

# LA GLYCOGÉNOLYSE

*coucouuu !! on se retrouve pour un nouveau cours de BIOCH, pour votre + grand plaisir, il s'agit de...*

*LA GLYCOGÉNOLYSE, donc comme je vous l'ai déjà dis, voyez ce cours à la suite ou avant la glyco-génogénèse, vraiment je vous conseille, vous pourrez faire pleins de liens entre ces deux cours +++*

## I] INTRODUCTION

-> La **glycogénolyse (GGL)** correspond à la voie de **dégradation du glycogène** qui est un polymère de glucose : c'est la molécule de **stockage des glucides**. +++ ( *vous pouvez vous dire que la glycogénolyse est la voie inverse de la glyco-génogénèse !* )



### RAPPEL :

**glycogénogénèse =**  
PRODUCTION de glycogène

≠

**glycogénolyse =**  
DEGRADATION de glycogène

-> Lors d'un **apport alimentaire**, on consomme des glucides qui sont dégradés tout au long du tractus digestif, entraînant la libération de **monosaccharides**, notamment de **glucose**, dans la circulation sanguine.

->Le glucose est alors capté par les cellules, rentrant par des transporteurs particuliers de la famille des **GLUT**.

Une fois dans la cellule, le glucose est immédiatement **phosphorylé en G 6-P**.

-> Cette phosphorylation présente un double intérêt :

- Le glucose **ne peut plus sortir de la cellule** et s'engage dans les voies métaboliques (ex : glycolyse),
- Le **G 6-P** est un **carrefour métabolique** et peut donc s'orienter notamment vers le stockage sous forme de **glycogène**.

=> Lorsqu'on aura besoin de mobiliser ces réserves, on **dégradera les molécules de glycogène** pour libérer du **glucose**, grâce à la **GGL**.

## II] GÉNÉRALITÉS

La GGL permet de passer d'une molécule de **glycogène** avec **n molécules de glucose** à une molécule de **glycogène avec n-1 molécules de glucose**, en libérant du **glucose**.



Cette voie métabolique aura lieu majoritairement dans les cellules du **foie** et des **muscles**, puisque c'est essentiellement dans ces tissus que se trouveront les **réserves** glucidiques +++

*en gros ce que vous pouvez vous dire c'est que c'est au niveau du foie et des muscles qu'on va pouvoir retrouver les réserves de glucides, et donc c'est de là qu'on pourra récupérer le glycogène pour le casser et obtenir des molécules de glucoses. ++ c'est OK ?*

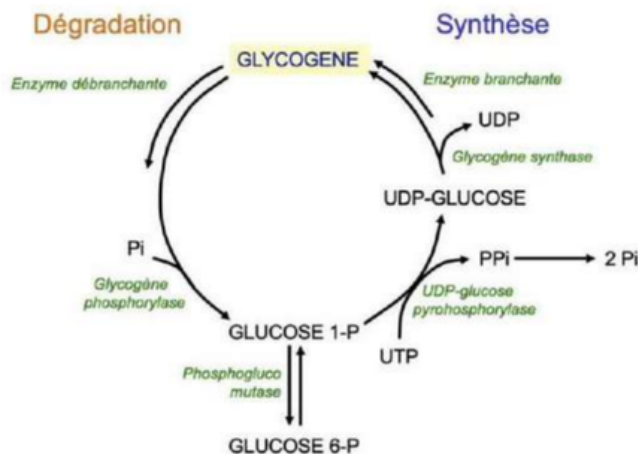
-> La réaction principale de la glycogénolyse est la **phosphorolyse** (*pas de panique je vous en parle juste après !*)

La GGL pourra survenir dans **plusieurs conditions** :

-> en période **éloignée d'un repas** (en **post-absorptif** voire en conditions de **jeûne**), pour que le foie puisse libérer le glucose dans le sang afin qu'il puisse être distribué aux tissus consommateurs et pour **maintenir la glycémie**,

-> en période d'**activité** (à l'**effort**), pour que les muscles puissent **utiliser le glucose** afin de produire de l'énergie.

Voici un schéma qui représente, de façon synthétique, la **synthèse** et la **dégradation** du **glycogène** :



*alors ici vous avez un schéma qui vous permet d'avoir une vision d'ensemble de la ggg (synthèse de glycogène) et de la ggl (dégradation de glycogène) perso je l'ai jamais vraiment utilisé mais si il vous aide n'hésitez pas à vous en servir, de toute façon comme d'habitude je vous met le schéma recap à la fin ;)*

On peut constater que le **glycogène** et le **glucose-1-phosphate (G1P)** correspondent à des **intermédiaires communs** à la **GGL** et à la **GGL**.

Cependant, il réside une **différence** entre ces deux voies : les **enzymes** utilisées de part et d'autre ne sont **pas les mêmes**.

=> Dans ce cours, nous allons voir de plus près la **dégradation** du glycogène, et en particulier les **enzymes** qui vont intervenir.

### III] LA GLYCOGÉNOLYSE

#### 1ère étape : la phosphorolyse

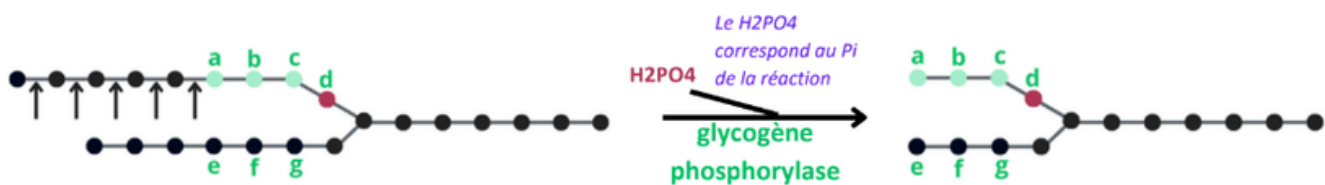
-> La première réaction de la glycogénolyse est une réaction de **phosphorolyse**

## RAPPEL :

Il y a 2 types de liaisons qui composent le glycogène :

- les liaisons **glucosidiques  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  linéaires** entre chaque molécule de glucose ( sauf pour les ramifications )

- les liaisons **ramifiées  $\alpha(1 \rightarrow 6)$** , au niveau des **ramifications**



-> Lors de cette réaction, la **glycogène phosphorylase** va catalyser la **phosphorolyse** d'une liaison  **$\alpha(1 \rightarrow 4)$**  (liaison **glucosidique**) du glycogène pour libérer du **G1P** .

-> L'enzyme se sert d'une molécule de **phosphate inorganique (Pi)** pour effectuer cette coupure, et du **pyridoxal-phosphate** comme **coenzyme**.

-> Le glycogène se retrouve donc avec **n-1 molécules de glucose**, et est dégradé à partir de l'**extrémité non réductrice. +++**

*j'ai de la place donc je vous mets le tableau récap de ma vieille qui est incroyable pour comprendre la différence entre les deux réactions, puis vous avez mon tut'help !*

Phosphorolyse	Phosphorylation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implique la <b>rupture d'une liaison</b> par l'ajout d'un phosphate.</li> <li>• Associée à la <b>dégradation des molécules</b>.</li> <li>• Exemple: dégradation du glycogène en glucose-1-phosphate.</li> <li>• <b>ENZYME : PHOSPHORYLASE +++</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implique l'<b>ajout d'un groupe phosphate</b> à une molécule.</li> <li>• Associée à la <b>régulation des activités cellulaires</b> et à la <b>production d'énergie</b>.</li> <li>• Exemple: conversion de l'ADP en ATP, phosphorylation des protéines.</li> <li>• <b>ENZYME : KINASE +++</b></li> </ul>





# tut'help :

ne confondez pas la phosphorylation avec la phosphorolyse +++ c'est ultra différent : j'explique de suite :

-> la phosphorolyse c'est quand on se sert d'une molécule de phosphate pour **lyser** une liaison dans la molécule, cette réaction est catalysée par une **phosphorylase**, cette réaction se produit souvent dans le contexte de la dégradation de macromolécules comme le glycogène +++

-> la phosphorylation c'est une réaction au cours de laquelle on **ajoute un groupement phosphate** ( vous vous rappelez c'est une réaction qui est catalysée par la **kinase** on l'a vu ++ dans la glycolyse avec les différentes hexokinases ;) )

## 2ème étape : déramification du glycogène

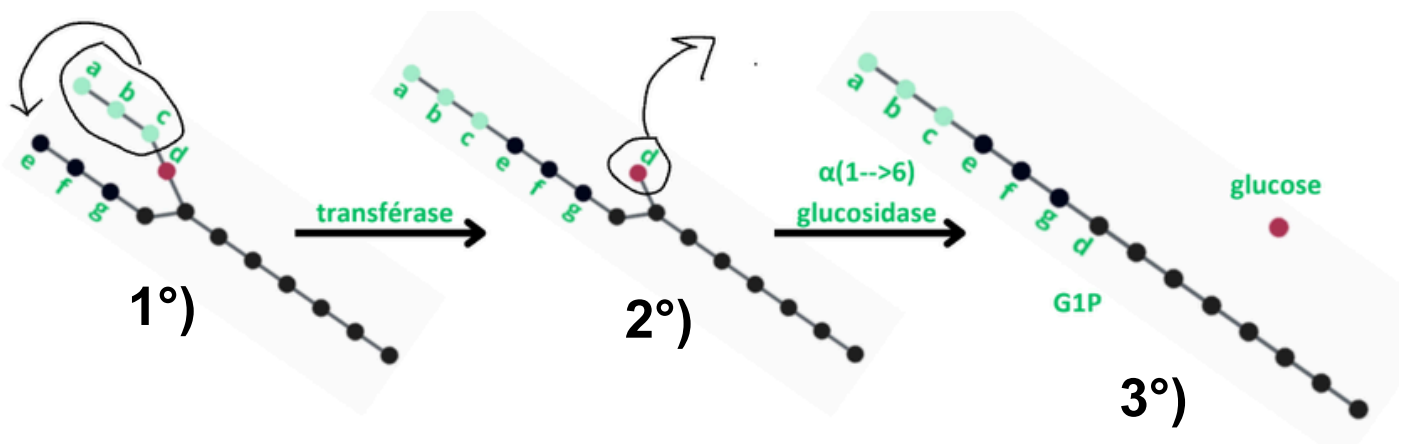
**ATTENTION**, la **glycogène phosphorylase** est capable de **couper les liaisons  $\alpha(1\rightarrow4)$** , MAIS elle ne peut cependant pas s'occuper des **liaisons  $\alpha(1\rightarrow6)$  des ramifications +++**, et laisse par conséquent **4 résidus glucosidiques** situés sur la ramification (ces résidus correspondent en fait à ce qui pourra être couvert par le site actif de l'enzyme).

## DONC

-> La **dégradation** des ramifications est en fait effectuée par une autre enzyme : l'**enzyme débranchante** +++ Il s'agit d'une enzyme certes **monomérique**, mais qui possède cependant **2 sites actifs différents**, et donc 2 activités enzymatiques différentes (c'est une enzyme **bifonctionnelle** +++)

1°) Une activité **transférase** dans un premier temps, qui permet le transfert de **3 des 4 résidus** de glucose restants vers une **autre extrémité du glycogène** et qui réduit le branchement à **un seul et unique résidu**.

2°) Une activité  **$\alpha(1\rightarrow6)$  glucosidase** dans un second temps, qui permet l'**élimination du dernier résidu de glucose** par **hydrolyse de la liaison  $\alpha(1\rightarrow6)$**  de la ramification et la **libération d'une molécule de glucose** :





-> La **glycogène phosphorylase** entraîne la **libération de G1P**

≠

-> l'**enzyme débranchante** est responsable de la **libération de glucose** (non phosphorylé)

#### IV] COMPARAISON DES GGL HÉPATIQUE ET MUSCULAIRE

-> La GGL s'effectue principalement dans le **foie** et les **muscles** puisqu'ils contiennent les **stocks principaux** de glycogène +++, mais avec des **objectifs différents** dans chaque tissu :

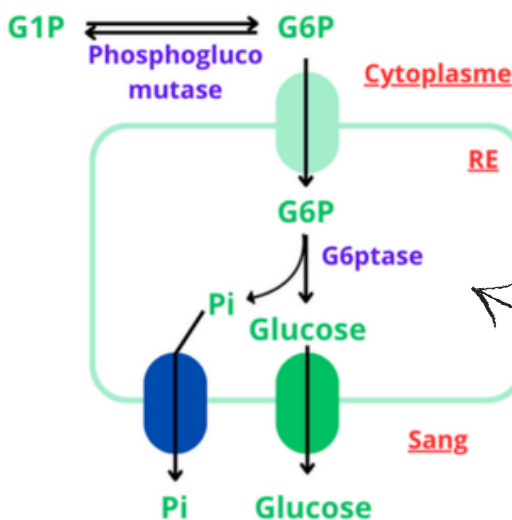
- Le **foie** effectuera la GGL pour **maintenir la glycémie** (en particulier durant les premières heures d'un jeûne) ;
- Le **muscle** la fera pour apporter l'**énergie** nécessaire à la réalisation d'un **travail** (par exemple les contractions).

=> À titre indicatif, on considère qu'il existe environ **100 g** de glycogène dans le **foie** (ce qui représente 6 à 8% du poids du foie) contre **400 g** dans le **muscle** (ce qui représente 1 à 2% du poids des muscles).

##### 1°) Au niveau hépatique ( dans le foie )

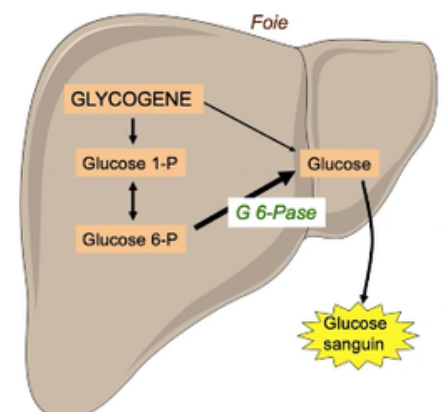
-> Dans un premier temps, il va en effet y avoir la **phosphorylase** qui va cliver les **liaisons  $\alpha(1 \rightarrow 4)$**  et libérer des molécules de **G1P** (on se souvient c'est par phosphorylation et non pas phosphorylation +++).

-> Puis on aura l'**enzyme débranchante** qui va d'abord transférer les trois résidus de glucose (c'est l'activité transférase), avant de cliver la **liaison  $\alpha(1 \rightarrow 6)$**  (il s'agit de l'activité  $\alpha(1 \rightarrow 6)$  glucosidase (-ase pour couper, glucosid pour glucose --> glucosidase = couper le glucose)) pour libérer du **glucose**.



*je vous ai remis le schéma de mon incroyable vieille parce qu'il est vraiment hyper incroyable et que j'aurais pas pu faire mieux, il m'avait vraiment trop aidé à visualiser ce qu'il se passe*

*+ ce schéma que je vous mets aussi parce que je trouve qu'il est hyper cool pour comprendre aussi, au moins ça vous laisse le choix de choisir celui que vous préférez, ou alors vous pouvez utiliser les deux c'est bien aussi :p*



-> On va voir de plus près la **glucose-6-phosphatase** : il s'agit d'une enzyme située dans le **réticulum endoplasmique (RE)**, ce qui fait que la GGL s'effectue en réalité dans **deux compartiments cellulaires** que sont le **cytoplasme** et le **RE**. +++++

-> Ainsi, le G6P obtenu à partir du G1P sera transporté **vers l'intérieur du RE** grâce à un **transporteur de G6P spécifique**, situé sur la **membrane du RE**.

-> Le G6P sera ensuite déphosphorylé par la **glucose-6-phosphatase** et donnera du **glucose** et du **Pi** qui sortiront du **RE** via des **transporteurs respectifs** pour chaque molécule. +++

Le **Pi** pourra être réutilisé dans des **voies métaboliques** (dont la GGL à nouveau), alors que le **glucose** sortira de l'hépatocyte pour être ensuite transporté dans le **sang** vers les autres tissus.

Vous verrez dans un autre cours qu'il existe un **mécanisme de régulation** qui empêchera le glucose d'être immédiatement rephosphorylé dans ces conditions

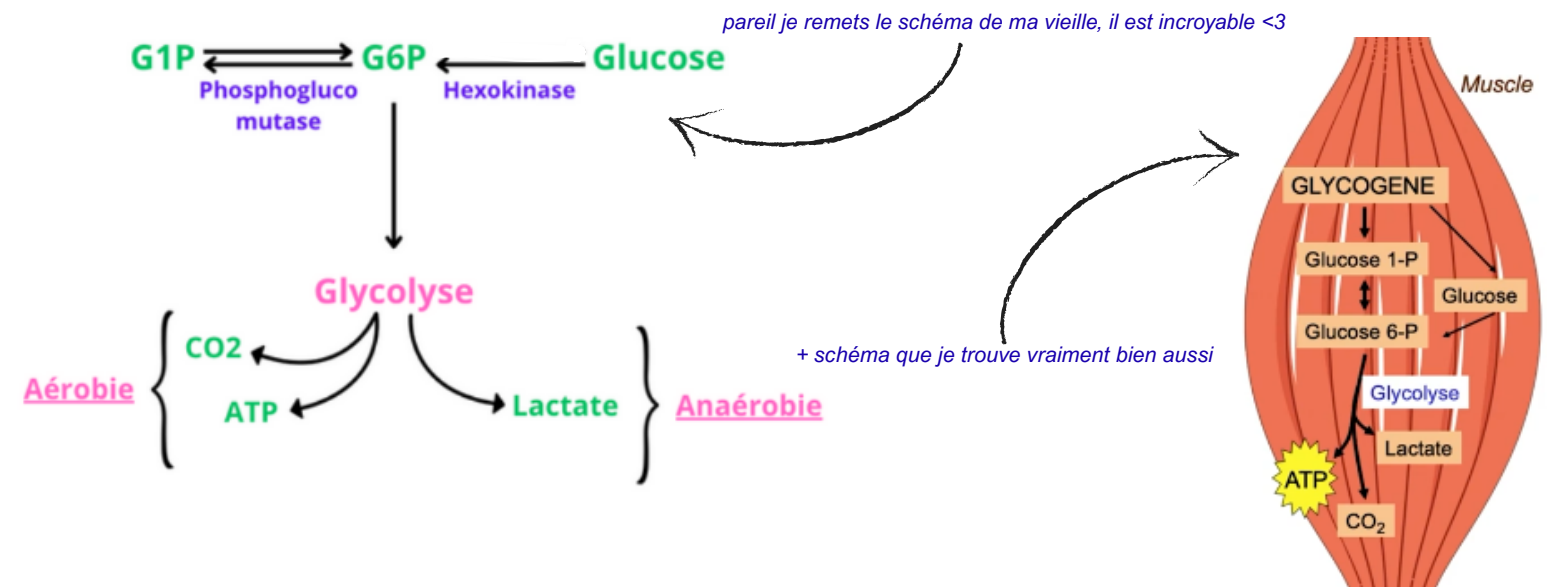
## 2°) Au niveau musculaire

-> Le glycogène sera également **dégradé** comme vu précédemment, sauf qu'ici le glucose **ne sera pas libéré dans le sang**, mais **utilisé directement par le muscle** pour produire de l'**énergie** +++

-> Par conséquent, le G6P obtenu n'est **pas déphosphorylé +++** mais il rejoint la **glycolyse** pour être dégradé et produire de l'**ATP**, du **CO<sub>2</sub>** en condition **aérobie** ou du **lactate** en condition **anaérobie**.

*( ça c'est un rappel au merveilleux cours glycolyse les copains, on se souvient bien d'ailleurs que le G6P est un carrefour métabolique : il peut intégrer plusieurs voies et on peut le voir ici : il quitte la GGL pour intégrer la glycolyse ! oui c'est incroyable je vous avais dis que vous finirez par faire pleins de liens entre vos cours ;) )*

-> Quant au **glucose** obtenu par l'activité  **$\alpha(1\rightarrow6)$  glucosidase**, il sera phosphorylé pour obtenir du **G6P** qui rejoindra également la **glycolyse**. *( Donc on note bien que dans le cas du foie, le glucose part dans la circulation sanguine pour participer au maintien de la glycémie, alors que dans le cas du muscle, le glucose ne va pas dans le sang mais donne du G6P au sein du muscle, qui pourra, lui, intégrer la glycolyse pour produire des molécules d'ATP et fournir de l'énergie : en anaérobie : va donner du lactate ≠ en aérobie : peut aller jusqu'à la phosphorylation oxydative +++ )*



# tut'recap :

-> au niveau du **foie**, le G6P est dephosphorylé en glucose qui va dans la **circulation sanguine** pour **réguler la glycémie +++**

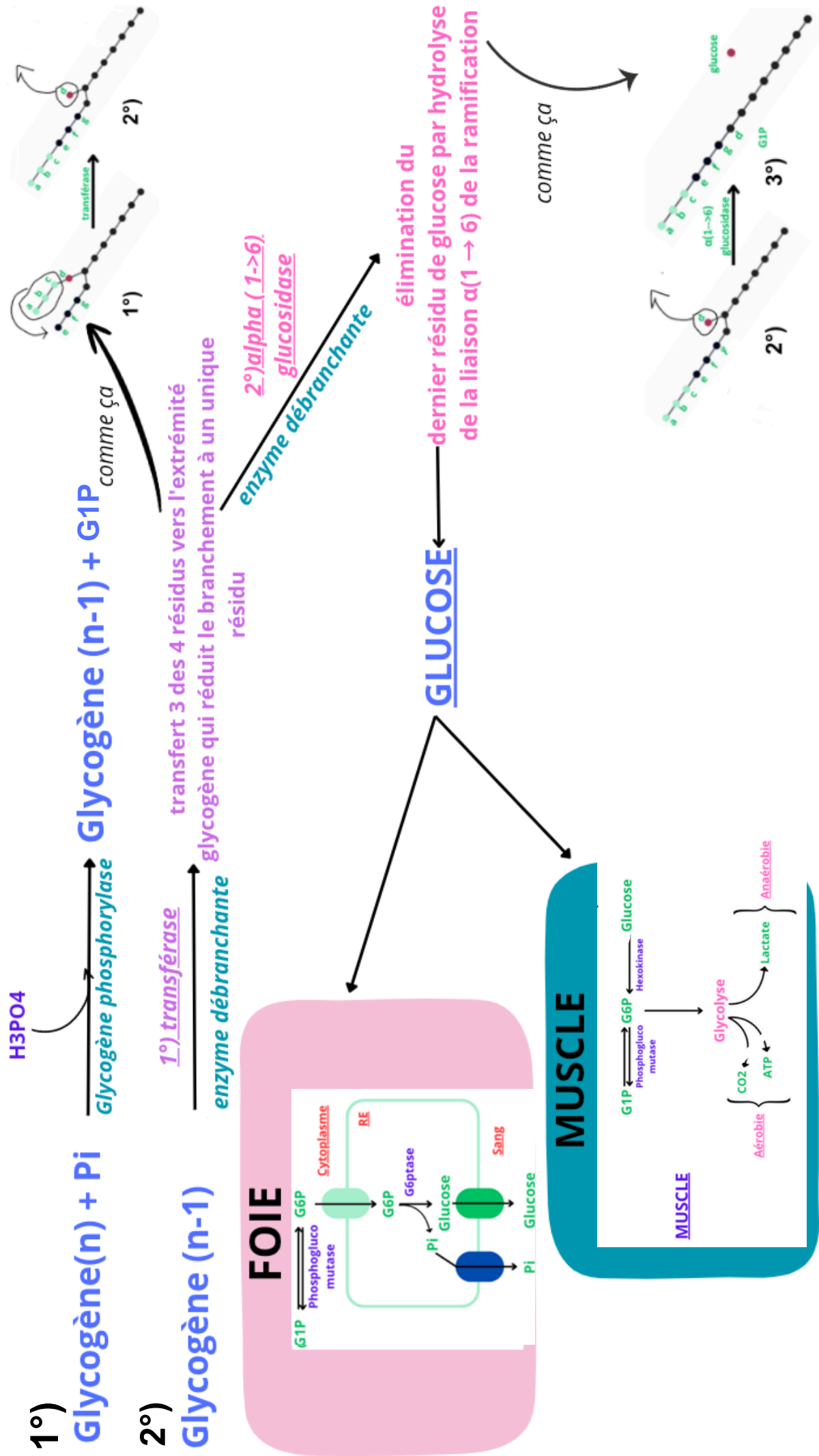
≠

-> au niveau du **muscle**, le glucose n'est pas libéré dans la circulation sanguine mais phosphorylé en glucose 6-phosphate qui pourra rejoindre la **glycolyse et produire des molécules d'ATP, donc de l'énergie +++** ( on peut ajouter que, comme on l'a vu dans la glycolyse, si on est en anaérobie, on a une transformation en lactate, mais si on est en aérobie, on peut rejoindre la phosphorylation oxydative +++) )

=> donc en fonction de l'organe, le glucose va avoir un rôle différent :

- **foie** : régulation de la glycémie dans la circulation sanguine
- **muscle** : production d'énergie

**et pour finir, big schéma récap à la page suivante pour tout bien visualiser +++**



# time to dédisss :

- > Dédi à la TTR parce qu'au moment où je fais cette fiche j'y suis, c'est incroyable, et c'est déjà l'avant dernier jour, jsuis déjà nostalgique :((
- > Dédi à tous les tuteurs et aux chefs tut parce qu'ils sont tous incroyables
- > Dédi à la physio parce qu'au moment où j'écris, vous êtes en plein cours sur l'ultrafiltration et que la physio c'est la 2ème meilleure matière de votre année
- > **Pas dédi** à mon téléphone qui m'a lâché hier et qui a tellement chauffé que j'ai cru qu'il allait exploser
- > Dédi à votre tut d'anat pb Lucas qui vient de faire une blague super drôle sur l'effet donan : "l'effet donan c'est donnant donnant" ( jsp si vous riez là )
- > Dédi aux amateurs de bioch qu'on a croisé pendant la TTR, vous avez déjà la vision sur cette merveilleuse matière, je suis émue, continuez et vous serez vraiment pas déçus <3
- > Je spoile mais pour ma dernière fiche vous aurez le droit à mes dédis photooos

**Biochibou vous fait des gros bisous et vous souhaite bon courage <3**

