

## **Etude de la perméabilité membranaire de glucose au niveau de la cellule intestinale.**

**I. Introduction :** les transports membranaires déplacent les ions et les molécules à travers la membrane séparant le milieu intra-cellulaire du milieu extra-cellulaire.

Les propriétés physico-chimiques de la membrane dépendent de sa composition en lipides et en protéines, elles sont capitales puisqu'elles dictent les types de transport.

Ce TD étudie les mécanismes chimiques et électriques nécessaires pour l'absorption intestinale du glucose.

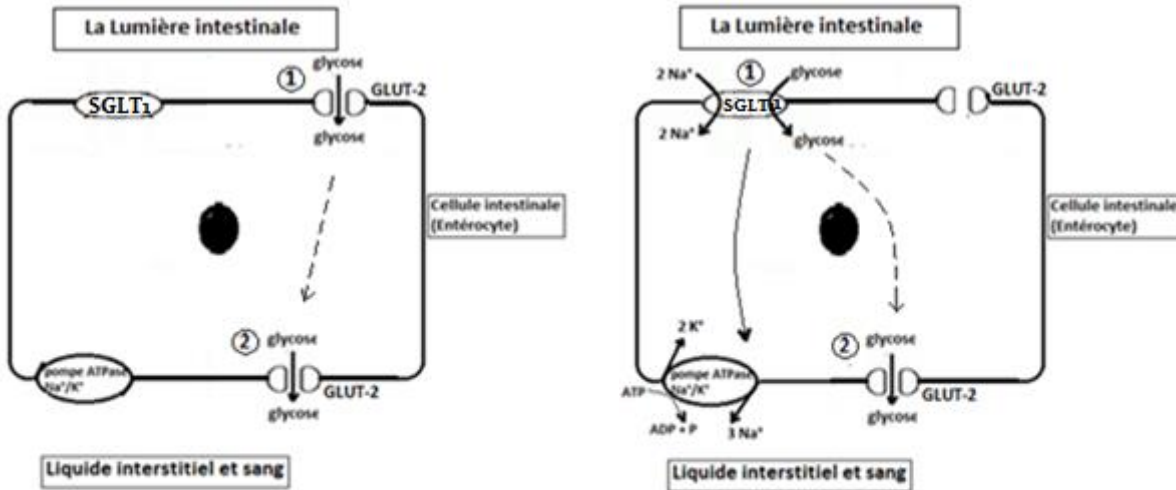
**II. Les mécanismes d'absorption du glucose au niveau de la cellule intestinale:** après la digestion, le glucose présent dans la lumière intestinale pénètre dans les cellules de l'épithélium intestinal (les entérocytes) et ressort de l'autre côté de la cellule pour gagner le liquide interstitiel et le sang. Tout le glucose présent dans l'intestin finit par être absorbé, même si la concentration intestinale du glucose est très faible.

**En postprandiale,** la concentration du glucose dans la lumière intestinale est très élevée par rapport à l'intérieur de la cellule, il serait absorbé par l'entérocyte par un transport passif facilité grâce à une protéine perméase: GLUT2 (glucose transporter 2) siégeant à son pôle apical, l'élévation de la concentration intracellulaire en glucose qui en résulte entraîne sa sortie au pôle basal de la cellule vers le liquide interstitiel via le sang par un deuxième transport passif facilité grâce à une protéine perméase GLUT2, il s'agit d'un transport facilité linéaire.

**Par la suite,** la concentration du glucose dans la lumière intestinale diminue et devienne plus faible par rapport à l'intérieur de la cellule, dans cette situation le glucose intestinal est transporté à l'intérieur de la cellule intestinale contre son gradient de concentration par un transporteur symport  $\text{Na}^+$ -glucose : SGLT-1 (sodium glucose cotransporter-1) localisé dans la région apicale de la membrane cellulaire, il assure un transport actif secondaire ou couplé car ce transporteur n'utilise pas l'ATP comme une source d'énergie, mais, il utilise le fort gradient électrochimique transmembranaire de  $\text{Na}^+$  pour fournir de l'énergie permettant l'entrée de glucose simultanément à l'entrée spontanée de  $\text{Na}^+$  dans le sens de son gradient, avec un rapport de deux ions de  $\text{Na}^+$  pour une molécule de glucose.

Puis un deuxième transporteur va être mis en jeu par l'intermédiaire d'un antiport : pompe ATPase  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  siégeant au pôle basal de la cellule, il assure un transport actif primaire car il utilise directement l'ATP comme une source d'énergie, il fonctionne contre le gradient électrochimique en provoquant la sortie de trois ions  $\text{Na}^+$  contre l'entrée de deux ions  $\text{K}^+$ , afin de maintenir le gradient électro-chimique de  $\text{Na}^+$  et de garder le fonctionnement du SGLT.

L'élévation de la concentration intracellulaire en glucose qui en résulte entraîne sa sortie au pôle basal de la cellule vers le liquide interstitiel (moins concentré en glucose) par un transport passif facilité grâce à la protéine perméase GLUT-2.



La figure représente les structurées d'une cellule intestinale impliquées dans l'absorption du glucose. Transport facilité.

La figure représente les structurées d'une cellule intestinale impliquées dans l'absorption du glucose. Transport actif secondaire.

**N.B.** L'équation  $ATP \rightarrow ADP + P$  indique qu'il y a une dépense d'énergie.

**III. Mesure de l'énergie nécessaire pour le transport du glucose à travers la cellule intestinale :**

D'une façon générale l'énergie libre de Gibbs « G » correspond à la partie de l'énergie potentielle dite libre d'un système thermodynamique qui produit un travail utile, comme dans un système de transport (la membrane plasmique et leurs transporteurs, les compartiments extra et intracellulaires) qui assure le transport d'un soluté : un ion ou une molécule comme le glucose. C'est la différence entre l'énergie totale (l'enthalpie du système H) contenue dans ce système avant le travail et l'énergie dissipée sous forme de chaleur par ce système (l'entropie du système S) pendant le travail qui est le transport du glucose.

Cette fonction s'écrit à une température constante: la variation d'énergie libre de Gibbs :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S. \text{ Elle se mesure en } J.mol^{-1} \text{ (ou } cal.mol^{-1}). (\Delta : \text{Etat final-Etat initial})$$

Pour un soluté non chargé comme le glucose, son déplacement à travers la membrane est régi à la force du gradient de concentration, le calcul de l'énergie libre de Gibbs correspond au calcul de la force du potentiel chimique par :

$$\Delta G = R \times T \times \ln (C_s^{Intracellulaire} / C_s^{Extracellulaire}).$$

$$R = \text{constante des gaz parfaits} = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1} = 1,987 cal. mol^{-1}.K^{-1} \text{ (1cal} = 4,184J)$$

$$TK = \text{température absolue en Kelvins} = 273,3^{\circ}k + TC.$$

$C_s^{\text{Intracellulaire}}$  : concentration intracellulaire du soluté en mol/L.  $C_s^{\text{Extracellulaire}}$  : concentration extracellulaire du soluté en mol/L

L'origine de l'énergie contenue dans un système de transport ou l'enthalpie (avant le travail) détermine leur mode de fonctionnement et la valeur de l'énergie libre de Gibbs  $\Delta G$  (positive ou négative), de ce fait, il existe deux types de système de transport :

Pour un système de transport qui doit produire de l'énergie pour effectuer un travail, au cours du travail cette énergie est majoritairement libérée sous forme de chaleur dissipée dans le milieu extérieur, ce qui provoque une augmentation du degré de désordre du soluté (glucose) dans le système (système instable), favorisant le transport spontané du soluté selon le gradient de concentration. Dans ce cas, le terme entropique est plus grand que le terme enthalpique  $T\Delta S > \Delta H$ , et la valeur de  $\Delta G$  est négative ( $\Delta G < 0$ ).

Pour un système de transport qui doit absorber de l'énergie du milieu extérieur pour effectuer un travail, par l'hydrolyse de l'ATP par un transporteur membranaire, cette énergie va être utilisée dans presque sa totalité et directement pour le travail, sans énergie dissipée, et qui consiste à un transport actif du soluté (glucose) car il doit se faire contre son gradient de concentration, , dans ce cas le terme enthalpique est plus grand que le terme entropique ( voir sans entropie)  $\Delta H > T\Delta S$ , et la valeur de  $\Delta G$  est positive ( $\Delta G > 0$ ).

Pour les deux situations précédents, dès le début du travail l'énergie potentielle s'affaiblit progressivement jusqu'à un moment où elle s'annule à ce moment le système est incapable d'assurer le transport d'un soluté, il est à son état d'équilibre ou dans un état sans travail,  $\Delta G = 0$ .