

TP Ultrafiltration

BN : C'est un TP de 6h nous le réalisons en 3h en enlevant quelques manipulations

Rappel :

L'ultrafiltration est un traitement purement physique qui ne génère aucun sous-produit. Elle est appliquée pour tout type d'eau et permet d'atteindre trois objectifs: (clarifié; désinfecté et concentré) une eau. C'est un procédé à basse pression, où la force motrice est la pression du liquide à traiter. Pré-filtré, le liquide brut est envoyé vers un module d'ultrafiltration constitué de membranes semi-perméables qu'on appelle cartouche. Toutes les particules de taille supérieure au seuil de coupure sont retenues à la surface des membranes et régulièrement éliminées par rétro-lavage.

1) Description du pilote d'ultrafiltration TE 300 :

a) Construction :

L'appareil consiste essentiellement en une cartouche contenant la membrane filtrante, montée sur un panneau lui-même supporté par une charpente, ainsi que ses organes de stockage de contrôle et de mesure.

- 1) : Cuve d'alimentation de la solution, en PVC transparent, cylindrique, capacité utile 60l, avec vanne de vidange de type à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE.

- 2) : Pompe centrifuge d'alimentation de type multi étagée; corps et aubages en acier inoxydable 316; débit 1700l/h à 3,5 bar; moteur électrique monophasé, 220 V, 50 Hz.

- 3) : Canalisation d'alimentation de la solution dans la cartouche d'ultrafiltration en PVC, DN 10, PN 16 avec vanne de « by-pass » à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN 15 et soupape de sécurité en laiton chromé tarée à 6 bar sur la canalisation de recyclage vers la cuve d'alimentation.

- 4) : Cartouche d'ultrafiltration, de type linéaire; corps en poly sulfone; membrane en poly acrylonitrile; surface de filtration $0,6 \text{ m}^2$; pression maximum d'alimentation 5 bar; débit de perméat 90 l/h; pression maximum dans le perméat 3 bar; pression maximum transmembranaire 3 bar; diamètre 60 mm, longueur 550 mm.

- 5) : Canalisation de sortie du perméat de la cartouche d'ultrafiltration en PVC, DN 10, PN 16 avec vanne de vidange à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN 15 et vanne de réglage à pointeau en laiton chromé, 1/2".

- 6) : Cuve de réception du perméat, en PVC transparent, cylindrique, capacité utile 40 litre, avec vanne de vidange de type trois voies (prélèvement ou recyclage) à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN 15 et vanne de soutirage à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN 15.

- 7) : Canalisation de sortie du concentrât de la cartouche d'ultrafiltration en PVC, DN 10, PN 16 avec vanne de vidange à boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN 15.

- **8**) : Echangeur de chaleur sur le circuit du concentrât, de type LIEBIG (mono tubulaire), en acier inoxydable 316, surface totale d'échange $0,03 \text{ m}^2$ et vanne de réglage à pointeau en laiton chromé, 1/2".
- **9**) : Cuve de réception du concentra, en PVC transparent, cylindrique, capacité utile 60 litre, avec vanne de vidange de type a boisseau sphérique en PVC et joint d'étanchéité en PTFE, DN32 .

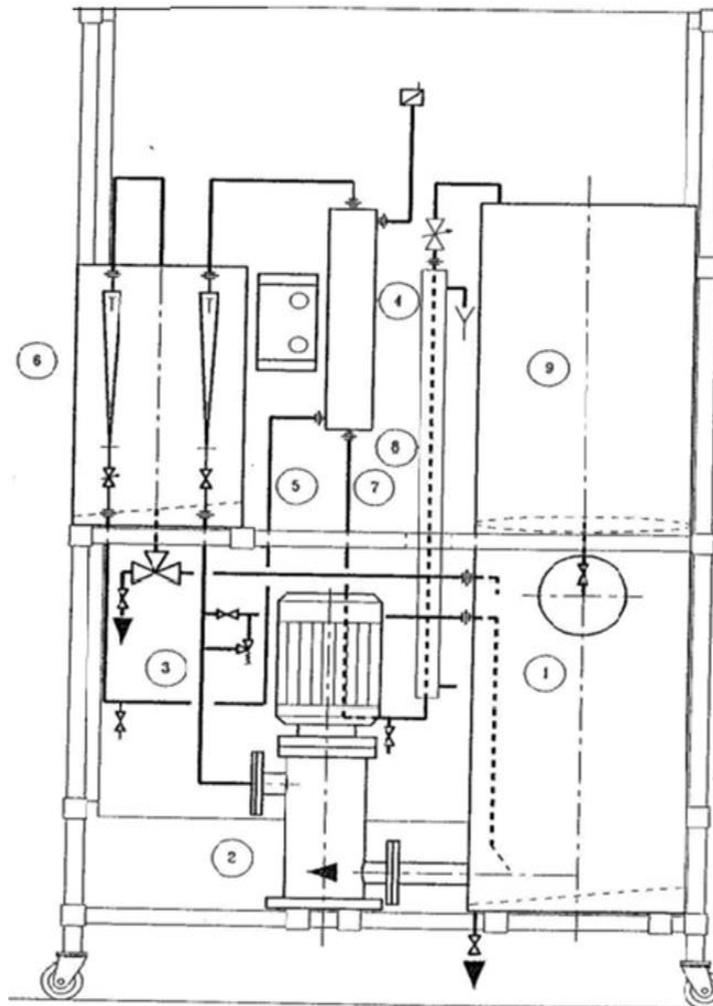


Figure 1: Construction du pilote TE300

b) Instrumentation :

- A- Débitmètre à flotteur du circuit de sortie du perméat, en PVC transparent, DN 15; précision +/- 5 %.
- B- Débitmètre à flotteur du circuit d'alimentation de la solution, en PVC transparent, DN20 ; échelle 300-3000 L/h; précision +/- 5 %.
- C- Manomètres de mesure de la pression d'alimentation, de la pression du perméat et de pression du concentrât, de type à tube de « BOURDON »; cadre et tube de mesure en acier

inoxydable 304 L.

-D : Détecteur de niveau de sécurité de la cuve d'alimentation, de type à flotteur magnétique en plastique.

-E- Arrêt / Marche de la pompe d'alimentation avec protection thermique.

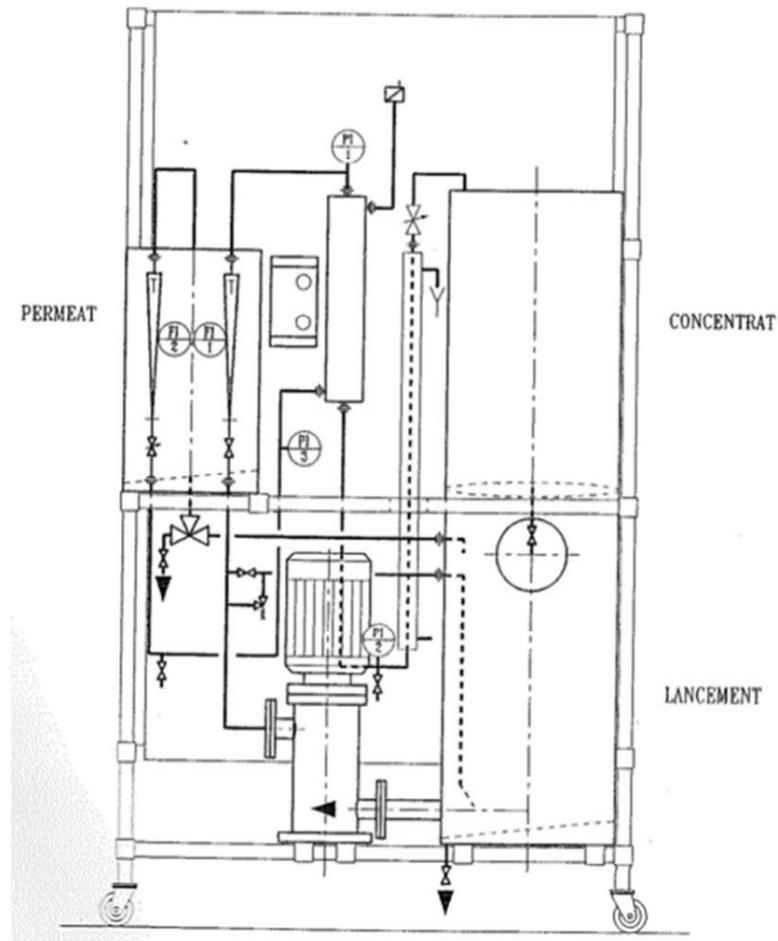


Figure 2: Instrumentation du pilote TE300

c) Liste des vannes :

-VR1 : Vanne manuelle de réglage circuit alimentation solution.

-VR2 : Vanne manuelle de réglage circuit sortie perméat.

-VR3 : Vanne manuelle de réglage circuit sortie concentrât.

-VA1 : Vanne manuelle d'arrêt recyclage alimentation.

-VA2 : Vanne manuelle trois voies sortie cuve perméat.

-VS1 : Vanne manuelle vidange cuve alimentation.

-VS2 : Vanne manuelle vidange cuve perméat.

- VS3 : Vanne manuelle vidange circuit perméat.
- VS4 : Vanne manuelle vidange circuit concentrât.
- VS5 : Vanne manuelle vidange cuve concentrât [112].

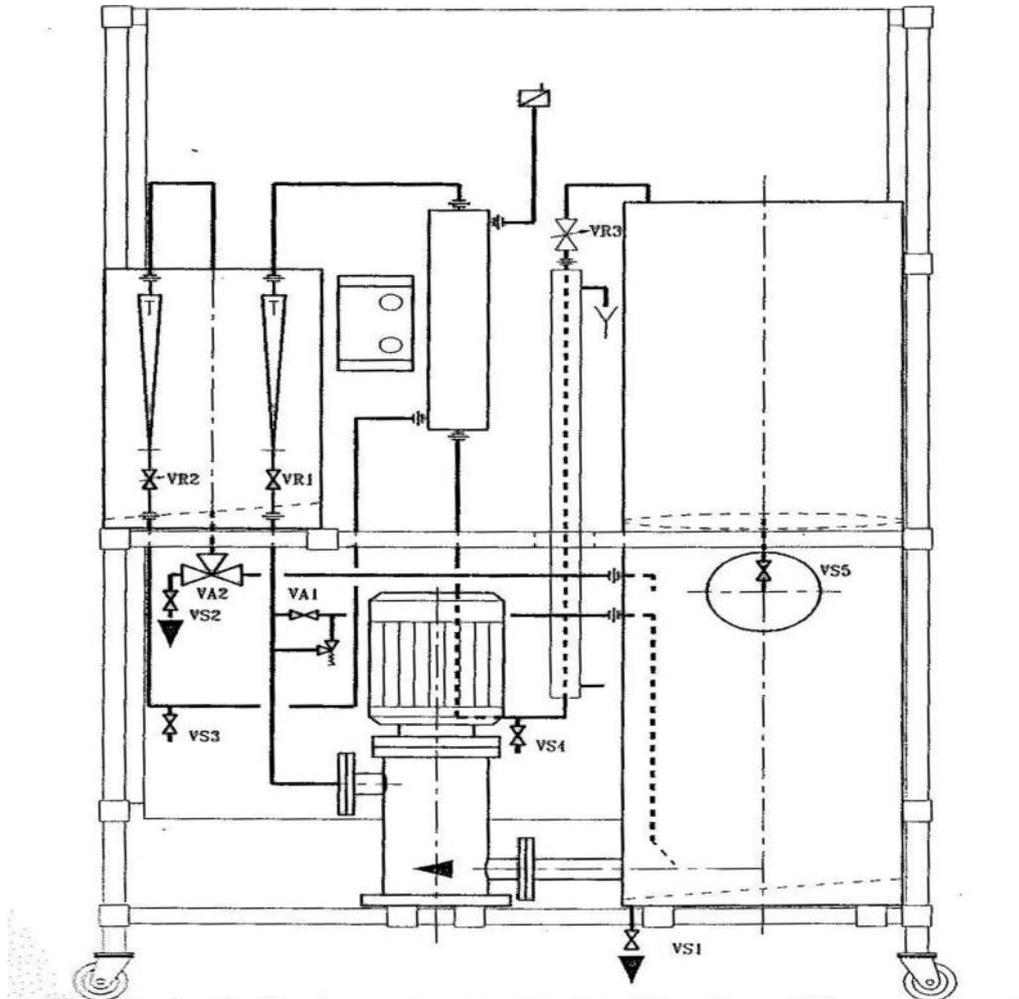


Figure 3 : Liste des vannes du pilote TE300

2) Fonctionnement du pilote :

La solution préparée est introduite dans la réserve (1). La solution est alimentée dans le cartouche (4) à travers la pompe (2) et la canalisation (3) qui permet de régler le débit et la pression d'admission par l'intermédiaire de la vanne de réglage du « by-pass » (recyclage vers la réserve d'alimentation) et la vanne de réglage de débit, le débit d'alimentation est lu sur le rota mètre associé.

Le perméat est récupéré par la canalisation (5), la pression du perméat est réglée avec la vanne de réglage de cette canalisation et le débit est déterminé par le rota mètre associé, le

perméat est ensuite stocké dans le réserve(6).

Le concentrât passe dans la canalisation(7) avant d'être refroidi par l'échangeur de chaleur prévu à cet effet (8), la vanne de réglage de la canalisation permet de régler le débit et la pression du concentrât.

Le concentrât est stocké dans la réserve (9) ou recyclé à travers la vanne de vidange de cette réserve vers la cuve d'alimentation (1).

3) Mode opératoire :

- Préparer une solution turbide (1 g/l de B.C.I)

-Pour cette production on utilisera un réservoir d'alimentation (environ 50l) de cette solution préparée.

- En utilisant un thermomètre portable pour lire la température de la solution.

-Mettre en marche le pilote en fixant la pression appliquée à 1.5 bars.

-Réaliser toutes les trois minutes les mesures suivantes : les débits de perméat Q_p et d'alimentation Q_a , les pressions, la turbidité ,la conductivité la température et en fin le pH.

(Pour la même pression faire varier le taux de conversion $y=Q_p/Q_a$).

Au cours du temps agir sur les vannes judicieusement pour permettre de respecter la condition de débit.

Faire de même pour différents pressions (2 ; 2.5 ; 3 et 3.5bar).

Pour les résultants obtenues; tracer les courbes concentrations en soluté dans le perméat en fonction du débit d'alimentation pour une pression donnée et $R = f(Y)$ pour différentes pressions.

a) Rinçage du module :

- Vidanger le bac

- Remplir le bac avec environ 50l d'eau de robinet

- Faire fonctionner l'opération pendant 10 minutes pour effectuer le rinçage

- Répéter l'opération jusqu'au l'obtention d'une solution claire.

- Vidanger le réservoir à la fin.



Photos N° 1: Pilote d'Ultrafiltration (TE 300) (Laboratoire du Département d'Hydraulique. Université de Tlemcen).

b) La membrane d'ultrafiltration utilisée :

La membrane d'ultrafiltration utilisée est une membrane sous pression dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques de la membrane (cartouche) d'ultrafiltration utilisée

Type de membrane	Membrane d'ultrafiltration	
Composition de la membrane	Polyacrylonitrile	
Corps de la cartouche d'UF	Polysulfone	
Seuil de coupure	10^{-4} à 10^{-6} m	
Module	Fibres creuses	
Type de procédé	Membrane sous pression à filtration tangentielle	
Orientation	Orientation verticale.	
Pression maximum d'alimentation	5 ou 6 bar	
Pression maximum dans le perméat	3 ou 4 bar	
PTM maximum	3 bar	
Diamètre	60 mm	
Longueur	550mm	
Surface de filtration	0.6m^2	

4) Résultats expérimentaux de l'étude du pilote:

- Les pressions sont réglées par les vannes de recirculation et de réglage du débit d'alimentation.
- La conductivité et la température sont contrôlées au cours de la manipulation.

Remarque :

Pour le bon fonctionnement du banc d'essais et pour avoir une grande diminution de

la turbidité on utilise seulement une concentration de B.C.I correspond à 1g/l pour ne pas endommager la membrane d'UF, et éviter le problème de colmatage.

5) Etude de la rétention globale du module :

Tous cela pour une concentration de 1 g/l de B.C.I de turb = 170 NTU.

a) Manipulation 1 :

Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Evolution des paramètres en fonction du temps pour $Q_a = 300\text{L/h}$ à pression d'entrée donnée (1.5 bar)

Pression d'entrée (bar)	1.5						
Débit d'alimentation (l/h)	300						
Temps (mn)	5	10	15	20	25	30	35
Débit perméat (l/h)							
Turbidité du permeat (NTU)							
Turbidité du concentrat							

b) Manipulation 2 :

Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Evolution des paramètres en fonction du temps pour $Q_a = 900\text{L/h}$ à pression d'entrée donnée (1.5 bar)

Pression d'entrée (bar)	1.5						
Débit d'alimentation (l/h)	900						
Temps (mn)	5	10	15	20	25	30	35
Débit perméat (l/h)							
Turbidité du permeat (NTU)							
Turbidité du concentrat							

c) Manipulation 3 :

Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Evolution des paramètres en fonction du débit d'alimentation à pression d'entrée donnée (1.5 bar)

Pression d'entrée (bar)	1.5						
Débit d'alimentation (l/h)	300	400	500	600	700	800	900
Débit perméat (l/h)							
Pression perméat (bar)							
Pression concentrât (bar)							
Turbidité du permeat (NTU)							
Turbidité du concentrat							
Le taux de Conversion $Y = Q_p$							
$R\% = 100(1 - tur_p/tur_a)$							

d) Manipulation 4 :

Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Evolution des paramètres en fonction du débit d'alimentation à pression d'entrée donnée (3 bar)

Pression d'entrée (bar)	3						
Débit d'alimentation (l/h)	400	500	600	700	800	900	1000
Débit perméat (l/h)							
Pression perméat (bar)							
Pression concentrât (bar)							
Turbidité du permeat (NTU)							
Turbidité du concentrat							
Le taux de Conversion $Y =$							
$R\% = 100(1 - tur_p/tur_a)$							

Paramètres de suivi des performances hydrauliques :

Le fonctionnement hydraulique des membranes est suivi par la mesure et

l'enregistrement en continu de différents paramètres : les pressions (amont et aval des membranes), le débit de filtration et la température. Ces valeurs sont utilisées pour calculer les différents paramètres de fonctionnement comme le taux de conversion (Y):

La quantité et la qualité du débit de perméat est le principal paramètre qui détermine la performance d'une unité d'UF. Ce facteur est principalement influencé par les variables suivantes: pression, température, pH, concentration en sel de l'eau alimentant le système et sa turbidité.

Représentez les graphes :

Débit Permeat (L/h) = f(Débit alimentation (L/h))

Turbidité de permeat (NTU) = f(Débit alimentation (L/h))

Bon Courage