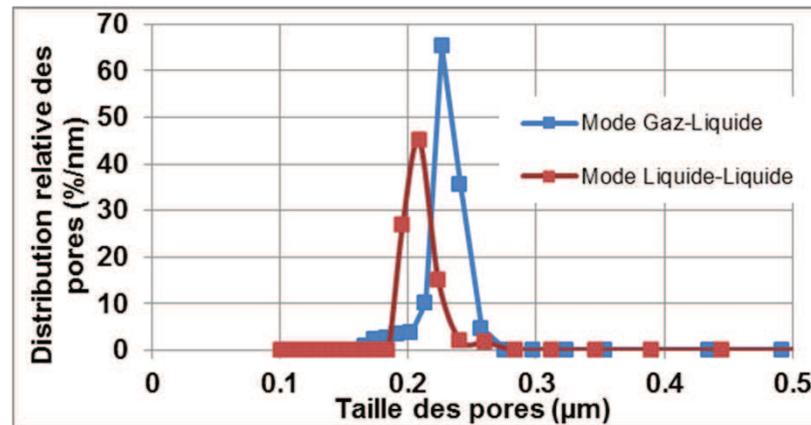
(vérifier la structure du milieu filtrant)

- Composition : *milieu filtrant propre, sans relargage de matières dans l'eau*
Teneur en matières solubles (dans l'eau, ...), oxydables (Chlore)...*ne pas nuire santé baigneurs*

- Structure Distribution des tailles de pores (porométrie de 100 μm à 3 nm) :

*Pores: du plus gros
ou le défaut (vérifier l'intégrité),
au pore de taille moyenne,
au plus petit pore.*

Poromètre IFTS



Caractéristiques des milieux filtrants

Milieux filtrants **structurés** (poche, cartouche, membrane)

Résistances *Selon le besoin, à l'aide de méthodes pour les filtres à eau (industrie)*

- Résistance mécanique du corps de filtre: *Pression statique maximale supportée*
- Pression de première bulle (point de bulle) de l'élément filtrant (1-80 μm) *Vérifier absence de défauts*
- Essais de pression cyclée sur le corps de filtre: *Résistance à des variations cycliques de pression*
- Résistance de l'élément filtrant aux variations cycliques de pression différentielle *Observation visuelle et Point de 1^{ère} bulle av. et ap. filtration colmatage (jusqu'à 2 bar) + 10 cycles de variations de DP 10 cycles de 20 s, de variations de DP (200 kPa)*
- Pression d'éclatement de media plan (*épaisseur < 3 mm environ*) *sur plage 0.7-14 bar*

Caractéristiques hydrauliques: même principe que media granulaires

Propriété hydraulique : courbe débit / perte de charge
perméabilité (*faible DP à faible vitesse; filtre plus grand pour une plus grande surface de passage*),

Caractéristiques filtrantes et aptitude à la régénération

(media annoncé à > 1 μm → mêmes principe et normes que media granulaires

(media annoncé à < 1 μm → texte en cours-Afnor S52L : polluant latex < 1 μm et talc

Banc d'essais IFTS
pour milieux filtrants de pores < 1 μm ,
aux membranes



Caractéristiques des milieux filtrants

Milieux filtrants **structurés** (poche, cartouche, membrane)

Caractéristiques filtrantes et aptitude à la régénération

(media annoncé à $< 1 \mu\text{m}$)

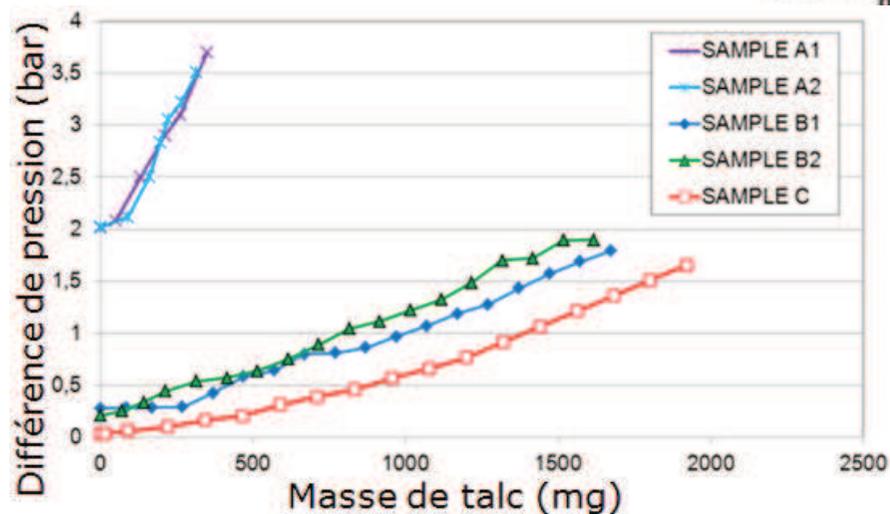
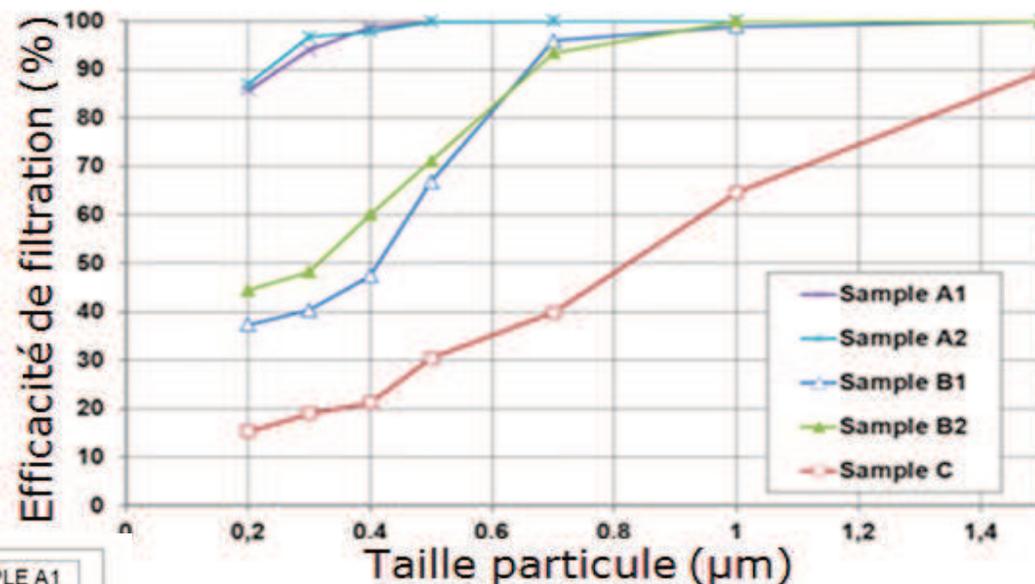
→ efficacité de filtration moyenne
sur 30 min

→ seuil de filtration

S80; v1; Δp 0,7

ou **S80; Q1; Δp 0,7:... μm .**

→ capacité de rétention



Caractéristiques des milieux filtrants

Dans le projet de norme AFNOR S52L

- **Filtres / milieux filtrants :**

- observer les le(s) milieu(x) filtrant(s) / filtre(s) à l'installation sur site
- et rassembler les documents techniques sur le(s) milieu(x) filtrant(s) / filtre(s)

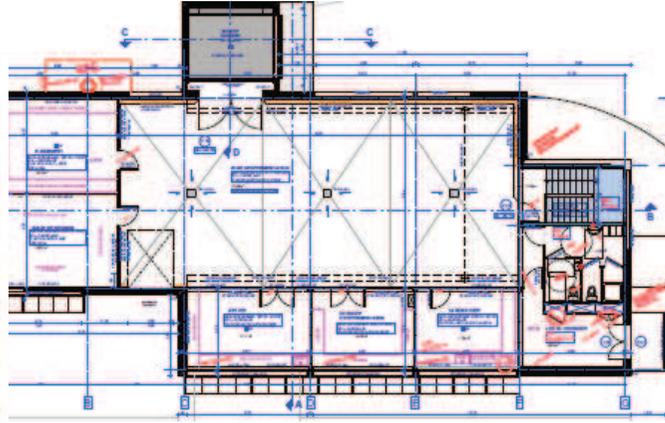
- **Essais in situ de filtres / milieux filtrants**

à la mise en service (après démarrage d'un traitement d'eau)

à la mise en exploitation (fréquentation par les baigneurs)

n'importe quand en exploitation (révision / réparation)

- mesurer le débit par filtre, confirmer la vitesse de filtration
- déterminer la baisse de turbidité de l'entrée à la sortie de chaque filtre (turbidité amont < 2 NTU)
- déterminer la baisse de contamination particulaire réelle de l'entrée à la sortie de chaque filtre (turbidité amont < 2 NTU)



dans le nouveau Centre d'Essais Roger Ben Aïm-IFTTS à Agen depuis 2018
Qualification, validation de performances sous Assurance Qualité et Confidentialité
 de **matériels, systèmes, de composants des circuits hydrauliques de traitement d'eau:**

- d'alimentation en continu à grands débits (10 m³/h ou bien plus, jusqu'à 300 m³/h),
- sur des durées courtes (quelques heures) longues (quelques jours) à très longues (quelques semaines ou mois),
- selon les demandes des acteurs du traitement de l'eau, dont l'eau de piscine

Recherche scientifique en profitant des eaux à forts débits pour déployer des pilotes d'études et d'essais d'un ou plusieurs procédés de traitements des eaux.

- NF EN 12902, 3, 4, 6, 7, 9, 13, 14, 15...:Produits utilisés pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine (sable, quartz, adjuvant, charbon actif et ...)
- NF EN 15798:Produits utilisés pour le traitement de l'eau des piscines - Médias filtrants
- ISO 2591-1:Tamisage de contrôle - Modes opératoires utilisant des tamis de contrôle en tissus métalliques et en tôles métalliques perforées
- NF ISO 13320: Analyse granulométrique - Méthodes par diffraction laser
- NF X45-101:Filtration des liquides - Membranes poreuses - Perméabilité à une eau de référence
- NF X45-401:Matériaux filtrants granulaires - Méthodes d'essais - Caractéristiques physico-chimiques
- NF X45-402:Matériaux filtrants granulaires - Méthodes d'essais - Caractéristiques fonctionnelles
- NF X45-404:Matériaux filtrants granulaires - Méthodes d'essais - Mesurage de la perméabilité d'un adjuvant de filtration
- NF X45-405:Matériaux filtrants granulaires - Méthodes d'essais - Mesurage de la masse volumique en gâteau d'un adjuvant de filtration
- ASTM F 316:Standard test methods for pore size characteristics of membrane filters by bubble point and mean flow pore test
- Méthode IFTS-MFPFF-01:2014: Porométrie Liquide-Liquide ou Gaz-Liquide
- NF EN 13443-1+A1:Appareils de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments - Filtres mécaniques - Partie 1 : particules de dimension comprise entre 80 µm et 150 µm
- NF EN 13443-2+A1:Appareils de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments - Filtres mécaniques - Partie 2 : particules de taille 1 µm et 80 µm - Exigences de performances, de sécurité et essais,
- ISO 2758:Papier - Détermination de la résistance à l'éclatement *Procédure de Mullen*

Merci de votre attention ! Des questions ?