

# LA GLYCOGÉNOGÉNÈSE

hellooo !! aujourd'hui, on se retrouve pour un nouveau cours très très très cool, je l'aimais +++ il est hyper chill à apprendre et va de paire avec la glycogénolyse que l'on verra un tout petit peu plus tard ;) : une fois que je l'aurais sorti, je vous conseille vraiment de les travailler ensemble pour comprendre la logique !!

🎬 Le cours en **vidéoo** est dispo juste **ici** !! 🎬

## ]]INTRODUCTION

- > La mise en **réserve du glucose** a lieu suite à un apport alimentaire.
- > Cet apport en nutriments est nécessaire pour couvrir les besoins de l'organisme, plus particulièrement les besoins énergétiques.
- > Lorsque cet apport, notamment en sucre, est **supérieur aux besoins**, l'**excédent** doit être **stocké**. +++
- > /\ **ATTENTION**, l'excédent de sucre **ne peut pas être éliminé au niveau des urines**, d'ailleurs si on en retrouve dans les urines (**glycosurie**) c'est une situation **pathologique**.
- => Il va falloir **stocker** ce glucose, et une première forme de mise en réserve est de le transformer en molécule de **glycogène**, un **polymère de glucose**.
- > Ces stocks sont principalement au niveau du **foie** et du **muscle**, mais ce sont des **stocks LIMITÉS en quantité**. +++
- > Si on a un apport en glucose **dépassant très largement les besoins**, il va falloir trouver une **autre forme** de mise en réserve.
- > Celle-ci est constituée par les **GRAISSES**, et majoritairement par les **TRIGLYCÉRIDES**.
- > Elle est **MOINS LIMITÉE en quantité** +++ et stockée particulièrement au niveau du **tissu adipeux**, et plus on a un besoin de mettre en réserve le glucose secondairement au glycogène, plus on augmente la quantité de triglycérides stockés, donc plus on **augmente le tissu adipeux** et in fine un **surpoids** voire une **obésité**. +++

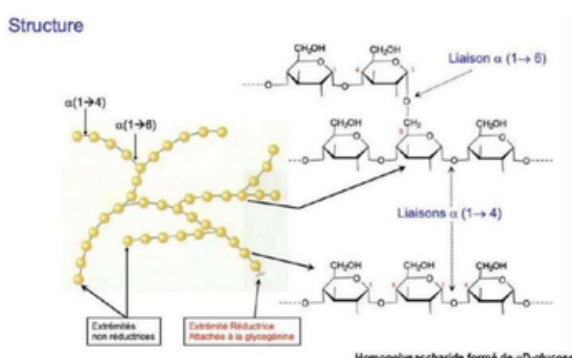
## tut'help :



-> donc en gros, vous l'aurez compris :

- stockage sous forme de **GLYCOGÈNE -> LIMITÉ**, donc on stocke on stocke, puis à un moment paf, on peut plus stocker (comme le stockage de votre tel, à un moment, il sature.)
- stockage sous forme de **TRIGLYCÉRIDE -> NON LIMITÉ** : on peut stocker à l'infini ++ et c'est donc cette forme de stockage qui nous fait grossir (surpoids) puisqu'on peut manger autant qu'on veut, tout sera stocké... c'est cette forme de stockage qui donne l'obésité d'ailleurs ++

## ]]LE GLYCOGÈNE



et là vous vous dites" purée c'est quoi cette image encore, je comprends rien"  
NO PANIC c'est pas compliqué !! j'explique tout à la page suivante ;)

-> On a ici la structure du **glycogène**. C'est un **polymère** de **glucose**, plus précisément un **homopolysaccharide** formé à partir d' **$\alpha$ D-glucose**.

-> Pour les enchaînements **linéaires** on a des liaisons glucosidiques en  **$\alpha(1\rightarrow4)$**  et des **ramifications** en  **$\alpha(1\rightarrow6)$** . +++++ (ça c'est vraiment PAAAR COEUR les amis je vous aurais prévenu !! et si vous comprenez pas, pas de panique je vais expliquer tout ça juste après )

-> Cette structure est **ramifiée** et on a donc **plusieurs** extrémités dites « **non réductrices** », mais pour la molécule de glycogène on aura **UNE SEULE EXTRÉMITÉ REDUCTRICE**.++++ (ça pareil comme vous pouvez le remarquer au gras+ surligné + majuscule c'est **HYPER IMPORTANT**, j'y reviendrais aussi juste après !)

 **tut help :**

->alorss comme je l'ai dis + haut, il existe 2 types de liaisons pour le glycogène :

- les liaisons glucosidiques **LINÉAIRES** **alpha (1->4)**
- les ramifications **alpha (1->6)**

=> **DONC** pour les structures **LINÉAIRES** on a des liaisons **alpha (1->4)** : ces liaisons relient les molécules de glucose de manière **LINÉAIRE** et forment la chaîne principale du glycogène : liaisons **LINÉAIRES** <=> liaisons **GLUCOSIDIQUES** ( c'est la même chose )

=> pour les structures **RAMIFIÉES**, on a des liaisons **alpha (1->6)**, ces liaisons se forment à des **points spécifiques** de la chaîne principale, ce qui créé des branches **LATÉRALES**, il faut aussi comprendre que chaque branche est elle-même une nouvelle chaîne linéaire qui se prolongera avec des liaisons  **$\alpha(1\rightarrow4)$**

**#rappel+++** : une **RAMIFICATION** est un **SUBSTITUANT** qui est **accroché à la chaîne principale+++** (vos merveilleux tut de chimie vous expliqueront mieux ;) )

->et là c'est sur que vous vous demandez " mais laure ça se passe OÙ tout ça ???", suspenssss...

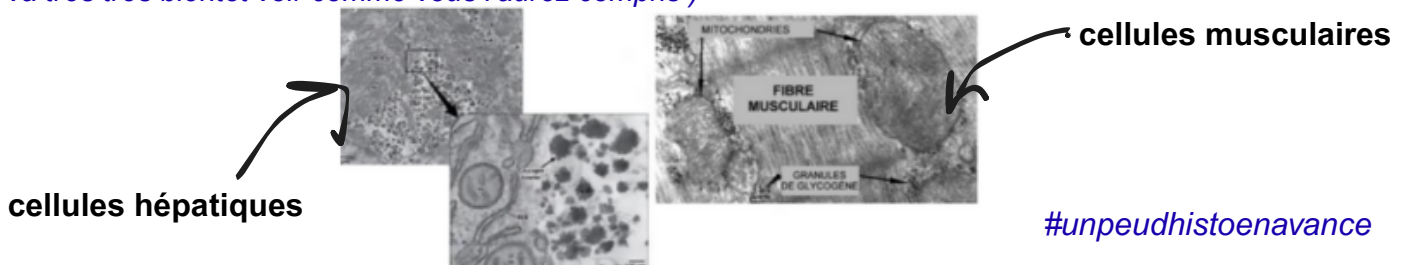
=> le glycogène est stocké au niveau du **cytoplasme**, dans des **granules** ++

-> Ceux-ci vont contenir les **enzymes** nécessaires à la **synthèse** mais aussi à la **dégradation** du glycogène.

-> On a ci-dessous des images de microscopie électronique pour des cellules **hépatiques** (à gauche) et **musculaires** (à droite).

-> Sur ces images, on est capable de visualiser ces structures de **glycogène** organisées en rosettes, qu'il y a à l'intérieur du cytoplasme.

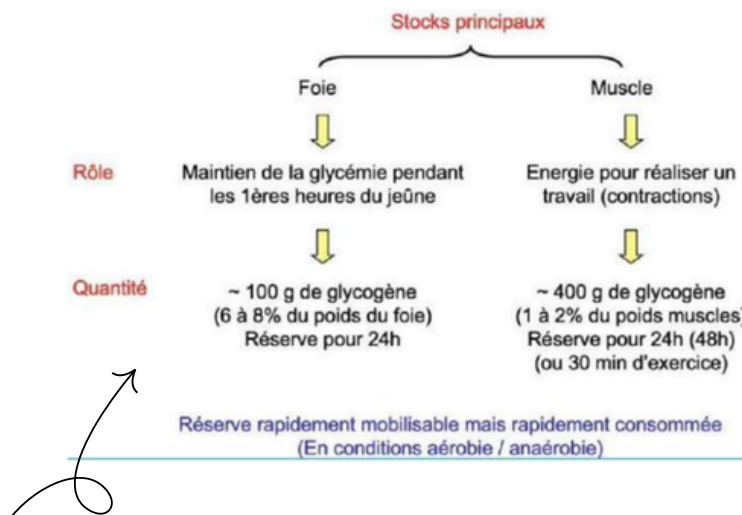
=> La synthèse de **glycogène** est appelée **glycogénogénèse**, et sa **dégradation** est appelée **glycogénolyse** ( que l'on va très très bientôt voir comme vous l'aurez compris )



-> Le glycogène est stocké principalement au niveau du **foie** dans les **hépatocytes**, et au niveau du **muscle** dans les **myocytes**, car ce sont deux tissus qui jouent un rôle important dans le métabolisme.

-> Le glucose est capital dans le **maintien de la glycémie +++**, (*vous aurez d'ailleurs bientôt un cours dédié à ça, HYPER intéressant d'ailleurs, le meilleur*), et donc le foie va mobiliser ses réserves de glycogène pendant les premières heures de jeûne pour rétablir la glycémie.

-> Au niveau du **muscle**, celui-ci va consommer ses réserves en glycogène pour réaliser un **travail**, et donc avoir une **énergie** suffisante pour sa **contraction**.



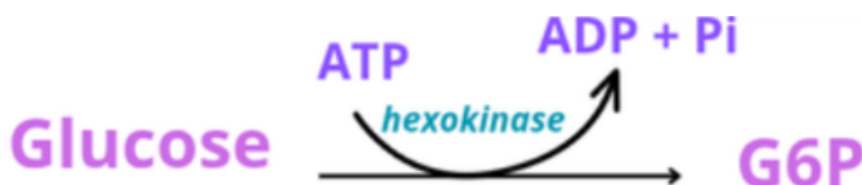
-> Alors ici je vous ai mit (*vraiment à titre informatif, n'apprenez pas vraiment les données par coeur, ayez juste une idée*), les **quantités de glycogène** pouvant être stockées au niveau du **foie** et du **muscle**.

-> Ces quantités sont **limitées** et vont être **rapidement mobilisables** mais **rapidement consommées**. ++

=> Ce glycogène va pouvoir être consommé à la fois en conditions **aérobies** ET **anaérobies**, car ces stocks sont dans des **granules cytoplasmiques**. (*rappel*)

### III] LA GLYCOGÉNOGÈNESE (*allez, on rentre dans le vif du sujet !*)

#### 1ère étape : phosphorylation du glucose en glucose-6-P



-> Enzyme = hexokinase

-> consommation d'un ATP

-> utilisation du  $\text{Mg}^{2+}$  en cofacteur

-> c'est vraiment la même étape que la première étape de la glycolyse, je vais tout de suite vous expliquer pourquoi

-> À ce moment-là, le **glucose phosphorylé** est **bloqué** dans la cellule et peut continuer de s'engager dans la **glycolyse**, ou bien être **stocké sous forme de glycogène**. (*c'est là qu'on peut vraiment comprendre la notion de carrefour métabolique, en effet, le G6P en est un (rappel gl) : il est capable de s'engager dans plusieurs voies : ici, il peut "choisir" de continuer la glycolyse, ou bien créer du glycogène pour stocker du glucose un max (faire la glyco-génogénèse quoi)*)

2ème étape : isomérisation du G6P en G1P

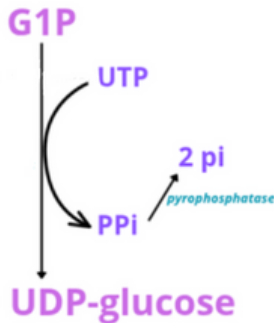


Enzyme= phosphoglucomutase

-> Pour être transformé en glycogène, le G6P subit dans un premier temps un réarrangement pour être transformé en glucose 1-phosphate, réaction catalysée par la phosphoglucomutase.

-> Le groupement phosphate passe du C6 au C1 sur la molécule de glucose : on déplace un groupement : c'est une isomérisation, on retient bien !

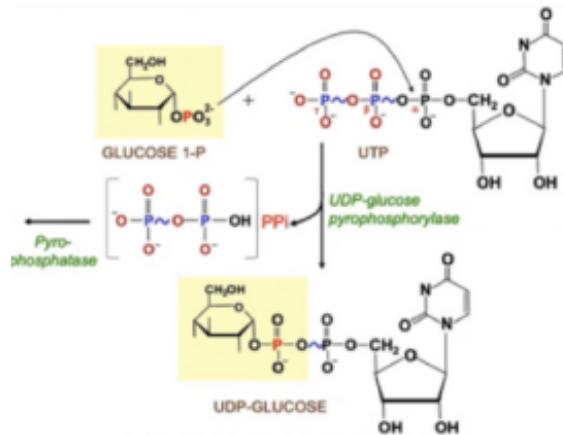
3ème étape : transformation du G1P en UDP- glucose



Enzyme= UDP glucose pyrophosphorylase

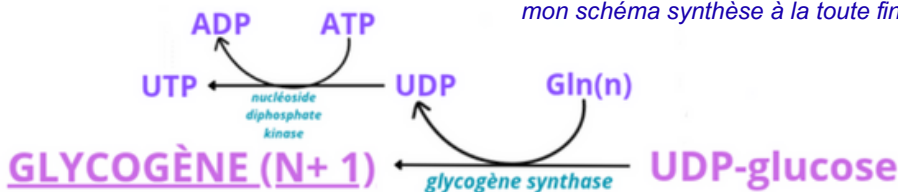
Dans la réaction de l'UDP-glucose pyrophosphorylase, on note que l'enzyme va d'abord couper la liaison phosphoanhydride, libérer du pyrophosphate (PPi) et permettre la liaison du G1P.

Le PPi libéré va rapidement être transformé en deux molécules de phosphates inorganiques (Pi) par la pyrophosphatase, ce qui va pousser la réaction dans le sens de la formation de l'UDP glucose et donc rendre cette réaction **IRRÉVERSIBLE +++** (je vous remets un schéma de mon vieux vieux pour mieux comprendre, vous pouvez y voir tout ce qu'il se passe étape par étape) :



4ème étape : transformation de l'UDP glucose en glycogène (glc (n+ 1))

(attention sur le schéma ici, lisez bien de droite à gauche, de toutes façons vous aurez mon schéma synthèse à la toute fin !)



Enzyme= glycogène synthase

alors là **ATTENTION** partie hyper importante à **COMPRENDRE** +++

-> là on est sur la dernière étape de notre ggg : on va enfin former notre glycogène.

-> mais comment ?? est ce que la molécule de glycogène se forme directement ou bien en passant par différentes étapes ? c'est ce qu'on va voir de suite :

## 1°) ELONGATION

-> La molécule d'**UDP-glucose** créée à l'étape 3 va ensuite être utilisée par la **glycogène synthase** pour être ajoutée au niveau de l'**extrémité NON RÉDUCTRICE +++++** du **C4**, pour allonger une amorce de glycogène et donc augmenter à  $n + 1$  résidus glycogène.

-> Quand cette molécule d'UDP-glucose est ajoutée, cette enzyme libère la molécule d'**UDP** qui sera transformée à son tour en **UTP** par la **nucléoside di-phosphate kinase** : on a donc **consommation** d'une molécule d'**ATP**.

-> L'UTP libéré pourra être réutilisé pour aller **activer un autre G1P**.

=> !\ À cette étape, la **glycogène synthase** va allonger la chaîne de glycogène mais n'est capable d'allonger qu'une chaîne **préexistante +++**.

-> Il faut une étape d'**initiation** pour avoir cette **amorce** de glycogène pour que la **glycogène synthase** puisse **allonger** en résidus et créer des **liaisons  $\alpha(1 \rightarrow 4)$** . ( *rappel début de cours : ce sont les liaisons concernant les structures LINÉAIRES+++ , si besoin allez page 2 ; )*

## 2°) INITIATION

-> L'initiation a lieu grâce à la **glycogénine** :

-Elle se fixe au niveau de l'**extrémité REDUCTRICE C1 +++** (ça c'est vraiment super important les loulous, **RETENEZ+++**, et souvenez-vous bien aussi que l'**extrémité C1 est LA SEULE extrémité REDUCTRICE +++**)

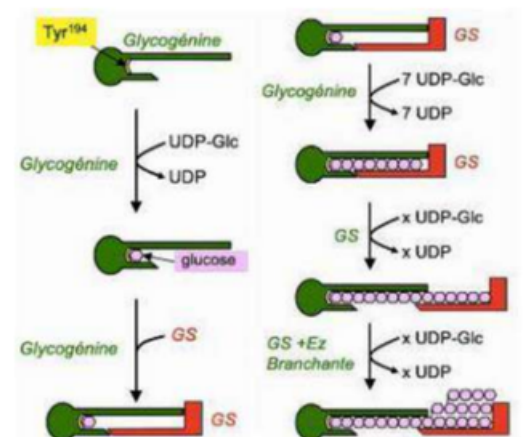
- C'est une enzyme de **37kD**

- Elle a une **activité glycosyltransférase**

- Elle ajoute un **premier** résidu glucose à partir d'une molécule d'**UDP-glucose** sur la **Tyr194**

=>Un **complexe** va alors se former avec la **Glycogène Synthase**.

-> Après l'ajout de **7 autres résidus glucose** par la **glycogénine +++** (la glycogénine en a fixé **8 au total**), la **Glycogène Synthase** prend le relais pour allonger la chaîne linéaire avec des **liaisons  $\alpha(1 \rightarrow 4)$**  en s'éloignant progressivement de la glycogénine.



-> La structure est **linéaire**, et pour avoir une structure **ramifiée**, on a besoin de l'action de l'**enzyme branchante** qui va créer les **liaisons  $\alpha(1\rightarrow6)$** . (*on se rappelle, j'insiste encore bien dessus mais : liaisons LINÉAIRES-> alpha (1->4)  $\neq$  liaisons RAMIFIÉES-> alpha (1->6).*)

-> Puis, on aura un **relais** : la **glycogène synthase** va allonger, puis l'**enzyme branchante** va faire les **ramifications** et ainsi de suite pour avoir une structure de plus en plus importante de molécules de glycogène avec de plus en plus de résidus glucose pour permettre le **stockage**.

=> La **Glycogène Synthase** et l'**Enzyme Branchante** complètent la structure du glycogène, puis se **DISSOCIENT** de la structure, elles constituent les extrémités **NON RÉDUCTRICES +++** tandis qu'attention, la **GLYCOGENINE RESTE ACCROCHÉE** à l'extrémité **RÉDUCTRICE +++**

*oui, je sais, vous avez l'impression qu'il y a bcp trop de choses à retenir, mais je vous promets que ça ira, COMPRENEZ déjà c'est la clé, et une fois que vous-aurez la logique, même plus besoin d'apprendre, ça viendra tout seul ;) allez, pour vous aider je vous fais un...*

## tut'recap

-> la **GLYCOGÉNINE** se fixe au niveau de l'extrémité **REDUCTRICE** et va fixer les **8 PREMIERS GLUCOSES +++**

-> puis, la **GLYCOGÈNE SYNTHASE** va prendre le relais pour allonger la chaîne linéaire en se fixant au niveau des extrémités **NON REDUCTRICES +++**

-> pour obtenir une structure **ramifiée**, on va utiliser l'**ENZYME BRANCHANTE**, qui, comme la glycogène synthase, va se placer au niveau des extrémités **NON REDUCTRICES** pour allonger notre chaîne tout en la ramifiant +++

=> DONC :

- **GLYCOGÉNINE** : extrémité **REDUCTRICE**, fixe les 8 premiers glucoses

- **GLYCOGÈNE SYNTHASE et ENZYME BRANCHANTE** : extrémités **NON REDUCTRICES**, fixe le reste des molécules de glucose ++

*super petit mémo de ma vieille vieille vieille que je glisse ici parce qu'il m'avait aidé: on retient qu'il y a qu'une seule extrémité réductrice ( celle en C1 ) car "réductrice" ne forme qu'un seul mot, alors qu'il y a plusieurs extrémités non reductrices car " non réductrices" se forme de deux mots ;) voilà c'est cadeau !!*

## IV] SYNTHÈSE

-> Cette **mise en réserve du glycogène**, quand on a un apport en glucose qui **excède les besoins** de l'organisme, va se faire principalement au niveau du **FOIE** et du **MUSCLE** .

-> Les autres cellules pourront avoir des petites réserves de glycogène mais le **foie** a une réserve permettant de répondre aux besoins de l'organisme en situation de **jeûne**.

-> C'est lui qui, en consommant ses réserves de glycogène, va permettre de **rétablir la glycémie**. +++ ( *je vous prépare un cours spéciale, régulation de la glycémie que vous allez bcp trop aimer d'ailleurs !!* )

-> Quant au **muscle**, il utilise son glycogène durant une **activité sportive**.

=> On a cette première mise en réserve **rapidement mobilisable** mais en **quantité LIMITÉE**. +++ ( *rappel : on parle de la mise en reserve sous forme de glycogène là, celle qu'on voit depuis le début de ce cours !* )

=> C'est pourquoi on a une **seconde mise en réserve** en quantité **ILLIMITÉE** +++ , mobilisable **moins rapidement** mais de manière plus importante, principalement au niveau du **tissu adipeux** sous la forme de **TRIGLICÉRIDES**.

*Donc, retez bien :*

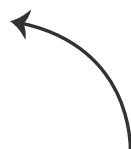
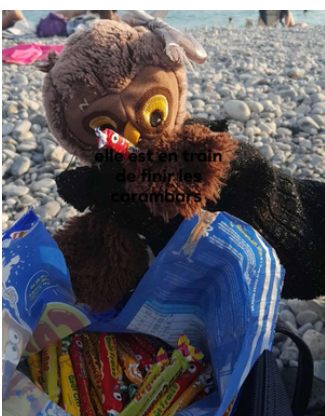
-> Premier type de mise en reserve : stockage du glucose sous forme de **glycogène**, réserve **RAPIDEMENT MOBILISABLE** mais en quantité **LIMITÉE +++**

≠

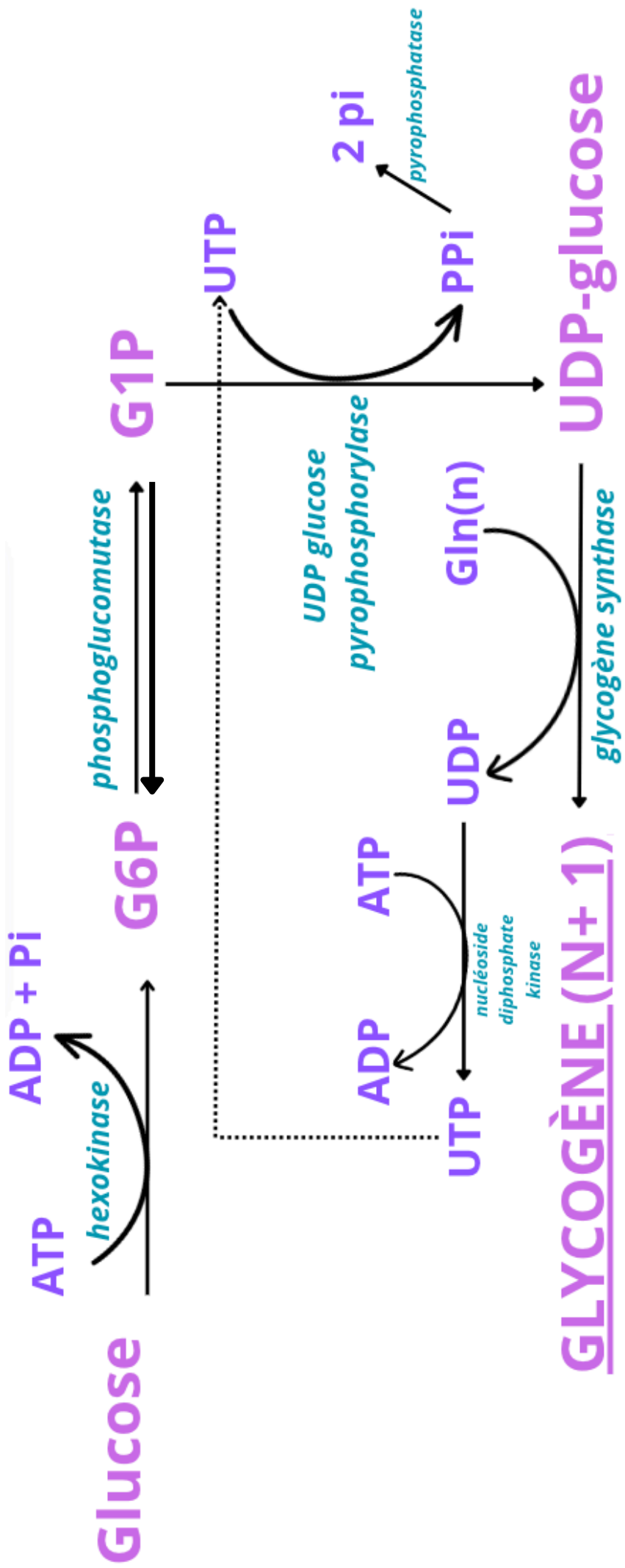
-> Deuxième type de mise en réserve : stockage principalement au niveau du **tissu adipeux** , sous la forme de **TRIGLICÉRIDES**, **MOINS RAPIDEMENT MOBILISABLE** mais en quantité **ILLIMITÉ**, c'est lui d'ailleurs qui, je le rappelle encore une fois, peut entrainer toute forme de surpoids ou d'obésité car c'est un stockage qui est en quelques sortes "dangereux", vu qu'il est illimité : on peut stocker tout le glucose sans aucune limite, à l'infini !

**!!\ c'est pas fini les loulouuus !**

**on se retrouve à la page suivante pour mon super schéma récap de la ggg !!**



*je pose biochibou notre star en train de manger des carambars pour vous faire patienter <3*



Et voilà ! vous avez fini la glycogénogénèse !! j'espère que vous avez aimé ce cours comme je l'aimais en p1, je le trouve hyper intéressant, et vous verrez que quand vous ferez la glycogénolyse ( la fiche arrive très bientôt), vous ferez pleins de liens dans votre tête, donc c'est pour ça que je vous conseille +++ de voir ces deux cours ensemble !

### **et maintenant, place aux DÉDIS !!**

-> Dédi à Sofia ( sofiatrogène ) et à Romain ( Romintracel), meilleurs parrains<3

-> Dédi à Segurane ( aka segu ) qui m'a accueilli pendant ma LAS2, mais pas dédi à mon voisin prépa maths qui faisait que de crier à pas d'heure à cause de ses cours...

-> Dédi à gilmore girls qui a marqué ma LAS2,

-> Dédi à gossip girl qui a marqué ma LAS1, sinon c'est pas juste,

-> Dédi à Londres parce que j'y suis au moment ou je finis cette fiche <3,

-> Dédi à **VOUS** qui allez tout casser cette année, vous êtes vraiment trop forts, vous avez lu ce cours jusque là et vous pouvez être très très fiers de vous, vous verrez, la bioch, et cette année plus généralement vous semblent super impressionnants pour le moment, mais avec une organisation en fer, de la CONFIANCE, et de la motivation, ça va passer CRÈME, je vous le dis !! Croyez toujours en vous et visez haut, c'est la clé :))

