

Membranes

Adapté de <https://tice.ac-montpellier.fr/ABCDORGA/Famille14/Produit14/OSMOSE.htm>

Les membranes

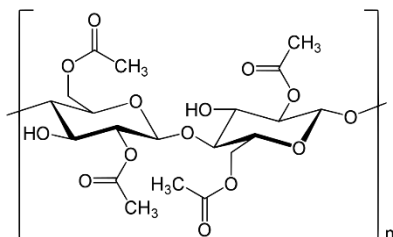
Il existe différents types de membranes semi-perméables : les premières membranes ont été en acétate de cellulose* puis un grand nombre de membranes sont venues s'ajouter à la liste.

Elles sont de nature organique ou minérale (polymères, carbure de silicium, zircone ...) ; elles sont obtenues par frittage.

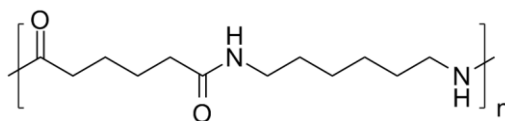
Puis des membranes composites :

- membranes polyamides** en composite à couche mince (thin film composite TFC) ; le fabricant nous dit qu'elles sont constituées d'une couche poreuse et d'une couche dense de film composite qui constitue la peau de la membrane réticulée qui est directement conçue in situ sur le support poreux fabriqué en polysulfone*** ;
- membranes en polyester**** comme toile support avec une couche intermédiaire en polysulfone microporeuse et une couche barrière en polyamide sur la face supérieure ;
- membrane biomimétique avec matrice en polyamide et des canaux artificiels d'eau, semblable à une super structure d'éponge a été récemment mise au point à l'Institut Européen des membranes (CNRS/ENSC Montpellier/Université de Montpellier).

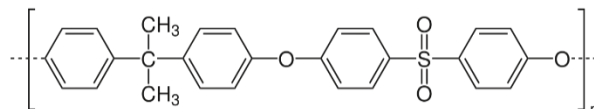
* Acétate de cellulose



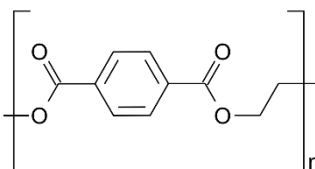
** Polyamide (exemple du nylon 6, 6)



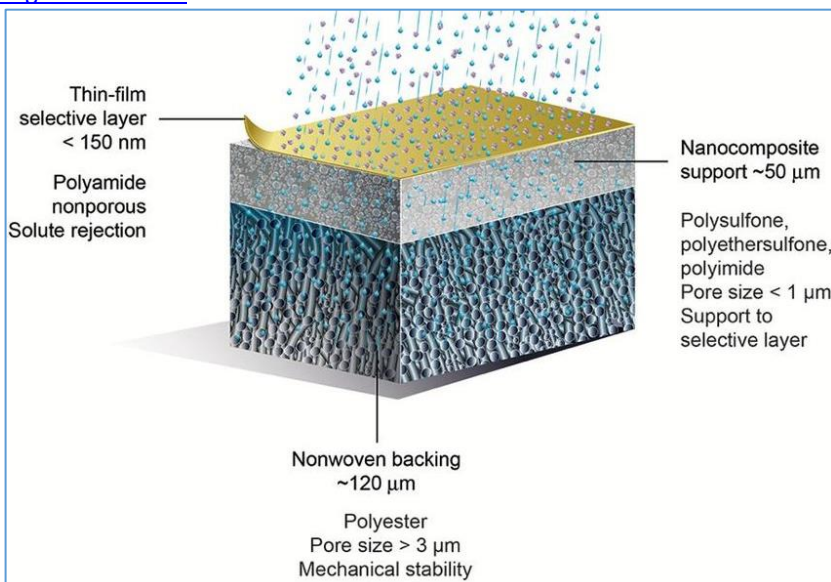
*** Polysulfone



**** Polyester (exemple du polytéréphtalate)



https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-a-thin-film-composite-TFC-membrane-and-typical-characteristics-of-its_fig1_329113100



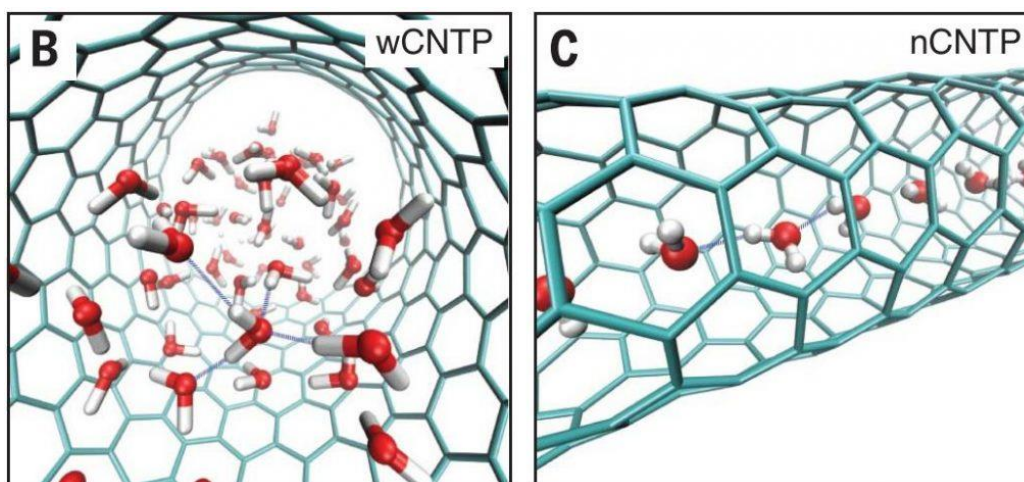
Membrane composite (TFC)

Aquaporines artificielles en nanotube de carbone

Parmi les transporteurs transmembranaires, ces protéines en forme de tunnel qui permettent à des espèces chimiques de traverser les membranes des cellules, les aquaporines, découvertes en 1992, ont pour rôle de faire circuler sélectivement l'eau, mais sans les ions qui sont dissout dedans. Grâce à une structure qui ressemble à un sablier, les molécules d'eau sont contraintes de circuler les unes à la suite des autres dans le transporteur. Peter Agre et Roderick MacKinnon ont reçu le prix Nobel de Chimie en 2003 pour leur découverte, et l'élucidation de leur structure.

Ce type de composé intéresse beaucoup les chimistes pour la fabrication de membranes sélectives, ne laissant passer qu'une sorte de composé, qu'un seul ion, qu'un seul solvant. Les applications sont nombreuses, tant dans le domaine énergétique (les batteries haute performance nécessitent de telles membranes), que dans celui de la dépollution, de la dessalinisation de l'eau de mer, etc... [...]

L'idée de l'équipe de scientifiques californiens, menés par Ramya H. Tunuguntla, a été de réduire le diamètre intérieur de nanotubes, en passant de 1,5 nm de diamètre pour les études précédentes à 0,8 nm. Avec une telle finesse les molécules d'eau sont contraintes, comme pour les aquaporines naturelles, de se mettre en file indienne, plutôt qu'avancer en groupe plus large. Mais grâce aux propriétés hydrophobiques des nanotubes, il existe très peu d'interaction entre les murs du tube, et les molécules d'eau.



A gauche : dans un nanotube large ($\sim 1,5$ nm de diamètre intérieur) les molécules d'eau circulent, reliées entre elles par des liaisons intermoléculaires, en groupe qui occupe tout l'espace.

A droite, dans les nanotubes plus fins ($\sim 0,8$ nm) les molécules sont en file indienne, également liées par des interactions intermoléculaires (tiré de l'article de Tunuguntla *et al.*)

Contrairement à ce qu'on aurait pu imaginer initialement, l'eau circule dix fois plus vite dans ces nanotubes plus fins que dans ceux plus larges, en raison de cette disposition en file indienne. La vitesse (de 10^{10} à 10^{11} molécules par seconde selon le pH) est également plus grande que dans les aquaporines naturelles, dont les parois internes forment ponctuellement des liaisons intermoléculaires avec les molécules d'eau, ralentissant ainsi leur progression.