W.E.T. GmbH

WATER . ENERGY . TECHNOLOGY

L'ultrafiltration
dans le traitement circulaire des eaux de piscine

Table des Matières

		Côté
1.	**Introduction**	**3**
2.	**Définitions**	**4**
3.	**Procédé à membranes**	**5**
3.1	Les modules, généralités	5
3.2	Types de modules	5
4.	**Ultrafiltration**	**6**
4.1	Général	6
4.2	Procédure	6
5.	**Le procédé d'ultrafiltration dans le traitement des eaux de piscine**	7
5.1	Filtration avec un module capillaire / à fibres creuses	7
5.2	Lavage des modules de membranes capillaires	7
5.3	Le circuit de l'eau dans un système d'ultrafiltration	7
6.	**Bibliographie; Normes et Régulations**	8

1. Introduction

Depuis le début des années 1970, des procédés à membranes sont mis en œuvre avec succès. Leur utilisation sert essentiel-lement pour la séparation des substances finement dispersées dans des liquides.

Chaque membrane est un filtre dans le sens le plus large. En conséquence, la séparation s'effectue comme la filtration. Un ou plusieurs composants du mélange à séparer peuvent passer au travers de la membrane tandis que les autres composants sont plus ou moins retenus. [4]

A cause du fait que les membranes permettent une séparation dans l'échelle moléculaire, ils sont concurrents des méthodes traditionnelles de séparation. Filtres classiques à lit fixe agissent comme des filtres à volume, mais les systèmes à membranes et les filtres à couches agissent comme un filtre de surface. Pendant le procédé à membrane, pour simplifier on peut dire, l'eau sera pressée au travers d'une membrane par la pression. Le type et la taille des ingrédients à séparer de l'eau déterminent le choix du procédé à membrane ou la pression transmembranaire nécessaire.

En principe, on peut différencier les procédés suivants :

- Osmose inverse (OI)
- Nanofiltration (NF)
- Ultrafiltration (UF)
- Microfiltration (MF)

Aujourd'hui, le traitement des eaux de piscine au moyen de la technologie des Membranes ne s'effectue qu'avec l'ultrafiltration.

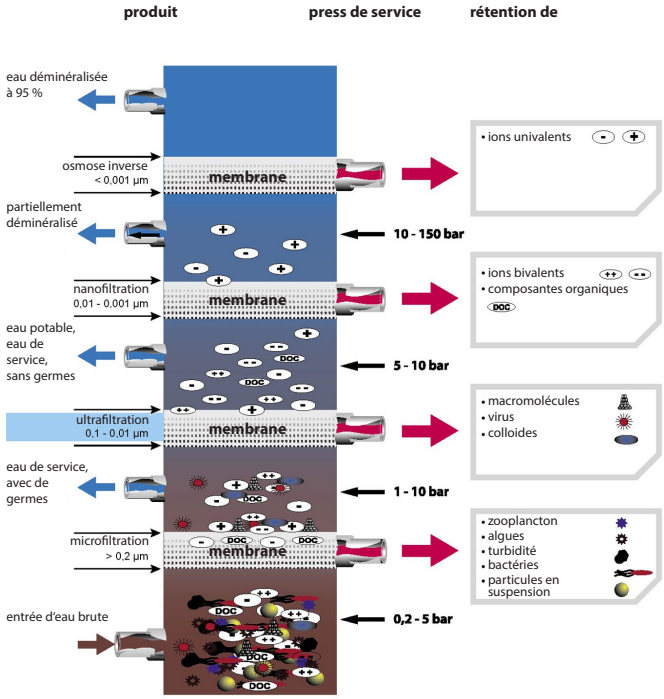
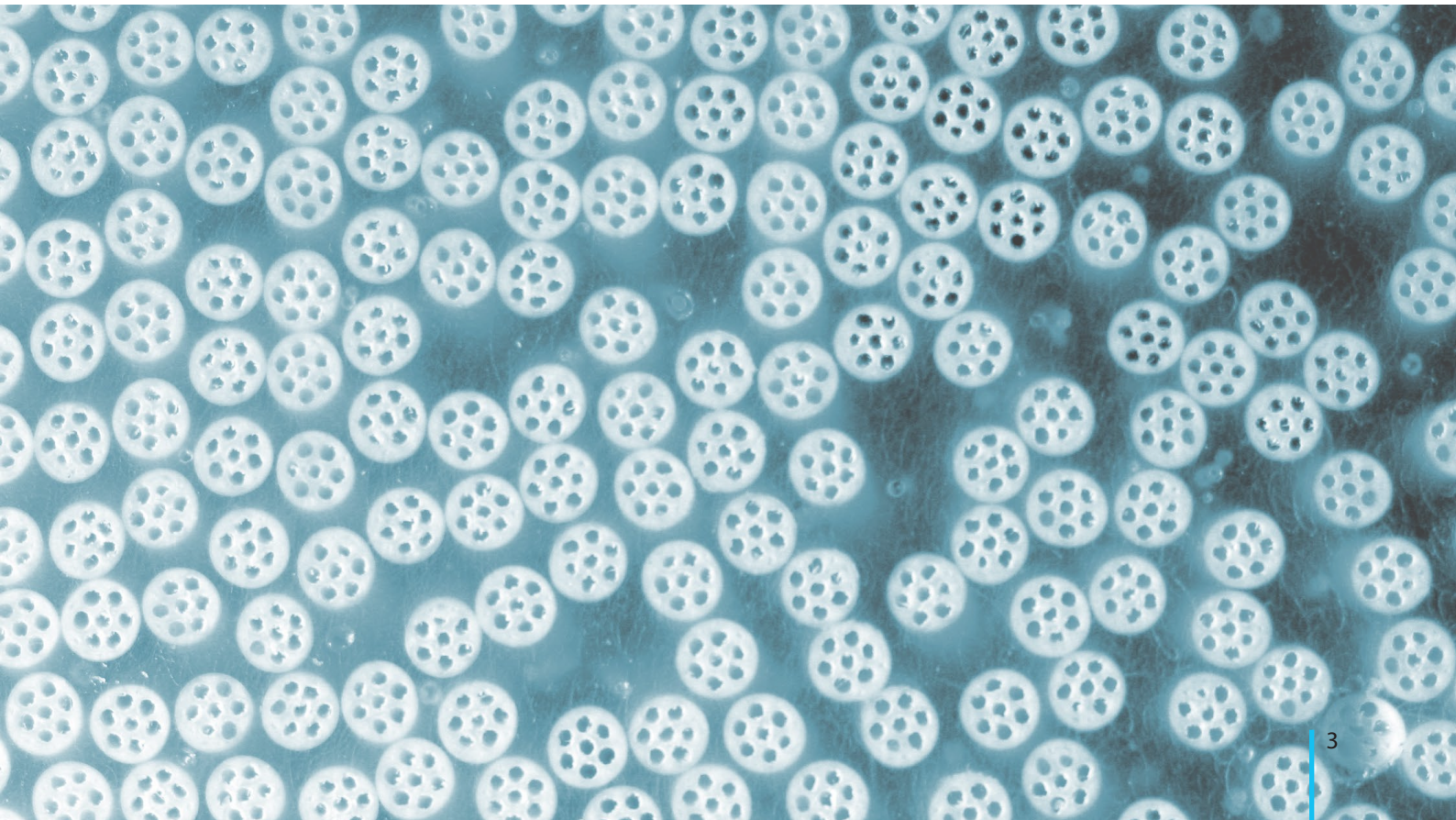


Fig. 1.1 Sommaire des procédés



2. Définitions

Veuillez trouver ci-après une explication des termes les plus importants de la technologie des membranes et de l'ultrafiltration:

2.1 Rendement
Le rapport entre la quantité de filtrat produit et la quantité d'eau alimentée dans l'installation de filtration à membranes. Les pertes d'eau seront causées par le lavage des membranes.

2.2 Nettoyage chimique
Traitement des membranes avec des réactifs qui sera obligatoire si le débit souhaité de filtrat n'est plus atteint avec les la-vages réguliers.

2.3 'Cross Flow' Mode (CF Mode)
[Mode de circulation transversal]
Un mode d'opération pendant lequel l'eau à traiter ne sera partiellement filtrée qu'a travers des membranes. Remarque : Par recirculation du courant partiel non filtré on recevra un courant étvevé sur la surface des membranes afin de limiter la formation des dépôts sur la surface.

2.4 'Dead End' Mode (DE Mode)
[Mode impasse]
Un mode d'opération pendant lequel l'eau à traiter sera complètement filtrée à travers des membranes sans aucune recirculation. Les encrassements accumulés seront enlevés par des lavages réguliers.

2.5 Feed [Entrée]
Le courant d'eau entrant dans le module. Cela peut être de l'eau brute prétraitée ou pas prétraitée.

2.6 Eau filtrée
L'eau traitée qui quitte le module à membranes après la filtration.

2.7 Charge de la surface (aussi dénommé 'Flux' ou bien débit volumétrique de filtrat en l/(m2*h))
Quantité d'eau filtrée par unité de temps, par rapport à la surface des membranes.

2.8 Blocage
Réduction de la perméabilité des membranes pour l'eau en raison de dépôts sur la surface de la membrane et/ou dans les pores de la membrane.

a. Scaling (inorganique):	des dépôts minéraux sur la surface de la membrane
b. Fouling (organique):	des dépôts sur la surface de la membrane, causée par la crois sance microbienne

2.9 Couche de crasse
Les matières solides retenues sur la surface de la membrane.

2.10 Membrane
Couche séparatrice semi-perméable, partiellement poreuse, partiellement homogène, de matière organique ou inorganique. Actuellement, principalement les PES (polyéthersulfone) et PS (polysulfone) sont utilisés comme matériaux pour les mem-branes dans le traitement des eaux de piscine.

2.11 Fibre de membrane
Aujourd'hui, principalement les membranes de fibres capillaires et membranes de fibres creuses seront utilisés souvent pour le traitement des eaux de piscine. Une distinction est faite entre les fibres 'singlebore' et 'multibore' (fibres monocanaux et multica-naux).

2.12 Élément de membrane
La plus petite unité fonctionnelle d'un système de membranes. Il s'agit de plusieurs milliers de tubes membrane individuels (fibres de membrane). Selon la structure, une distinction est faite entre les différents types de membrane.

2.12 Filtration à membranes
La séparation des particules dans l'eau moyennant le passage au travers d'une membrane poreuse.

2.14 Surface de la membrane
La surface de la membrane en contact avec l'eau à filtrer.

2.15 Intégrité
L'état porfaite des membranes ou des modules, ainsi que l'intégrité d'une membrane et/ou d'un élément de membrane. Est déterminée par un test d'intégrité.

2.16 Module
Unité fonctionnelle prêt pour le raccordement constituée d'un ou plusieurs éléments de membrane.

2.17 Bloc de modules ou ligne de modules
L'arrangement de plusieurs modules pour former une unité.
Remarque :
Des moyens techniques appropriés pour l'opération et pour le lavage sont associés à chaque bloc afin qu'une opération auto-nome d'un bloc soit possible. Tous les modules d'un bloc travaillent simultanément dans le même mode de fonctionnement.

2.18 Perméabilité
Le débit du filtrat à une certaine température (habituellement à 20 °C), par rapport à la pression transmembranaire.
Remarque : unité habituelle l/(m^2*h) bar à 20 °C.

2.19 Lavage
Nettoyage des membranes à intervalles définis afin de rétablir la perméabilité réduite des membranes due à la pollution crois-sante des membranes. Pendant le lavage, l'eau se passe sur ou à travers des membranes en sens inverse de la direction de filtration. Une distinction est faite entre les lavages à l'eau et les lavages en utilisant des réactifs.

2.20 Pression transmembranaire (TMP, Trans Membrane Pressure) [bar]
La pression différentielle agissant à travers de la membrane, est calculée par la différence entre la pression moyenne sur le côté d'entrée et la côté de sortie (filtrat).

2.21 Limite de séparation
La limite de séparation spécifie la taille maximale jusqu'à laquelle la membrane peut retenir des particules. La limite de sépa-ration (voir figure 1.1) pour membranes UF est de 0,01-0,1 µm, pour membranes MF > 0,2 µm.

3. Procédé à membranes

3.1 Les modules, généralités

La plus petite unité de boîte pour accommoder les membranes est nommé module. En plus d'accommoder les membranes, les exigences supplémentaires suivantes doivent être considérées pour le dimensionnement des modules :

- bon¸ constance de courant sur la membrane, aucunes zones d'eau stagnante,
- stabilité mécanique, thermique et chimique,
- bonne possibilité de nettoyage,
- une façon rentable et facile de changer la membrane,
- basses pertes de pression.

En général, les membranes sont formées comme des « tubes » isolés. Cela permet d'obtenir une grande surface de filtration dans un espace relativement fimité. Chaque membrane se compose au moins d'une couche extrêmement mince de filtration et d'une couche de support mousseuse. Tributaire des fabricants des membranes, la couche de filtration se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur du tube de membrane (fibre de membrane). A présent, pour le traitement des eaux de piscines on utilise presque exclusivement des membranes avec la couche de filtration à l'intérieur, c'est-à-dire la filtration s'effectue de l'intérieur vers l'extérieur. La perte de pression produit dans un capillaire d'ultrafiltration se forme souvent directement près de la couche de filtration. La perte de pression dans la structure de soutien est si petite qu'il est négligeable.

3.2 Types de modules

La classification des types de modules s'effectue selon les membranes qui seront intégrées dans les modules. Notamment on utilise des modules capillaires/à fibres creuses.

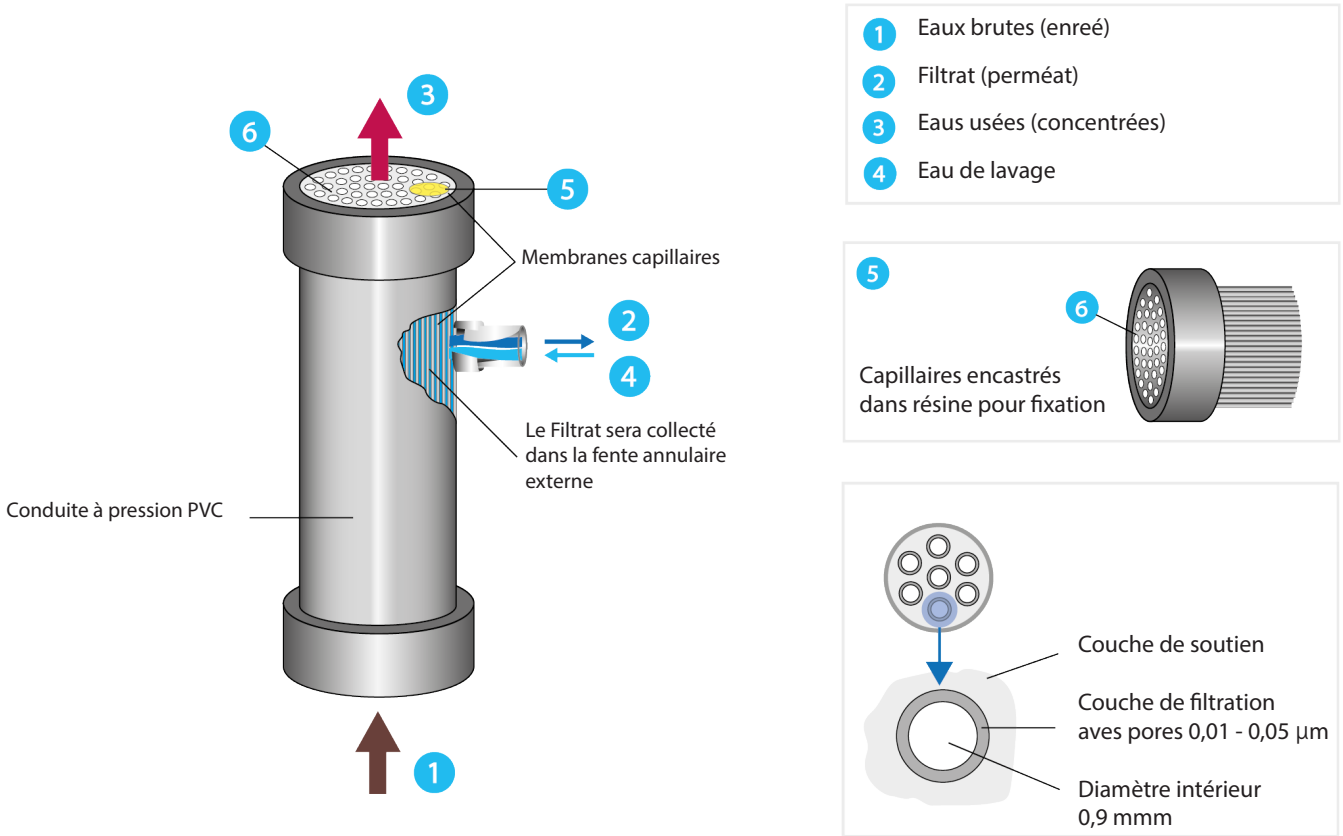


Fig. 3.1: Illustration exemplaire d'un module capillaire/à fibre creuse

4. Ultrafiltration

4.1 Général

L'ultrafiltration est utilisée pour la séparation des particules avec des diamètres entre 0,1 et 0,01 µm. Les eaux à traiter seront pompées à travers du module à membranes. Les eaux passent la membrane tandis que les substances indésirables conte-nues dans l'eau soient retenues sur la surface de la membrane. L'effet de séparation est essentiellement basé sur un effet de tamisage. L'application typique de l'ultrafiltration est la rétention de matières colloïdales dissoutes et de macromolécules. Cette procédure est appropriée au traitement des eaux de piscines surtout à cause de la rétention fiable de microorganismes tels que les virus, les bactéries et les parasites.

Les proportions entre les germes existants retenues et les pores des membranes sont illustrées par la figure suivante :

Ultrafiltration (UF) en comparaison de taille avec les germes connues dans l'eau

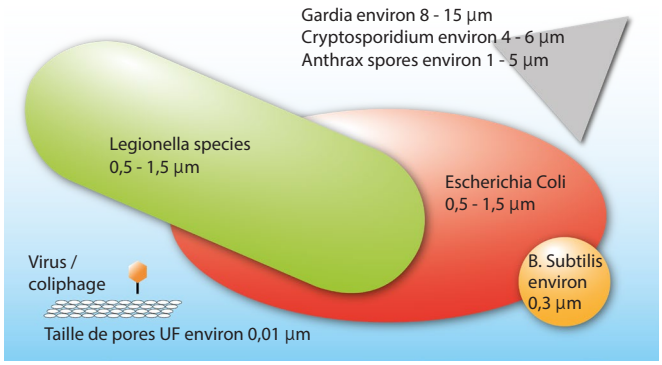


Fig. 4.1: Les proportions entre les membranes UF et les germes fréquemment existants dans l'eau

4. Ultrafiltration

4.2 Procédure

Pour l'ultrafiltration, une distinction est faite entre le fonctionnement statique et dynamique.

4.2.1 Fonctionnement 'Cross Flow' [circulation transversale]
Pour le fonctionnement dynamique, aussi dénommé circulation transversale ou bien 'Cross Flow', on a un courant parallèle aux membranes comme démontré dans l'illustration suivante.

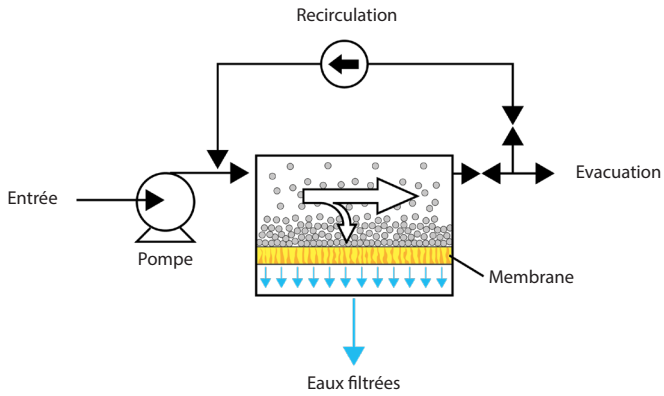


Fig. 4.2: Représentation schématique d'un module de membranes 'Cross Flow'

La recirculation sert à réduire la formation sur la surface des membranes. La formation de la couche de crasse peut être influencée par la vitesse du courant. Un lavage régulier est nécessaire. Notamment, le fonctionnement 'Cross Flow' est utilisé pour des eaux avec une haute concentration de matières solides. Le fonctionnement 'Dead End' est utilisé pour des eaux avec une faible concentration de matières solides.

4.2.2 Fonctionnement 'Dead End' (fonctionnement statique)
Pour le fonctionnement statique, ou bien dénommé 'Dead End', la recirculation des eaux est omise. La quantité totale d'eau sera pressée au travers de la membrane, similaire à un filtre à café. Toutes les particules retenues se déposent sur la membrane et forment une couche de crasse croissante, voir Figure 4.3.

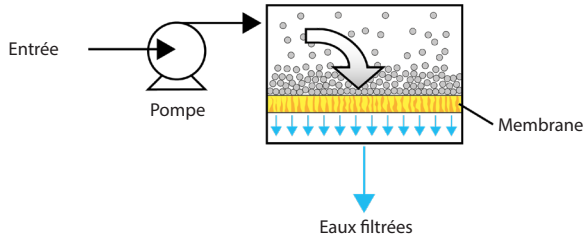


Fig. 4.3: Représentation schématique d'un module de membranes 'Dead End'

La résistance à l'écoulement croissant provoque de plus en plus en commun avec la couche de crasse une diminution du débit des eaux filtrées, laquelle peut être compensée par l'augmentation de la pression. Dans le traitement des eaux de piscine, le débit des eaux sera maintenu constant. Pour que la pression ne doive être augmentée pas si fort, le module sera périodique-ment lavé. Le fonctionnement 'Dead End' est le procédé utilisé habituellement pour l'ultrafiltration des eaux de piscine.

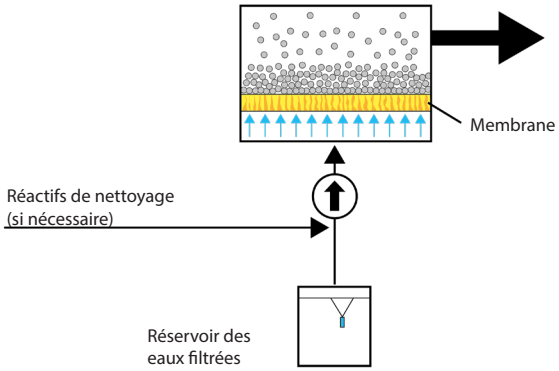
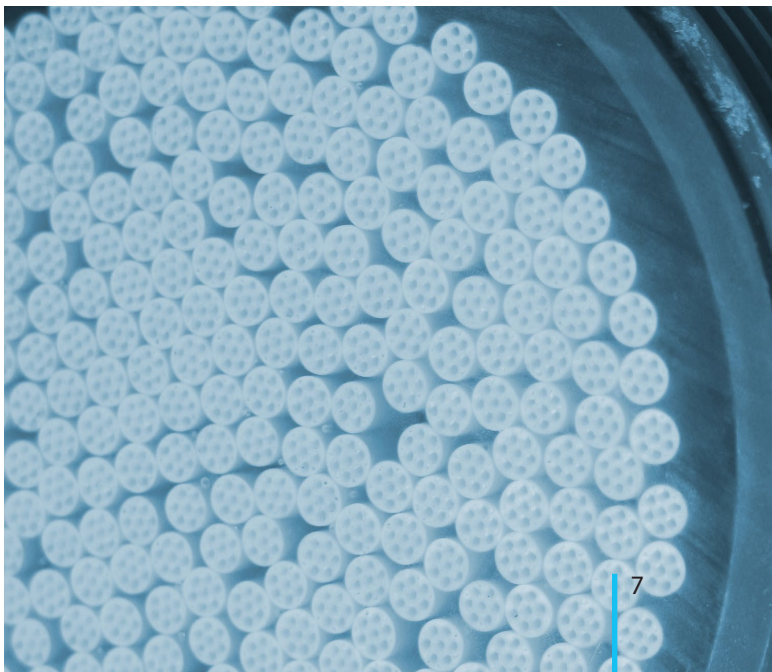


Fig. 4.4: Représentation schématique du procédé de lavage d'un module de membranes

Les eaux filtrées nécessaires pour le lavage seront stockées dans le réservoir des eaux de lavage ou bien mises à disposition par des unités de filtration opérées en parallèle.



5. Le procédé d'ultrafiltration dans le traitement des eaux de piscine

5.1 Filtration avec un module capillaire / à fibres creuses

Des tubes capillaires se trouvent dans le tuyau d'enveloppe, les bouts desquelles sont encastrés dans du résine pour les fixer dans les tubes. Les eaux filtrées seront évacuées avec une conduite collectrice centrale ou bien avec des raccords dans l'enveloppe. Les eaux brutes entreront les capillaires à la face frontale.

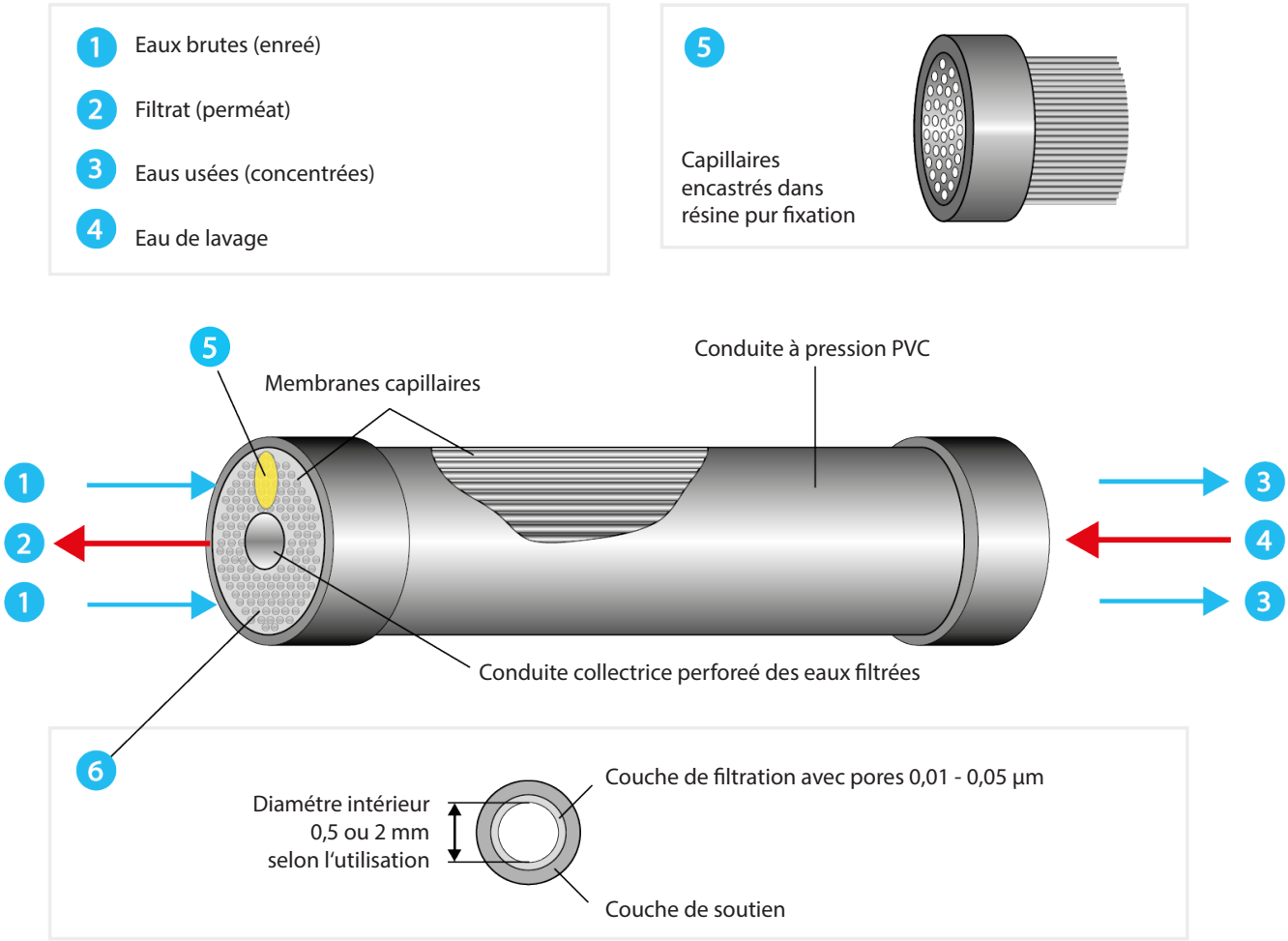


Fig. 5.1 Construction exemplaire d'un module de membranes capillaires / à fibres creuses avec représentation schématique du refoulement

5. Le procédé d'ultrafiltration dans le traitement des eaux de piscine

5.2 Lavage des modules de membranes capillaires

Pendant le fonctionnement du filtre, une couche de crasse se développera qui et peut prendre des différentes formes. Pour éliminer cette couche de crasse, un lavage s'effectue périodiquement. Pour ce faire, la circulation à travers des membranes s'effectue dans la direction opposée et les pollutions seront emportées. (Fig. 5.2)

L'entier procédé de lavage prend environ 30 à 80 secondes et peut être effectué par bloc ou par route, tandis que les autres routes de modules demeurent en mode de filtration normal. La nécessité pour le lavage se déduit de la surveillance de la pression différentielle. Si cette pression dépasse la valeur de consigne, le lavage commencera automatiquement ou le démarrage de lavage s'effectue contrôlé par le temps indiqué dans le programme de l'installation. La filtration et le lavage peuvent être représentés graphiquement comme suit. (Fig. 5.3)

En plus des lavages à l'eau, des nettoyages chimiques s'effectueront automatiquement selon les besoins pendant lesquels des agents de nettoyage et de désinfection seront ajoutés à l'eau. Par une augmentation de la concentration des désinfectants, la for-mation de l'encrassement est contrebalancée. Les eaux usées produites pendant le lavage devraient être réintégrées dans le circuit après traitement.

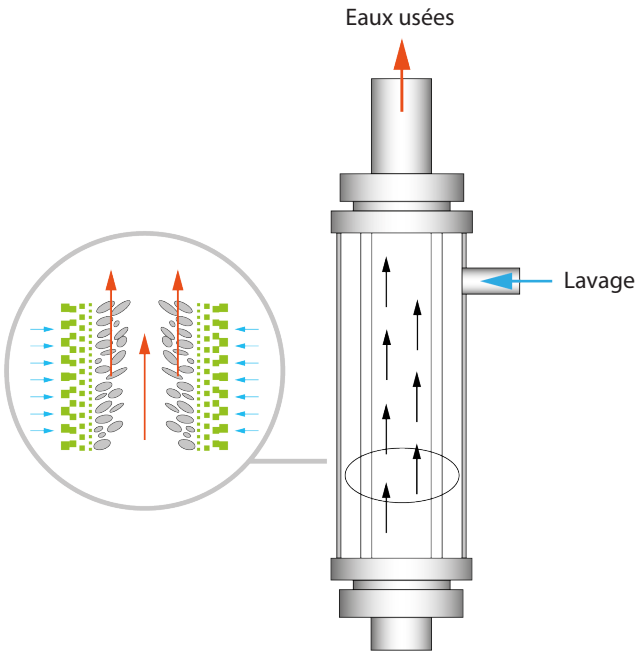


Fig. 5.2 Représentation schématique d'un lavage des membranes avec lavage préliminaire en direction de la filtration dans un module vertical de membranes capillaires

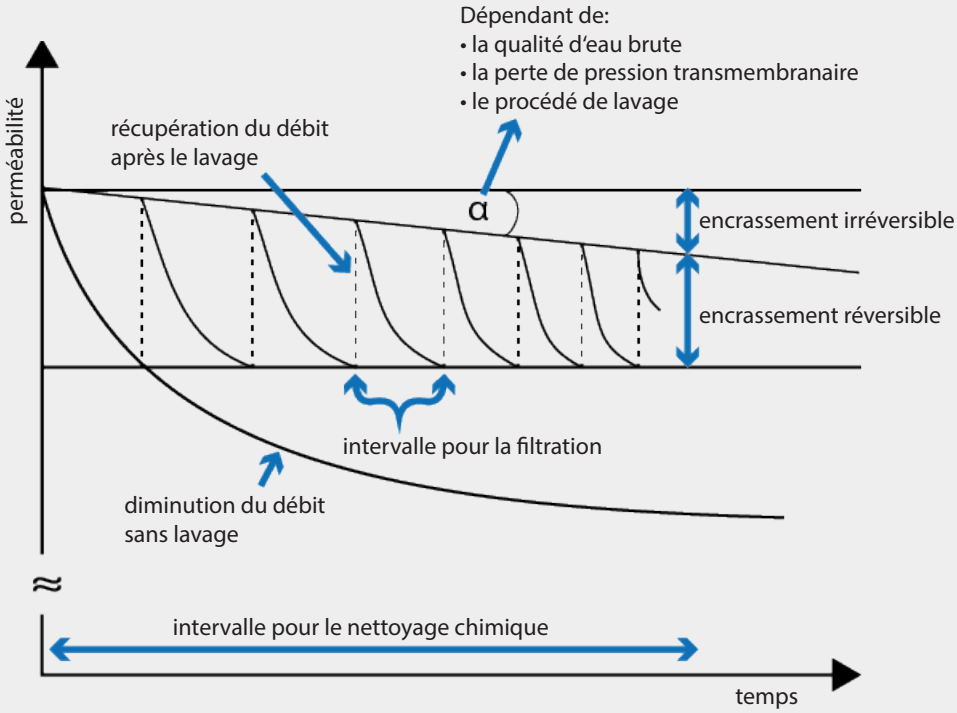


Fig. 5.3 Illustration des intervalles de lavage et du nettoyage chimique des modules de membranes

5. Le procédé d'ultrafiltration dans le traitement des eaux de piscine

5.1 Le circuit de l'eau dans un système d'ultrafiltration

L'éclaboussure venant du canal de trop-plein sera collecté dans le réservoir d'éclaboussure. Les eaux brutes seront prises de là à l'aide des pompes de recirculation. Les membranes sont protégées contre des contaminations grosses avec un préfiltre.

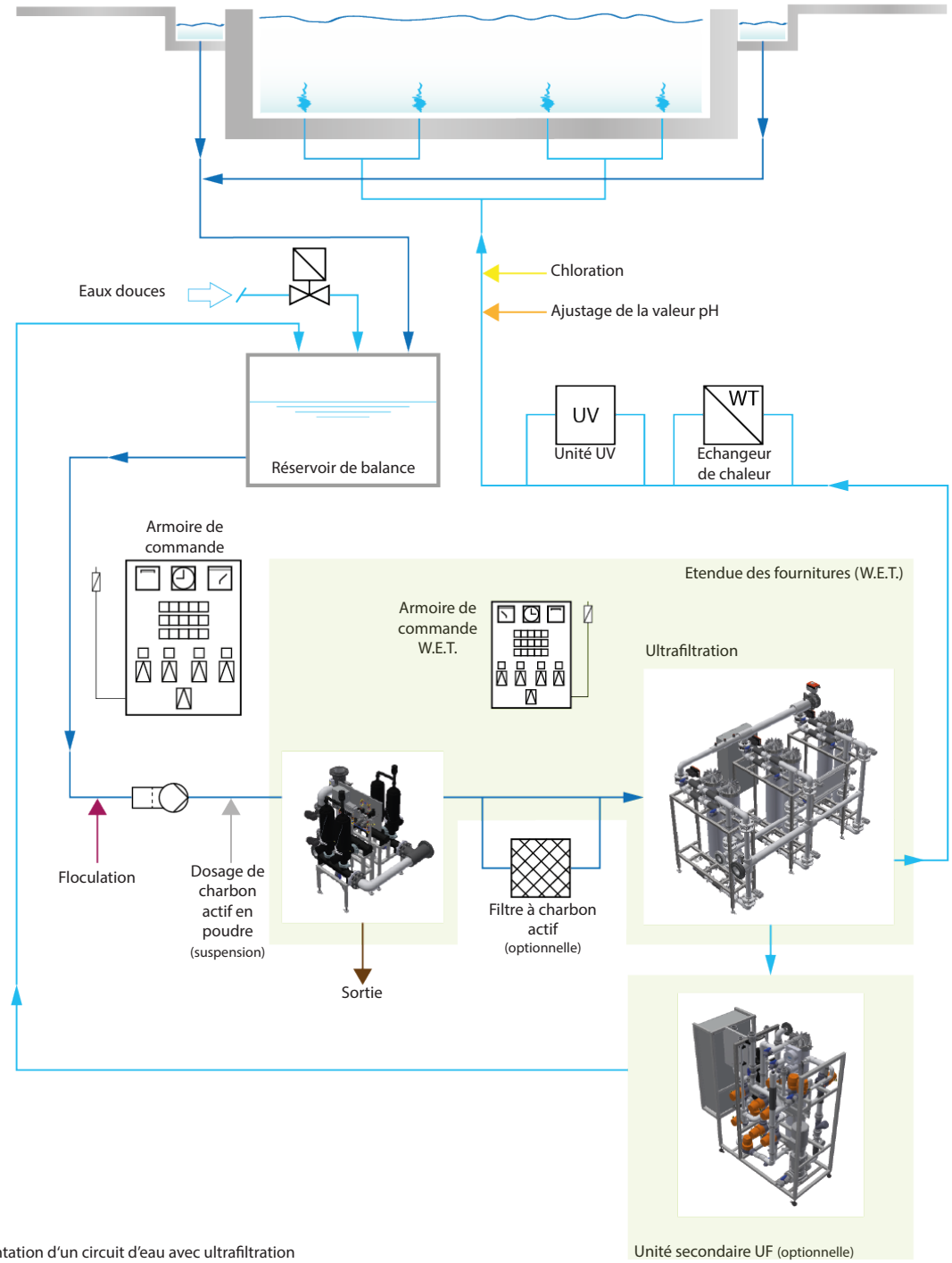


Fig. 5.4 Représentation d'un circuit d'eau avec ultrafiltration

6. Bibliographie

A l'étape suivante, les eaux brutes préfiltrées entreront dans l'ultrafiltration. Ici, les ingrédients dissous colloïdales sont retenus par les membranes. Les modules de membranes seront lavés automatiquement et régulièrement afin de remédier aux couches du salete qui s'y forment.
Les sous-produits de désinfection (THM trihalogénométhane, chloramine, etc.) inclus dans les eaux de piscine doivent être réduits par des étapes supplémentaires du procédé telles que l'addition de charbon actif en poudre (version 1), la filtration avec du char-bon actif granulé (version 2) ou le traitement de l'eau par UV (version 3).

La règle générale pour l'utilisation des systèmes UF est que les composants de l'installation tels que le système des éclaboussures ainsi que l'entier système hydraulique du bassin doivent être bien coordonnés. Cela est notamment confirmé, car les installations actuellement en opération fonctionnent avec un débit volumétrique réduit de circulation.

6. Bibliographie; Normes et Régulations

Littérature:

- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Verlag Chemie, Weinheim, 2002
[=Procédés unitaires allemandes pour les enquêtes des eaux, des eaux usées et des boues, éditions chimiques, Weinheim, 2002]

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19643-Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser:
Teil 1-Allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag Berlin, 1997
[DIN institut allemand pour les normes, association déclarée : DIN 19643 – Le traitement des eaux de piscine :
partie 1 - exigences générales. Editions Beuth, Berlin, 1997]

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19643-Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser:
Teil 2-Verfahrenskombination:Adsorption-Flockung-Filtration-Chlorung. Beuth Verlag Berlin, 1997
[DIN institut allemand pour les normes, association déclarée : DIN 19643 – Le traitement des eaux de piscine :
partie 2 – combinaison des procédés: adsorption – floculation – filtration - chloration. Editions Beuth, Berlin, 1997]

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19643-Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser:
Teil 3-Verfahrenskombination: Flockung-Filtration-Ozonung-Sorptionsfiltration-Chlorung. Beuth Verlag Berlin, 1997
[DIN institut allemand pour les normes, association déclarée : DIN 19643 – Le traitement des eaux de piscine :
partie 3 – combinaison des procédés: floculation – filtration – dosage d'ozone – filtration par sorption – chloration. Editions Beuth, Berlin, 1997]

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19643-Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser:
Teil 4-Verfahrenskombination: Flockung-Ozonung-Mehrschichtfiltration-Chlorung. Beuth Verlag Berlin, 1997
[DIN institut allemand pour les normes, association déclarée : DIN 19643 – Le traitement des eaux de piscine :
partie 4 – combinaison des procédés: floculation – dosage d'ozone – filtration multi-couches – chloration. Editions Beuth, Berlin, 1997]

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19643-Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser:
Teil 5-Verfahrenskombination: Flockung-Filtration-Adsorption an Aktivkornkohle- Chlorung. Beuth Verlag Berlin, 1997
[DIN institut allemand pour les normes, association déclarée : DIN 19643 – Le traitement des eaux de piscine :
partie 5 – combinaison des procédés: floculation – filtration – adsorption avec du charbon actif granulé – chloration. Edi-tions Beuth, Berlin, 1997]]

- Rautenbach, R.: Membranverfahren, Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer Verlag, Berlin, 1997
[Rautenbach, R. : Procédés à membranes, principes pour le dimensionnement des modules et des systèmes, éditions Springer, Berlin, 1997]

W.E.T. GmbH

WATER . ENERGY . TECHNOLOGY

la plus grande pureté,
la plus haute qualité,
la plus grande satisfaction.

Notre maxime est de fournir à nos clients la meilleure hygiène possible et la qualité de l'eau.

Notre motivation quotidienne est d'atteindre un haut niveau de qualité par la normalisation d'assurer la qualité des processus internes à tout moment et respecter tous les délais.

Par le développement permanent de nos préparations et processus nous nous efforçons d'atteindre le plus haut niveau de convivialité et la sécurité opérationnelle.

Les clients sont la confirmation de nos normes de qualité élevées, qui nous commandent encore et encore et nous recommandent également à d'autres.

W.E.T. GmbH
Krumme Fohre 73
D - 95359 Kasendorf

Tel.: +499228/99609-0

info@wet-gmbh.com
www.wet-gmbh.com