

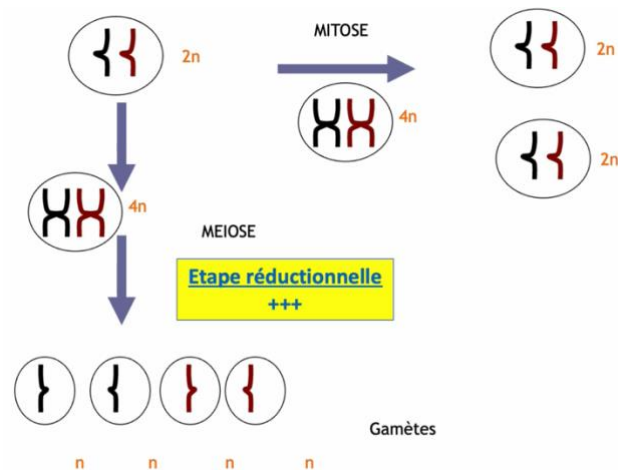
La Mitose

1) Les deux types de division cellulaire

Il existe deux types de division cellulaire :

	Mitose	Méiose
cellules concernées	cellules somatiques	cellules germinales
définition	permet d'obtenir à partir d'une cellule mère, 2 cellules filles considérées comme génétiquement identiques	ensemble des processus biologiques qui permet d'aboutir à la formation de cellules sexuelles (= gamètes) haploïdes à n chromosomes
déroulement	<u>1 division cellulaire</u> qui permet de passer d'une cellule diploïde à $2n$ chromosomes à <u>2 cellules diploïdes</u> à chacune $2n$ chromosomes	<u>2 divisions cellulaires</u> successives qui permettent de passer d'une cellule diploïde à $2n$ chromosomes à <u>4 cellules haploïdes</u> à n chromosomes
mécanisme	séparation des chromatides de chaque chromosome double qui implique une étape de réplication de l'ADN	1ère division : séparation des chromosomes homologues 2e division : séparation des chromatides de chaque chromosome double

recap :



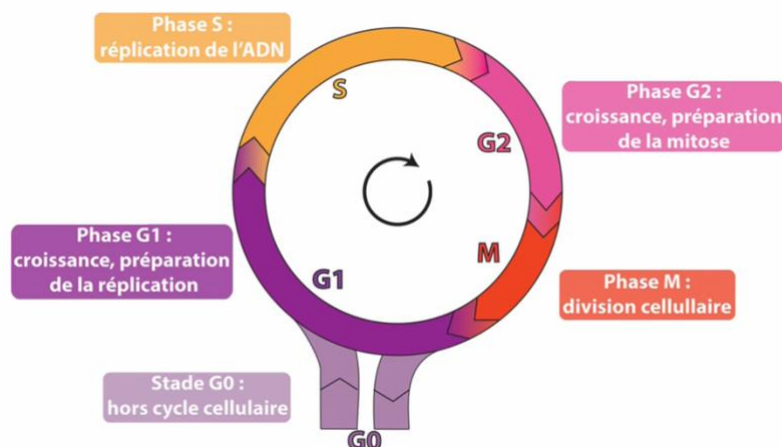
2) Le cycle cellulaire

La **mitose** est directement liée à ce qu'on appelle le cycle cellulaire puisqu'il s'agit d'un **phénomène continu** inscrit dans la vie d'une cellule. Au cours de sa vie, une cellule va rester dans une phase dite "quiescente" qu'on appelle **G₀** et qui est en dehors du cycle cellulaire (vous verrez en biocell 🤖). Puis, lorsqu'elle va entrer dans le cycle cellulaire pour aller vers le phénomène de mitose (**division cellulaire**) elle va entrer dans la phase dite **G₁** de croissance et de préparation à la réplication de l'ADN.

À la suite de la phase **G₁**, il y a la phase **S** (=synthèse) qui correspond à la phase de **réplication** de l'ADN.

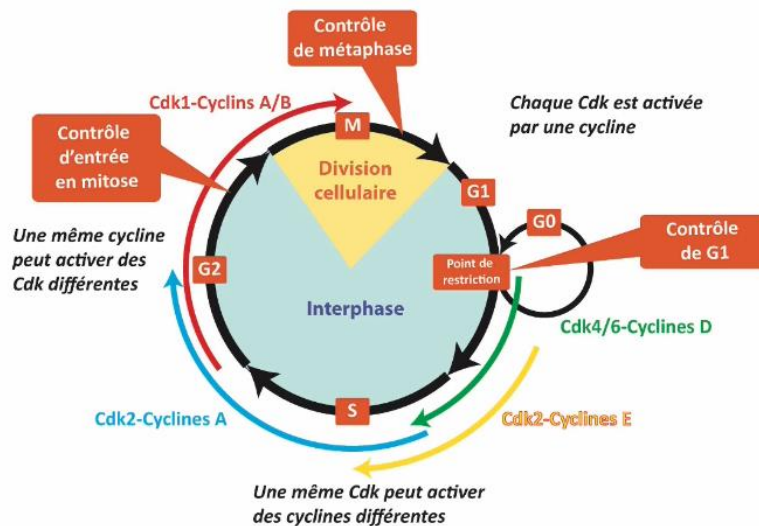
Ensuite nous avons la phase **G₂** qui correspond à la croissance et à la préparation à la mitose.

Ces 3 étapes successives (G₁, S, G₂) correspondent à la période d'**interphase**.



Lorsqu'on dépasse la phase G2, il va y avoir la phase M qui correspond en elle-même à la phase de mitose, c'est-à-dire à la phase de division cellulaire qui va permettre de donner les 2 cellules filles. Ces 2 cellules filles pourront soit aller vers le stade G0 (sortie du cycle cellulaire), soit aller vers le stade G1 et recommencer.

Ce cycle cellulaire est extrêmement bien régulé par tout un tas de cyclines. Chaque cycline va activer une Cdk qui va être spécifique de chaque phase du cycle cellulaire.



!!\ lorsque la cellule passe de la phase G0 à G1 elle va traverser un **point de restriction** au delà duquel elle ne pourra plus revenir en arrière

↪ pour passer de la phase G1 à S : **cyclines D** et **Cdk 4/6**

↪ pour passer en phase S : **cyclines E** et **Cdk 2**

↪ pour passer de la phase S à G2 : **cyclines A** et **Cdk 2**

!!\ à l'issue de la phase G2 on retrouve un **point de contrôle** d'entrée en mitose au delà duquel la cellule ne peut plus revenir en arrière

↪ pour passer en phase M (contrôle d'entrée en mitose) : **cyclines A et B** et **Cdk 1**

Réplication de l'ADN : Pour donner 2 cellules filles qui vont avoir exactement le même matériel génétique et chromosomique sans perdre de quantité d'ADN, il faut absolument passer par une phase de réplication de l'ADN. Cette réplication de l'ADN va survenir en phase S (entre G1 et G2).

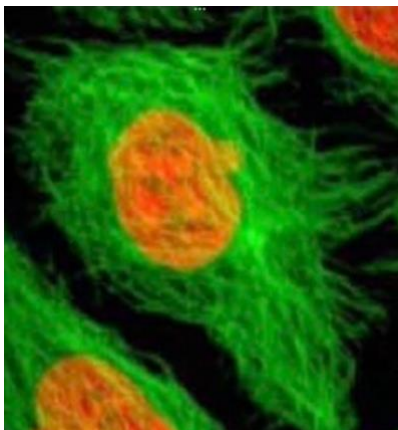
Pour répliquer l'ADN, il va falloir que celui-ci soit **décompacté** c'est-à-dire être déroulé (*donc pas sous forme de chromosomes parce que les chromosomes c'est hyper condensé*) et que la machinerie de réplication puisse accéder à chaque brin d'ADN, pour qu'il puisse être dupliqué.

Les 2 brins vont s'écarter l'un de l'autre en certains endroits et chaque brin va servir lui-même de modèle pour synthétiser le brin complémentaire : c'est l'ADNc ou ADN complémentaire.

Une fois que cette réplication est terminée, on va avoir nos chromosomes qui vont être répliqués et qui vont être accrochés par le **centromère**.

Ces chromosomes à 2 chromatides vont se séparer pour donner ensuite les chromosomes dans les cellules filles. On parle de réplication **semi-conservative** de l'ADN puisque chaque molécule fille d'ADN va hériter d'un brin d'ADN parental. On a un transfert de l'information génétiques de la cellule mère vers la cellule fille.

Cellule en **interphase** :



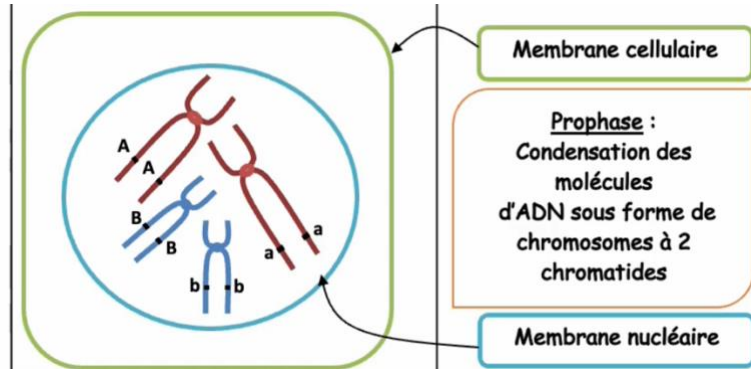
- ◆ Noyau bien délimité par sa membrane
- ◆ Chromatine au centre plus ou moins dispersée (qu'on peut parfois apparenter à des mottes de beurre)

3) Les étapes de la mitose

Une fois que la réplication a eu lieu, on va avancer dans la phase G2, passer le point de contrôle d'entrée dans la mitose et arriver dans la phase mitose proprement dite qui va comprendre 4 phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase. Une fois que la télophase est survenue, on aura la cytotédièrèse qui va permettre la séparation des 2 cellules filles.

a) la prophase

Il apparaît un aster qui correspond à la formation du centrosome. Les molécules d'ADN vont se condenser (*rappel : l'ADN était décompacté pour permettre la réplication*) sous la forme de chromosomes à 2 chromatides (*issues de la réplication de l'ADN*)

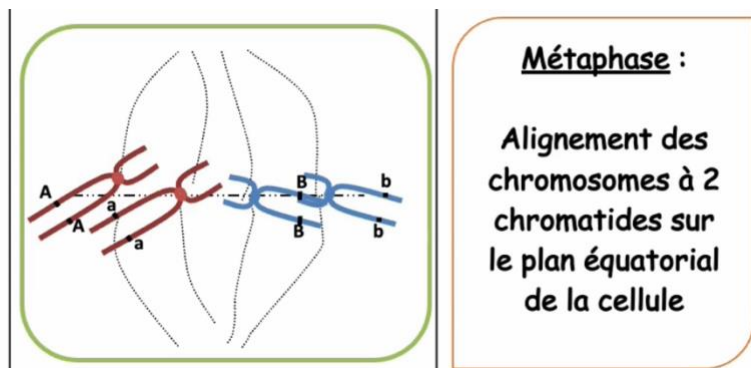
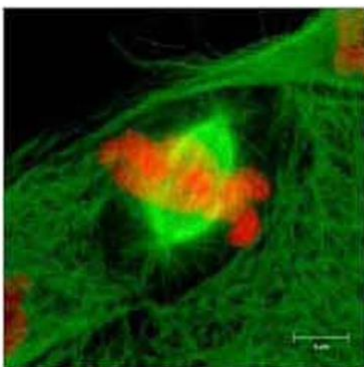


◆ Constitution progressive de la membrane nucléaire

◆ Séparation (*ça veut dire qu'ils vont d'individualiser*) progressive des chromosomes

b) la métaphase

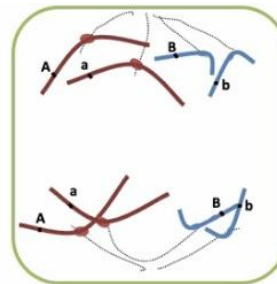
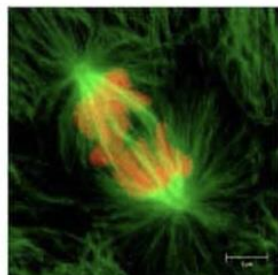
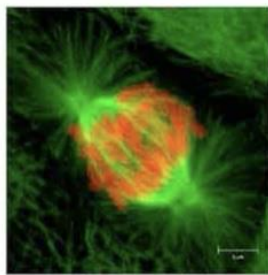
Les chromosomes commencent à se répartir les uns à côté des autres et s'alignent **SUR la plaque équatoriale**. Les **centromères** (points qui permettent de relier chacune des chromatides) vont guider le positionnement des chromosomes sur la plaque équatoriale. En effet, les chromosomes sont accrochés **sur les microtubules** qui sont eux-mêmes reliés à l'extrémité du fuseau mitotique. Cette accroche sur les filaments microtubulaires se fait par ce qu'on appelle les **kinétochores**.



Recap : On a nos chromosomes qui ont chacun 2 chromatides qui sont reliées par les centromères. Au niveau de ces centromères on va avoir des kinétochores qui seront accrochés aux microtubules. Ces microtubules sont eux-mêmes reliés au fuseau mitotique.

c) l'anaphase

C'est la période de séparation des chromosomes, qui sont attirés vers les pôles du fuseau mitotique. Ils ne sont donc plus sur la plaque équatoriale. À un stade un peu plus avancé, on a 2 lots de chromosomes bien séparés.

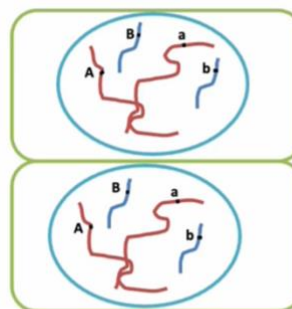
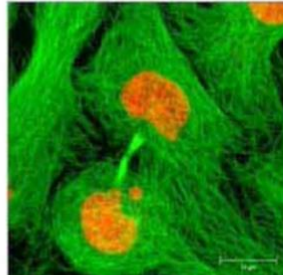
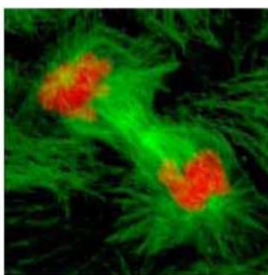


Anaphase :
Cassure du centromère et migration des chromatides de chaque chromosome à un pôle opposé de la cellule

◆ Cassure des chromosomes au niveau des centromères et migration des chromatides à chaque pôle cellulaire (accrochées sur les microtubules via le centromère)

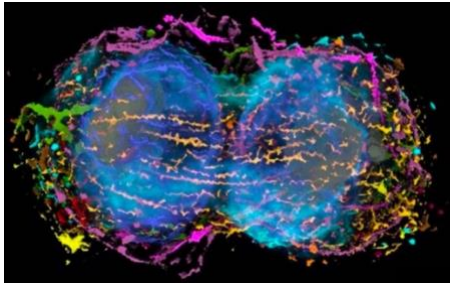
d) la télophase

Il s'agit de la **séparation définitive** des deux lots de chromosomes. Le fuseau mitotique s'étrangle sur sa partie centrale, les membranes vont se reconstituer et on a ensuite la cytotéièrese avec la reconstitution des 2 noyaux des futures 2 cellules filles. On a vraiment cette séparation de la cellule mère en 2 cellules filles avec le matériel chromosomique totalement reconstitué (46 chromosomes dans chacune des cellules).



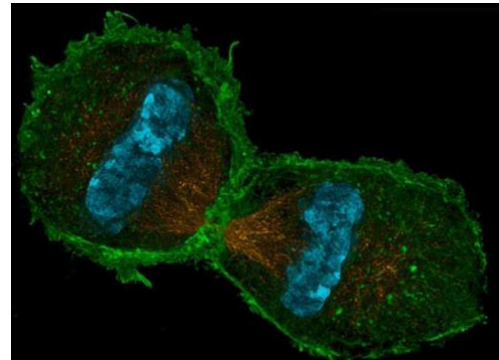
Télophase :
Séparation de la cellule mère en 2 cellules filles au même programme génétique ($2n=4$).
Constriction annulaire
Décondensation du matériel génétique

Reconstitution 3D :

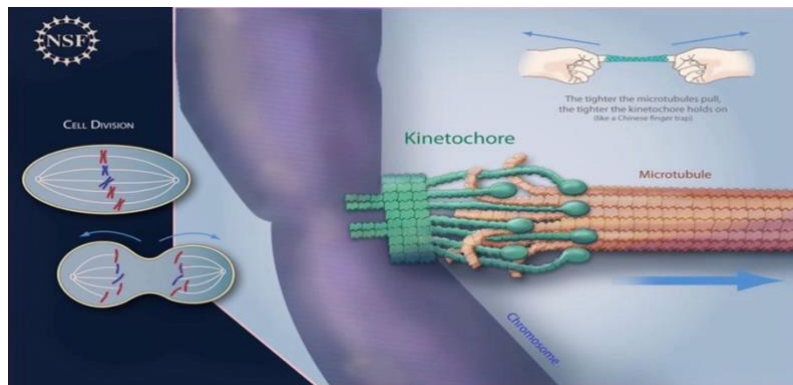


On a ici une cellule qui est en train de terminer sa mitose. A chaque pôle du fuseau mitotique, on aperçoit les lots chromosomiques et on voit encore le fuseau autour qui sert de point d'accroche.

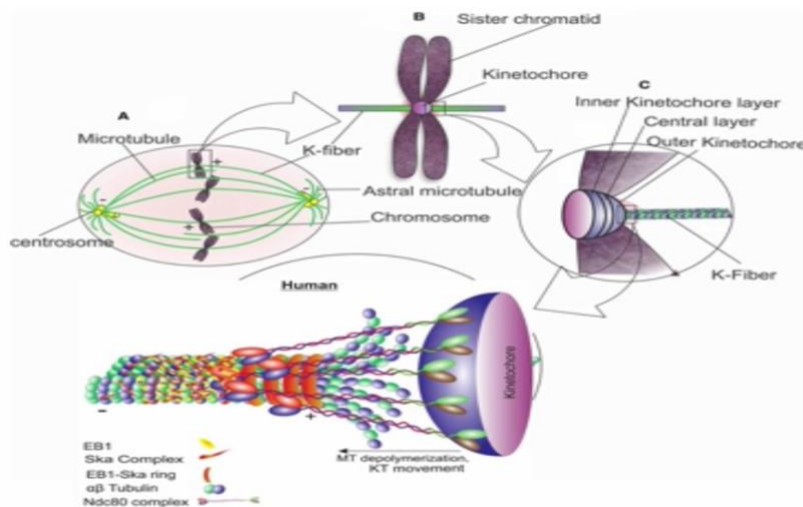
À un stade un peu moins avancé, on voit les 2 lots chromosomiques (en bleu) et le fuseau mitotique (en orange), et la cytotédiérèse qui a lieu en vert au milieu des 2 cellules filles.



◆ Zoom sur les kinétochores ◆



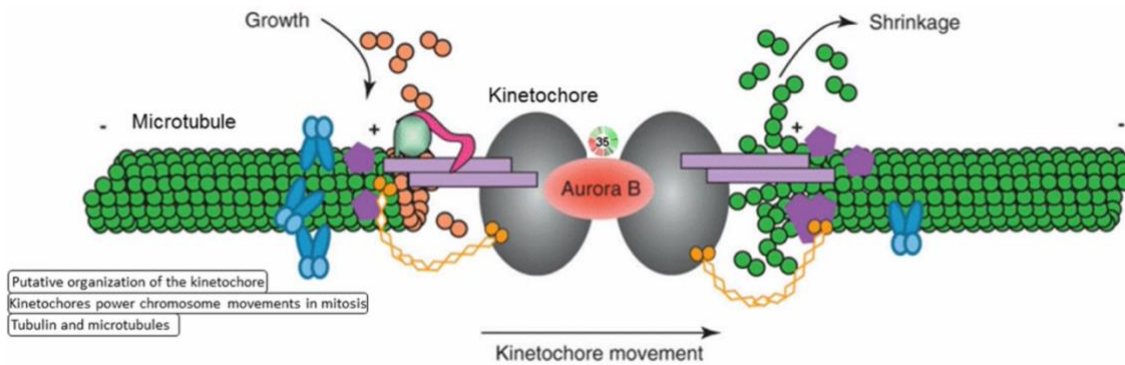
rappel : les chromosomes sont attachés par leur centromère (via les kinétochores) au fuseau mitotique qui est constitué de microtubules. Les kinétochores sont des **protéines d'ancrage** (un peu comme un filet qui va venir s'arrimer autour du microtubule avec des tentacules comme celles d'un poulpe qui vont vraiment s'enchevêtrer. Au moment de **l'anaphase**, les **microtubules** vont **tracter** sur les **kinétochores** pour permettre de séparer les chromatides au niveau du centromère pour donner le futur matériel génétique des cellules filles.



À plus fort grossissement, on a sur la plaque équatoriale le centromère qui va être accroché aux microtubules (en vert) par ces fameux kinétochores. Le kinétochore est une structure extrêmement complexe qui va se dépolymériser pour

permettre de tracter les chromatides vers l'extrémité du fuseau mitotique (au niveau des centrosomes) pour permettre de les séparer.

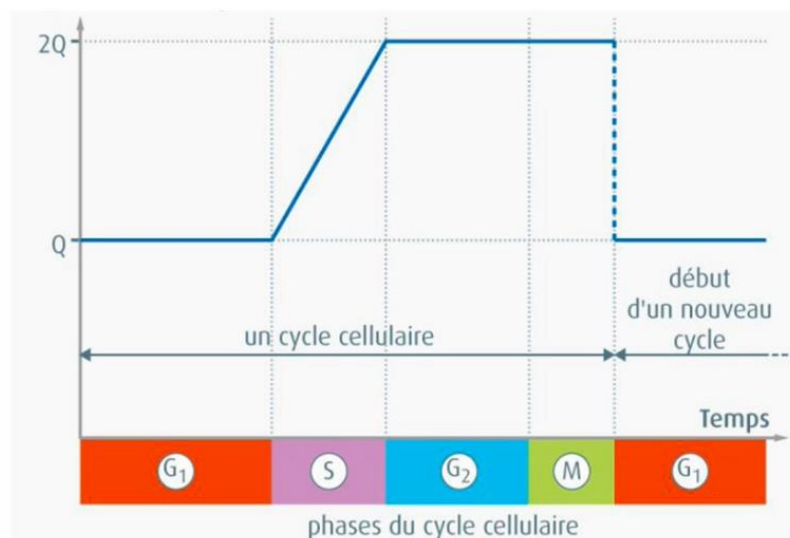
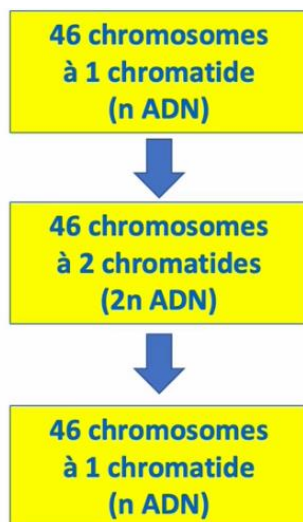
Au niveau moléculaire :



◆ Kinetochore sur chaque chromatide

◆ Entre les 2 : protéine Aurora qui permet de stabiliser le centromère et qui va donc être clivée au moment de l'anaphase.

4) Évolution de la quantité d'ADN dans la cellule



Initialement : 46 chromosomes à 1 chromatide (2n chromosomes) puisqu'on a 23 paires de chromosomes.

→ on considère qu'en terme d'ADN il s'agit d'1 seule quantité d'ADN (n ADN)

Entrée en mitose : duplication des chromatides de chaque chromosome (46 chromosomes à 2 chromatides)

↪ on passe artificiellement à “4n chromosomes”, qui n’est pas un vrai 4n chromosomes parce qu’on n’a pas 92 chromosomes, on a juste 46 chromosomes à 2 chromatides. Donc en termes de volume d’ADN on arrive à 2n ADN puisqu’on a doublé la quantité d’ADN.

In fine lors de la division des cellules : on revient à 46 chromosomes à 1 chromatide (n ADN)

Et c’est la fin de ma première fiche, je suis trop émue j’ai vraiment attendu ça toute ma P1 !! N’hésitez pas à m’envoyer des messages sur messenger (Lison Laugier), si vous avez des remarques (pour que je puisse m’améliorer lol), je suis grave ouverte 😊. J’espère que la fiche vous plaira !! Vous verrez la BDR c’est une matière sympa, même si il y a bbbbeaaaauuuccoooupp d’ambiguïtés 🙄.

Mes premières dédis 🤔 :

Dédi à mon avion pour l’Albanie dans lequel je suis en train de faire cette fiche

Dédi au tut (merci d’exister, c’est vraiment la meilleure invention, vous allez tous réussir grâce à ça j’en suis sûre 😊)

Dédi à mes co-tut trop mimi

Dédi à Adèle ma bff pour la vie grâce à qui j’ai réussi ma p1 (on a plus qu’à dead la P2 ensemble maintenant)

Dédi à Jojo le plus gros hater que je connaisse

Dédi à Enzo le plus gros hater du tut askip

Dédi au père d’Enzo pour m’avoir vacciné contre l’hépatite B j’ai pas eu mal au bras

Dédi à Victoria (nos fiches seront donc les plus belles 😊)

Dédi à ma vieille Marina qui était aussi ma marraine en P1 (si c’est pas stylé ça)

Dédi à vous, j’ai tellement hâte de vous rencontrer !!!

Pas dédis maintenant (il y en aura toujours parce que je suis une grosse hater aussi j’avoue 🙄) :

Pas dédi à figuesèche

Pas dédi aux 2h de retard de mon avion à cause du surbooking

