



Questions / Réponses  
2025 - 16

*Les porines, protéines membranaires originales*

**Question**

Bonjour,

Dans une Mini-Synthèse de la semaine dernière, vous parlez de porines. Que doit-on savoir au juste, sur ces protéines ?

Par avance, merci !

Réponse

Vous évoquez la Mini-Synthèse consacrée aux *protéines membranaires des procaryotes*, que nous avons mise en ligne vers le 15 octobre dernier. Pour répondre, on serait tenté de dire, dans un premier temps : pas grand-chose ! Mais le sujet des « *protéines membranaires de procaryotes* » est parfois posé aux épreuves orales (Bcpst, agrégations). Vous devez donc être prêt(e) à pouvoir dire (et argumenter quelque peu) que :

- 1/ ça existe... chez les bactéries, dans les mitochondries, les plastes (ouverture possible lors des questions vers l'endosymbiose évolutive) ;
- 2/ on les rencontre notamment dans la membrane externe des mitochondries et des plastes mais aussi dans les membranes externes des bactéries de type gram- ;
- 3/ ce sont des protéines membranaires variées qui assurent un flux de matière +/- spécifique au travers de ces enveloppes, qui apparaissent donc pas toujours très sélectives.

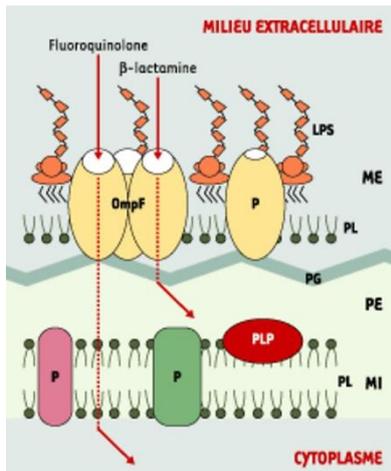
Les porines en général

Ce sont des protéines intégrées aux membranes externes des bactéries (pour simplifier). Elles forment un pore au sein de ces membranes. Attention, n'allez pas dire que les aquaporines sont des porines, cf leur structure, leur répartition, et leur cinétique très différentes ou les assimiler à un « canal ionique » ! Ces molécules impliquées dans des flux transmembranaire réunissent de nombreux monomères protéiques, monomères organisés avec des hélices  $\alpha$ , alors que les porines sont constituées en général de 3 monomères, à feuillet  $\beta$ , formant une sorte de petit tonneau dans la membrane. Elles laissent passer selon gradient (diffusion passive) des solutés chimiquement variés, hydrophiles, notamment des ions, des acides aminés..., de poids molaire  $< 5$  à  $7$  kDa pour les porines mitochondriales et  $< 1$  kDa pour les porines bactériennes.

Les porines des bactéries Gram négatif

L'enveloppe des bactéries à *Gram négatif* comprend deux membranes : la membrane interne (MI) et la membrane externe (ME) séparées par le périplasme (PE). La membrane externe est une bicouche asymétrique et originale par ses lipides.

Les porines bactériennes, comme la protéine OmpF, sont en général trimériques ; chaque trimère présentant des feuillet  $\beta$ . Elles assurent la diffusion passive de molécules indispensables à la vie bactérienne (sucres, acides aminés). On a montré qu'elles formaient également des pores facilitant le passage des antibiotiques. Il apparaît aujourd'hui que l'acquisition d'une résistance de nombreuses bactéries aux antibiotiques pourrait être due à une réduction du nombre de porines.



**Enveloppe d'*Escherichia coli*.** La membrane externe est une bicouche asymétrique constituée du lipopolysaccharide (LPS) et de phospholipides (PL) où s'insèrent de nombreuses protéines. Ce qui favorise le passage à travers la membrane externe d'espèces chimiques hydrophiles (ici,  $\beta$ -lactamine ou fluoroquinolone) qui utilisent la porine OmpF (OmpF).  
 P : protéines ; PG : peptidoglycane ; PLP : protéine de liaison aux pénicillines ; PE : périplasma.

### Les porines mitochondriales

La membrane externe des mitochondries contient des porines formant des pores de diamètre interne de 2,5 nm, qui permettraient le libre passage des acides gras, du pyruvate (charge -), des acides aminés (charge -) et de nucléotides (charge -). Les molécules de poids moléculaire inférieur à 7 kDa y passent selon leur gradient => bi-directionnalité possible. De nombreuses porines peuvent fonctionner en antiport. Pour rappel - cependant -, la membrane externe est imperméable aux ions  $H^+$ .

La sélectivité et la spécificité de ces porines ne sont pas encore bien connues : on trouve chez les mammifères des VDAC (*voltage-dependent anion channel*), considérées comme la voie principale de passage des métabolites à travers la membrane externe. Ce canal est constitué d'une protéine de 31 kDa adoptant la structure de petit tonneau. Ces porines de 31 kDa sont trop étroites pour des protéines repliées. Les TOM sont d'autres protéines de la membrane externe des mitochondries : ce sont des complexes protéiques présentant un récepteur, un pore en tonneau à feuillets  $\beta$  de type porine et une activité translocase. Les TOM font passer des protéines du cytosol à la mitochondrie, à condition que ces dernières soient reconnues (signal), dépliées par des protéines chaperonnes, ce passage imposant un apport énergétique.

### ***Parmi ces quelques informations, retenir donc...***

- ...que les porines sont des protéines membranaires formées de monomères constitués de feuillets  $\beta$ , cas semblant unique parmi les protéines transmembranaires ! habituellement caractérisées par des hélices  $\alpha$ ... Un beau contre-exemple !
- ...que l'ouverture des porines (mitochondriales) est un facteur déclenchant de la voie intracellulaire de l'apoptose qui fait intervenir entre autres le cytochrome c, la protéine AIF et différentes caspases.