

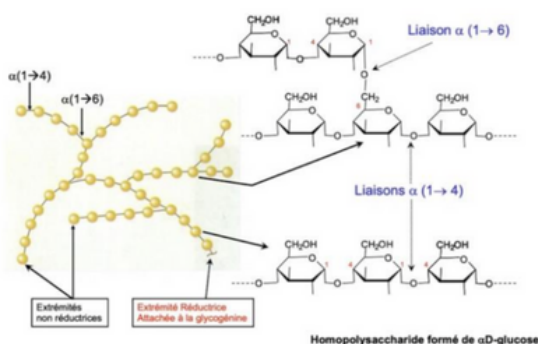
Salut saluuuuut ! Bon aujourd'hui on attaque un petit cours plutôt tranquille. Regardez bien les schémas pour comprendre et tout va bien se passer. Et bien évidemment si y'a des questions --> forum. Bon courage les zouzous ❤️

I. 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, et plus particulièrement les besoins énergétiques. Lorsque cet apport, notamment en sucre, est supérieur aux besoins, l'excédent doit être stocké. En effet, 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, qui est 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. *(Donc + tu donnes d'apport > à ce que ton corps a besoin, plus tu vas stocker des graisses sous forme de triglycérides puisque les stocks de glycogène ont atteint leurs limites, plus tu vas prendre de kilos).*

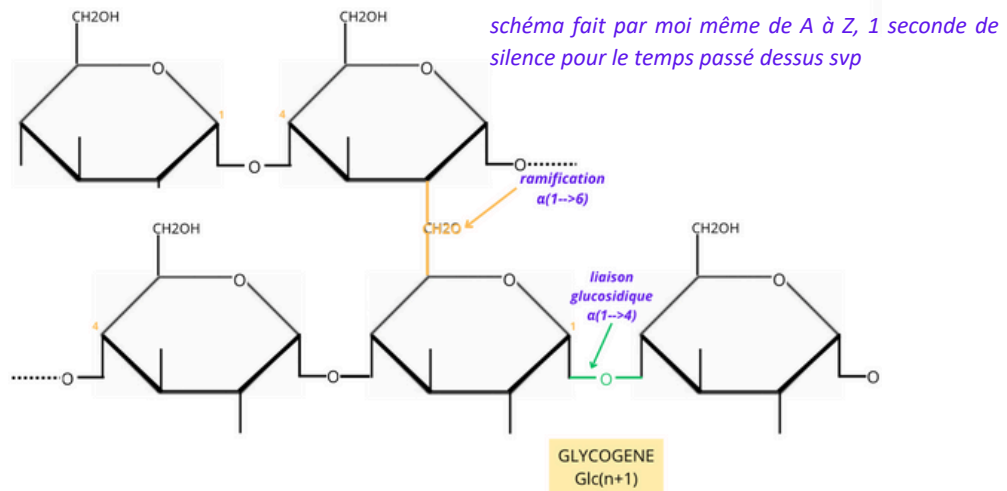
II. Le glycogène



On a ci-contre la structure du glycogène. C'est un polymère de glucose, plus précisément un homopolysaccharide formé à partir d' α D-glucose. Pour les enchaînements linéaires on a des liaisons glucosidiques en $\alpha(1 \rightarrow 4)$ et des ramifications en $\alpha(1 \rightarrow 6)$. *Pleure pas je vais t'expliquer :)* Cette structure est ramifiée et on a donc plusieurs extrémités dites « non réductrices », mais pour la molécule de glycogène on aura une seule extrémité réductrice.

Tut'explique :

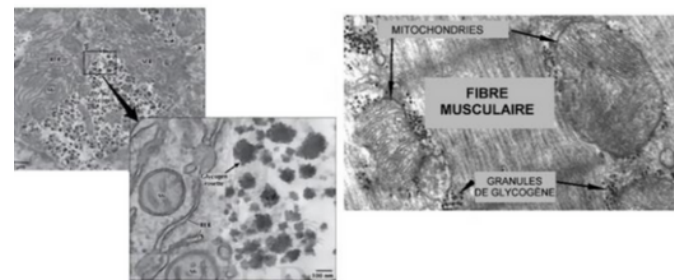
Alors comme on l'a vu plus haut, on a deux types de liaisons pour le glycogène, les liaisons glucosidiques $\alpha(1\rightarrow4)$ et les ramifications $\alpha(1\rightarrow6)$. On va expliquer ça avec un petit schéma parce que ça vaut 1000 mots :



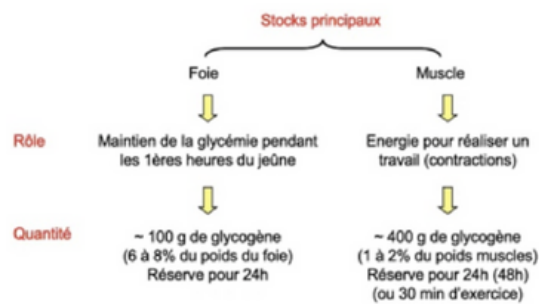
Structure linéaire : Les liaisons $\alpha(1\rightarrow4)$ (en vert sur le schéma) relient les molécules de glucose de manière linéaire, formant la chaîne principale du glycogène, donc les liaisons linéaires sont les liaisons glucosidiques.

Structure ramifiée : Les liaisons $\alpha(1\rightarrow6)$ (bon t'as compris en jaune sur le schéma) se forment à des points spécifiques de la chaîne principale, créant des branches latérales. Chaque branche est elle-même une nouvelle chaîne linéaire qui se prolongera avec des liaisons $\alpha(1\rightarrow4)$. Donc là c'est comme en chimie, où une ramification est pour rappel un substituant (ou un radical) qui est accroché à la chaîne principale.

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-contre des images de ME pour des cellules hépatiques (gauche) et musculaires (droite). Par 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.**



Synthèse de glycogène → Glycogénogénèse
Dégradation du glycogène → Glycogénolyse

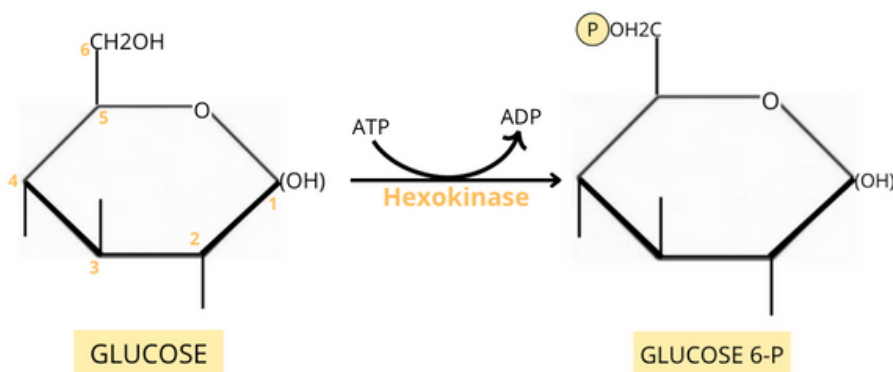


Le glycogène est stocké principalement au niveau du foie dans les **hépatocytes**, et au niveau du muscle dans les **myocytes**, car ce sont deux tissus qui jouent un rôle important dans le métabolisme. Le glucose est capital dans le maintien de la glycémie *#répétition*, et donc le foie va mobiliser 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.

On a ci-dessus à titre indicatif les quantités de glycogène pouvant être stockées au niveau du foie et du muscle. Celles-ci sont limitées et vont être rapidement mobilisables mais rapidement consommées. Ce glycogène va pouvoir être **consommé à la fois en conditions aérobies et anaérobies**, puisque ces stocks sont dans des granules cytoplasmiques.

III. La glycogénogénèse

1ère étape : glucose --> G6P

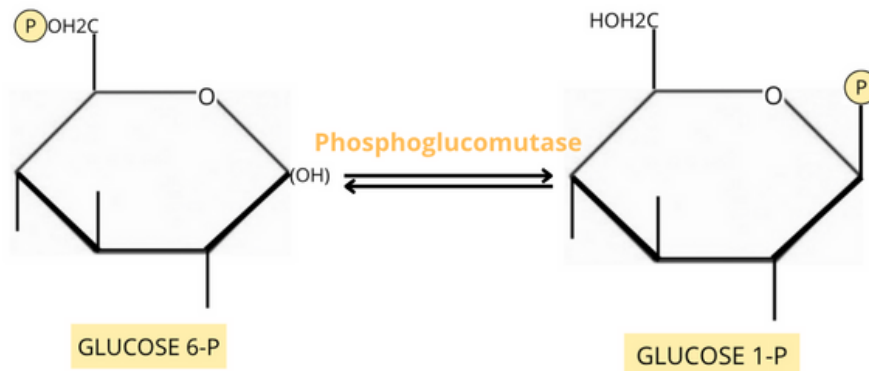


- Glucose --> G6P
- Enzyme : Hexokinase

Bon là c'est pareil que dans la glycolyse je répète pas

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.

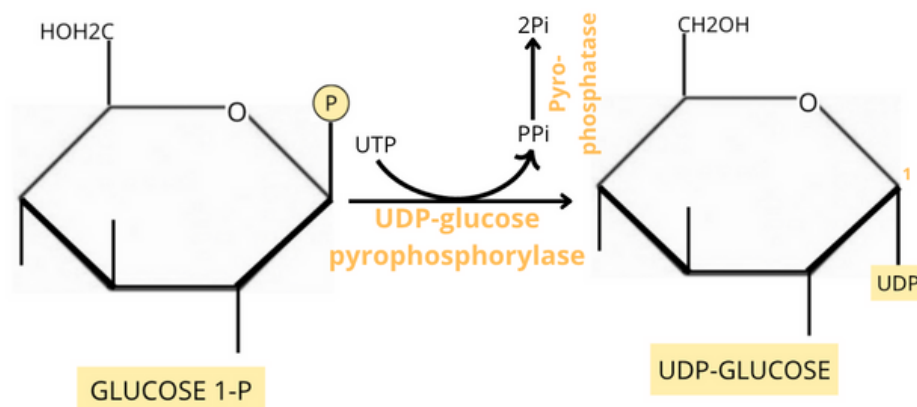
2ème étape : G6P --> G1P



- G6P --> G1P
- Enzyme : Phosphoglucomutase

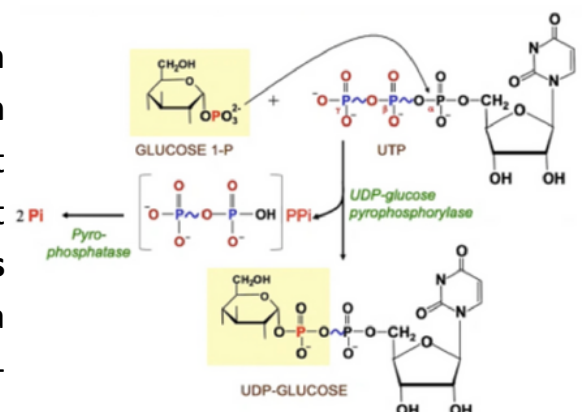
Pour être transformé en glycogène, le G6P subit dans un premier temps un réarrangement pour être transformé en glucose 1-phosphate, réaction catalysée par la **phosphoglucomutase**. Le groupement phosphate passe du C6 au C1 sur la molécule de glucose.

3ème étape : G1P --> UDP-glucose

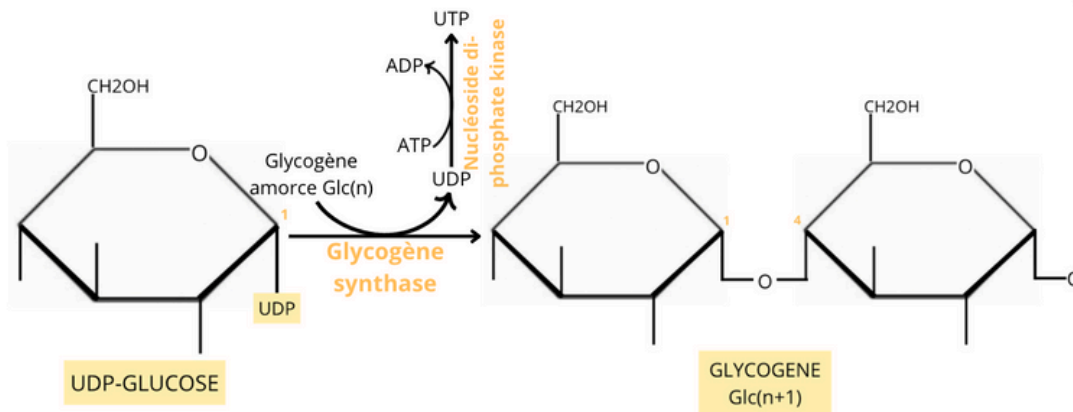


- G1P --> UDP-glucose
- Enzyme : UDP-glucose pyrophosphorylase

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**.



4ème étape : UDP-glucose --> Glycogène (Glc(n+1)).

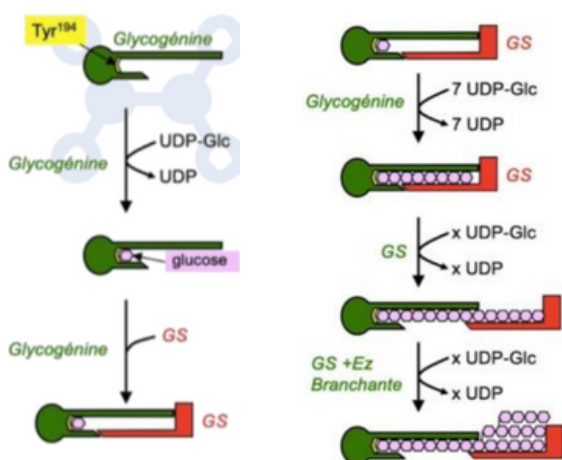


- UDP-glucose --> Glycogène (Glc(n+1))
- Enzyme : Glycogène synthase

Cette molécule d'UDP-glucose va ensuite être utilisée par la **glycogène synthase** pour être ajoutée au niveau de l'**extrémité non réductrice +++++ (dans ta tête à vie)**, 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 $\alpha(1 \rightarrow 4)$.



L'initiation a lieu grâce à la **glycogénine**

- Elle se fixe au niveau de l'**extrémité REDUCTRICE C1 +++** (la seule d'ailleurs qui est réductrice)
- 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 par des liaisons $\alpha(1 \rightarrow 4)$ et s'éloigne progressivement de la glycogénine.

La structure est **linéaire** et pour avoir une structure **ramifiée** (cf récap page2) on a besoin de l'action de **l'enzyme branchante qui va créer les liaisons $\alpha(1\rightarrow6)$** . Ensuite, 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 glycogénine qui initie grâce à son activité enzymatique, va rester accrochée au glycogène à partir du premier résidu, donc au niveau du C1, et va constituer cette extrémité réductrice. Les autres extrémités sont dites « non réductrices ».

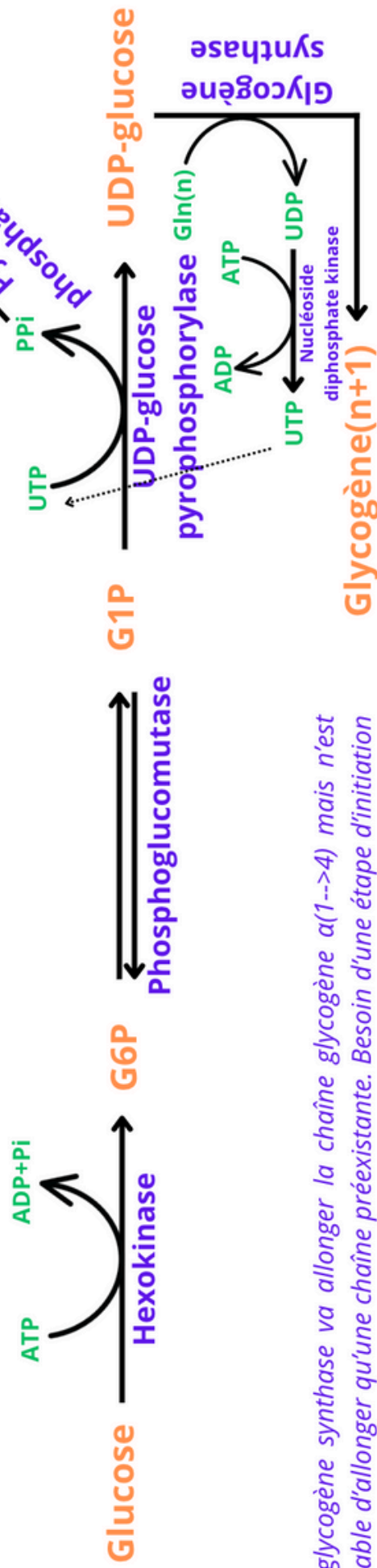
Tut'récap :

- La **glycogénine** initie l'amorce et se fixe sur l'**extrémité réductrice**, elle élongera d'au total **8 molécules** de glucose et restera accrochée au glycogène.
- La **glycogène synthase** prend le relais et élonge sur des extrémités **NON réductrices** par des **liaisons glucosidiques $\alpha(1\rightarrow4)$**
- L'**enzyme branchante** fera des **ramifications** sur des extrémités **NON réductrices** par des **liaisons $\alpha(1\rightarrow6)$**

Ptit mémo de ma vieille vieille pour vous : dans REDUCTRICE il y a un seul mot donc UNE seule extrémité réductrice. Dans NON REDUCTRICE il y a deux mots donc plusieurs extrémités non réductrices

Allez on est sur la fin, le ptit schéma de la voie, une synthèse rikiki et t'es libéré(e) délivré(e) #CommencePas

GLYCOGÉNOGÉNÈSE



La glycogène synthase va allonger la chaîne glycogène $\alpha(1\rightarrow4)$ mais n'est capable d'allonger qu'une chaîne préexistante. Besoin d'une étape d'initiation pour avoir l'amorce \rightarrow rôle de la glycogénine qui se fixe sur extrémité réductrice.

Quand 8 résidus glucose seront fixés, glycogène synthase prendra le relais et s'éloignera progressivement de la glycogénine pour allonger la chaîne $\alpha(1\rightarrow4)$ = liaisons glucosidiques sur les extrémités non réductrices.

L'enzyme branchante va créer les ramifications $\alpha(1\rightarrow6)$.

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**. Quant au muscle, il utilise son glycogène durant une activité sportive. On a cette première mise en réserve rapidement mobilisable mais en quantité limitée. 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 **triglycérides**.

Et voilààààà c'était pas si terrible !!! Place à la meilleure partie de la fiche, aka les dédiiiiis

Alors déjà une dédi prétentieuse à tous mes schémas des étapes de la glykogénogénèse parce que j'ai passé plus de temps à tous les faire en partant de 0 que toute la fiche entière (oui mes big tocs de perfectionniste m'ont empêchée de prendre des schémas sur internet parce qu'ils étaient pas jaunes... bon csc aussi hein)...

Dédi aux couleurs pastels je pense vous avez compris que j'aimais ça

Dédi à mon vieux Ramm parce que j'ai jamais vu de fiches aussi belles et agréables à lire que les siennes

Dédi toute particulière à mes deux acolytes de las2 aka Lila et Camilia 🍷 vous avez rendu mon année tellement plus belle et épanouissante (c'est pas tous les jours qu'on nous demande de faire du feu volontairement en tp ou qu'on se met à couper des patates pour faire des frites mskn nos tp avaient aucun sens quand j'y repense mdr). On a réussi ce dont on a rêvé ces deux ans et ça je vous le dois en partie, alors merci ❤️

Dédi à Yacine et Houcine qu'est ce que j'aurais fait sans vous omg... remplaçons le make it move par la danse de la cloche 🔔

Dédi à mon copain vraiment je sais pas s'il sait à quel point il a été un pilier à ma réussite, même s'il part rejoindre les vaches à Dijon (en lisant ma dedi il a vraiment sorti « ouais mais je laisse la mienne ici » 😞) et même s'il a des choix post prépa un peu nuls, il en a pas fini avec moi 😞

Dédi à ma (trop) (beaucoup trop) grande famille (ah oui 6 enfants vous avez bien bossé papa et maman) et à tous mes animaux (dont ma ptite soeur) ❤️

Dédi à ma meilleure amie Clara (alias Bubus), ça me manque de plus regarder les teletubbies en noir et blanc avec toi depuis que t'es partie te percher chez les flammenkuches pour tes études... dépêche toi de les finir et reviens

Dédi à Gab, tu vas enfin être ma dentiste portugaise attirée, j'aime pas les dentistes alors y'a intérêt à ce que tu sois l'exception grrr

C'étaient les dédis émotions, alors pour finir sur cette belle touche, dédi à vous tous les P1, que vous lisiez ça pendant la ttr, au début ou à la fin du semestre, gardez en tête que votre santé est la chose la plus importante durant cette année (et durant toute votre vie d'ailleurs). J'ai beaucoup parlé de mon entourage dans ces dédis et j'insiste dessus, avoir des personnes ultra bienveillantes qui vous entourent vous aidera à surmonter cette année. Oui c'est difficile, oui des fois on est fatigué, et oui ça peut arriver qu'on se demande si ça en vaut la peine, mais je vous assure qu'en écrivant ces dédis, ça me rappelle à quel point j'ai bien fait d'avoir retenté et de pas avoir laissé tomber. J'étais entrain de lire ces dédis à votre place l'année dernière, et je suis comme vous, j'ai douté, j'ai pleuré et pourtant j'ai continué, alors lâchez rien et defoncez moi cette P1, ça passe extrêmement vite !!! Et n'oubliez pas de vous écouter, c'est important de prendre du temps pour soi, parce que oui, un temps de pause c'est un temps d'efficacité de gagné ! Bisous les zouzous je vous envoie toute ma force, hésitez pas à m'écrire si besoin ❤️