LES ACIDES AMINÉS

Hello les P1! Je me présente Maryténoïde une de vos tutrices de biochimie pour cette année ! Je m'occuperai des cours de structu majoritairement (pas les plus simples je vous l'accorde mais ne vous inquiétez pas avec le temps ça va rentrer). En tous cas je vais tout faire pour que mes fiches soient le plus compréhensibles possibles mais si vous avez des questions posez les sur le forum c'est super important j'y répondrai avec plaisir. Je suis trop émue je ne réalise pas enfin j'écris ma première fiche en tant que tutrice. Si je peux vous donner un petit conseil en tant qu'ancienne P1 : croyez en vous parce que peut être que ce sera vous l'année prochaine qui serez en train d'écrire une fiche pour aider les autres à réussir comme vous l'avez fait. Bon on va commencer mais ne vous inquiétez pas je reste avec vous tout au long de cette fiche et j'écris mes petits commentaires de cette police. Ce n'est pas à apprendre par cœur mais vraiment juste des infos en plus pour vous aider à retenir.

On commence par une petite intro sur la Biochimie:

I- Introduction à la biochimie

a) Définition

La biochimie : étude des **substances**, des **réactions** et des **procédés chimiques** qui se produisent dans les **organismes vivants**. Dans le contexte de la médecine, on s'intéresse surtout aux organismes **humains.**

b) Objectifs

Les **4 objectifs majeurs** de la Biochimie:

- Identification et détermination quantitative des substances
- Analyse de leur structure
- Détermination des mécanismes de synthèse et de dégradation de ces substances au sein de l'organisme.
- Détermination de leurs rôles dans le fonctionnement de l'organisme.

c) Intérêt de la biochimie

2 domaines d'études importants :

1) Etude des molécules qui constituent les êtres vivants

- *Structure et/ou conformation de ces molécules*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

- *Transformation de ces molécules*

2) Etude des réactions chimiques au sein de la cellule, des tissus, des organes, des organismes

- *Réactions de dégradation des aliments = **catabolisme++***
- *Réactions de biosynthèse de composés nécessaires = **anabolisme++***

Vous reverrez ces deux termes de nombreuses fois en biochimie c'est super important.

BUT GLOBAL : Intégrer des connaissances obtenues à l'échelle moléculaire au niveau de la cellule de l'organe et de l'organisme tout entier.

Maintenant le professeur continue par une petite introduction sur les protéines dont les principaux constituants sont les acides aminés mais on les verra plus précisément dans le prochain cours sur les protéines qui parle spécifiquement d'elles.

II- Introduction protéines

a) Composition corps humain

On regarde cette composition pour un **corps humain normal** (ni maigre ni obèse). Les pourcentages que je vais vous énumérer sont des pourcentages de poids corporels.

- **62 %** du poids du corps provient de **l'eau**
- **1 %** des **glucides**
- **15 %** des **lipides**
- **16%** des **protéines**

b) Structure et fonctions des protéines

Les protéines sont des polymères (enchaînement) d'acide aminés reliés par des liaisons covalentes ++++

L'ordre des acides aminés est spécifique de chaque protéine. +++

Il faut voir les protéines comme un collier de perle de plein de couleurs différentes où chaque couleur est un acide aminé différent.

Il existe une **relation entre structure et fonction d'une protéine**. *cela signifie qu'en fonction de comment la protéine est faite (sa forme par exemple) et de quels acides aminés la composent elle aura une fonction différente. Pas de panique si vous ne comprenez pas bien cela pour l'instant on revoit tout dans le cours sur les protéines.*
Les protéines ont une structure définie ce qui leur permet d'avoir une fonction spécifique.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Il existe plusieurs niveaux de structuration d'une protéine :

Structure primaire	Simplement la **séquence** d'acides aminés
Structure secondaire	Organisation **strictement locale**
Structure tertiaire	Organisation **tridimensionnelle**
Structure quaternaire	Organisation **multimérique**

Attention : Certaines protéines acquièrent leur fonction à partir de la structure tertiaire et d'autres quaternaires mais JAMAIS à la primaire ou secondaire.

c) Fonctions des protéines

Certaines protéines ont un rôle de **structure** comme par exemple :

- **Collagène** (tendon, os, peau)
- **Kératine** (cheveux, ongles)

D'autres jouent un rôle dans la **physiologie/métabolisme** :

- Transport d'oxygène dans le sang (**Hb**)
- Défense contre l'infection (**anticorps**)
- Catalyse biologique (**enzymes**)
- Régulation du métabolisme en général
- Signalisation cellulaire

III- Les acides aminés

Enfin on rentre dans le vif du sujet !

Je vous le répète mais tout ce qu'on a dit on va le redire en plus détaillée dans le cours sur les protéines donc essayez de comprendre mais pas de panique si vous ne retenez pas tout d'un coup.

a) Définition

Il existe **20** acides aminés **classiques** qui composent les protéines et **1** acide aminé **rare** (la **sélénocystéine ++)** que l'on retrouve dans seulement **25** protéines de notre corps.

Les 20 acides aminés classiques sont codés par le **code génétique** (vous voyez ça en biomol coucou crête liliaque mais je vais essayer de faire simple : *cela signifie que c'est l'ADN qui code pour créer tel ou tel acide aminé et qui décide de l'ordre de ces acides aminés dans les protéines. Vous avez vu au lycée que l'ADN est constitué de nucléotides (ATGC). L'ensemble de trois nucléotides successifs sur un brin d'ADN s'appelle un codon et ce codon code pour un acide aminé spécifique.)*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

ATTENTION: La sélénocystéine n'est pas codé par un codon spécifique mais par la reprogrammation du codon stop UGA.

L'enchaînement des acides aminés détermine la **structure primaire** de la protéine. Une fois les acides aminés liés de façon covalente, la chaîne ainsi constituée peut se tordre et se plier pour former une **structure tridimensionnelle unique**, responsable de la fonction **spécifique** de la protéine.

b) Fonctions

- Éléments constitutifs des **peptides, des protéines et certains phospholipides**
- **Précurseurs** de nombreuses molécules **non protéiques** tels que les céto-acides, le glucose, les nucléotides, l'hème, la créatinine
- Fonction de **neurotransmetteurs** (glutamate, aspartate)
- Implication de certains acides aminés dans le **transport de l'azote.**
- Implication de certains acides aminés dans le **métabolisme énergétique.**

c) Structure des acides aminés

Un AA a une masse moléculaire moyenne d'environ **110 Da** (dalton). **++**

Les AA naturels les plus répandus chez l'Homme sont des **acides alpha aminés** *(ce sont des acides aminés qui portent un carbone alpha)*.

Mais qu'est ce qu'un carbone alpha ? *cette notion est à retenir on va le retrouver dans d'autres cours de structu*

Carbone alpha = carbone asymétrique = carbone relié à 4 groupements différents

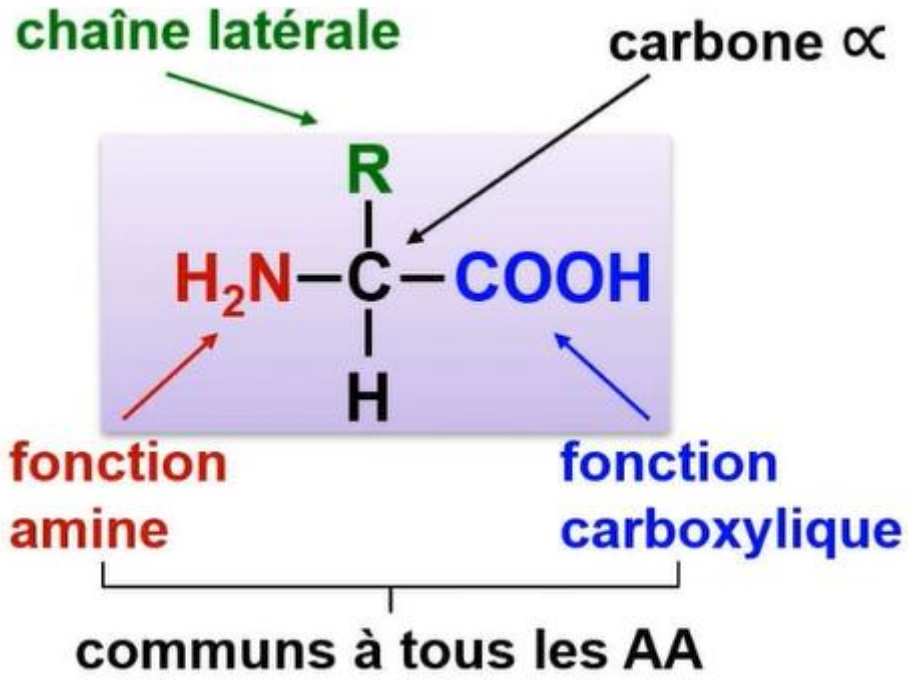
Les 4 groupements sont +++ :

- carboxyle (COOH)
- amiNe (*et pas amiDe faites attention)* (NH2) primaire **SAUF la proline** qui a une amine secondaire et une structure cyclique
- un atome d'hydrogène
- Groupement R (pour radical ou chaîne latérale) qui joue un rôle important dans la spécificité de chaque AA. Il est donc différent pour chaque AA.

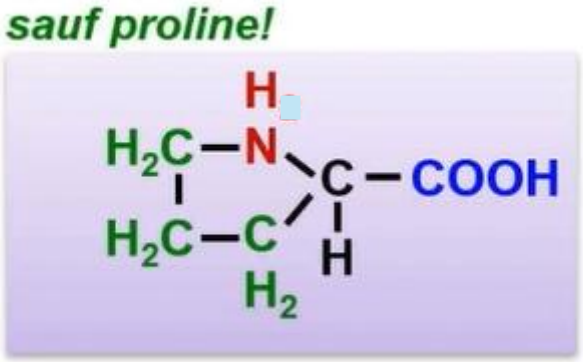
Juste pour que tu comprennes mais ne t'inquiète pas tu vas revoir ça en chimie. On est d'accord l'azote de la fonction amine peut faire trois liaisons et possède un doublet non liant (petit rappel du lycée). Dans une fonction amine ***primaire*** *l'azote est relié à un carbone et deux hydrogènes* tandis que *dans une fonction amine* ***secondaire*** *l'azote est relié à deux carbones et un hydrogène*.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Sur l'image ci-dessous on voit la structure d'un acide aminé normal et on voit bien la fonction **amine primaire.**



En dessous on voit la proline qui par sa structure cyclique possède une fonction **amine secondaire** mais sinon les autres groupements restent identiques à ceux d'un acide aminé standard.



Les groupements R des chaînes latérales comptent **9 types des composés organiques différents :**

- Hydrogène **(H)**
- Alcanes **(CnH2n+2)**
- Aromatiques **(souvent des cycles)**
- Alcools **(OH)**
- Phénols **(cycle + OH)**

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

- Thiols **(R-SH)**
- Amides **(CONH2)**
- Amines **(NH2)**
- Acides carboxyliques **(COOH)**

La nature de ces composés permet la classification des acides aminés *(on voit ça tout à l'heure)*

d) Configuration des acides aminés

Comme on l'a vu tout à l'heure, **la plupart** des acides aminés qui composent les protéines chez l'homme sont des acides alpha aminés (qui possèdent un carbone asymétrique).

Excep'tut :

Il existe néanmoins des exceptions c'est le cas de la **GLYCINE**.

En effet la Glycine est un acide aminé dont la **chaîne latérale "R" est un atome d'hydrogène**. Le carbone central est donc relié à:

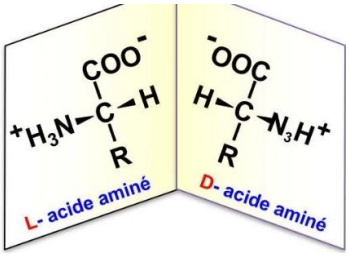
- Un groupement carboxyle
- Un amine primaire
- Un atome d'hydrogène
- Et donc de sa chaîne latérale "R" qui est un atome d'hydrogène

Donc finalement il est relié à deux atomes d'hydrogène il n'est donc plus relié à 4 atomes différents et **n'est donc pas asymétrique.**

Le carbone asymétrique des acides aminés permet de distinguer **deux formes d'énantiomères.**

Il s'agit de deux images l'une de l'autre dans un miroir mais non superposables *(mieux expliquer dans la fiche sur les glucides si vous souhaitez mieux comprendre)*

Ces deux formes d'énantiomères sont : la configuration D (dextrogyre) et la configuration L (lévogyre).



Pour savoir si l'AA est sous la forme D ou L, on utilise la projection de Fischer. Le groupement carboxylate (groupe carboxyle déprotonné) est au sommet, et la chaîne latérale (groupement R) est en bas de la structure. Le groupement aminé est soit sur le

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

côté gauche *(forme L comme Left*) ou soit sur le côté droit (forme D comme Droit) de la structure.

Les AA des protéines des mammifères sont de la série L.

Les AA de la série D existent dans la nature mais sont en fait le résultat de modifications post-traductionnelles et rares : ils sont ne sont pas inclus dans les protéines chez les mammifères mais ils peuvent être incorporés dans des petits peptides comme les plantes, les bactéries et les antibiotiques.

Pour les GLUCIDES : Forme D la plus répandue

Pour les ACIDES AMINES : Forme L la plus répandue

*On se souvient du mnémo le sucre c'est **D**élicieux. Cf cours glucides*

e) Classification des acides aminés

Les AAs sont classés en fonction de la **structure** et de la **polarité** de leur chaîne latérale R.

Les acides aminés avec un groupement polaire sur R peuvent être chargés ou non-chargés.

On a également des acides aminés apolaire (=non polaire) sur R.

Vous allez voir cette notion de polarité en chimie mais normalement et vous avez dû voir ça un peu au lycée : une molécule est polaire si elle contient une répartition inégale des électrons. En effet certains atomes attirent plus les électrons que d'autres ils sont plus électronégatifs (on parle de charge partielle) les électrons sont plus proches de certains atomes de la molécule et donc la molécule est polaire mais pas chargée.

Quand l'acide aminé est chargé c'est que sa chaîne latérale possède des atomes avec des charges totales et donc qui ont gagné ou perdu un électron. L'acide aminé est donc polaire chargé.

Si les électrons ne sont pas plus attirés d'un côté que de l'autre on parle d'acide aminé apolaire.

C'est bien la chaîne latérale qui est prise en compte, en effet c'est la seule variable à moduler les propriétés d'une protéine car les groupements carboxyles et amines liés au carbone alpha sont **impliqués dans les liaisons peptidiques** et **communs à tous les acides aminés.**

Les 20 acides aminés :

Les AAs sont désignés par un code à 3 lettres ou par une seule lettre *(oui il faut retenir les deux écritures et différencier les polaires des apolaires).*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Glycine	Gly	G
Alanine	Ala	A
Valine	Val	V
Leucine	Leu	L
Isoleucine	Ile	I
Méthionine	Met	M
Proline	Pro	P
Phénylalanine	Phe	F
Tryptophane	Trp	W

acides aminés polaires

Sérine	Ser	S
Thréonine	Thr	T
Tyrosine	Tyr	Y
Asparagine	Asn	N
Glutamine	Gln	Q
Cystéine	Cys	C
Aspartate	Asp	D
Glutamate	Glu	E
Histidine	His	H
Lysine	Lys	K
Arginine	Arg	R

Non-chargé

\-

\+

Chargé

Les acides aminés apolaires	“**G**reg **Va Ala F**ête **I**l **Le ProMet Tr**op”
Les acides aminés polaires	**non chargés**: “**Gl**en **Cis**aille, **Théo**dore **Ti**re, **Ser**viables **As**sassins” **chargés**: **LysA H**urle

Les mnémos sont ceux de ma vieille vieille si ça vous aide à retenir tant mieux sinon faites comme moi apprenez juste par cœur avec le temps ça va rentrer. Si vous voulez installer des applications pour apprendre les acides aminés ça existe aussi. Maintenant petit mnémo pour retenir les lettres en rouge :

- aspartate -> patate -> pomme dauphine -> D -
- glutamate -> glouton -> enorme -> E
- lysine -> fleur de lys -> royauté -> king -> K
- asparagine -> asperger -> t’as la haine -> N
- glutamine -> mine -> bonne mine -> queen -> Q

1-Les 9 acides aminés avec chaîne latérale apolaire non chargée

La chaîne latérale est **hydrophobe**, essentiellement formée d'atomes de carbone et d’hydrogène ça peut être :

- Un atome d'hydrogène H
- Un méthyl CH3
- Des groupements alkyles (carbone et hydrogène.)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

- Des groupements cycliques

Donc la chaîne latérale n'a **pas d'interaction avec l'eau.** En milieu aqueux, les groupements R apolaires se rapprochent et forment des liaisons hydrophobes (poches hydrophobes **au cœur** des protéines solubles.) *elles se mettent au cœur de la protéine car tout l'extérieur est en contact avec un environnement aqueux.*

Ok là on va avoir beaucoup de tableaux je vous l'accorde. Essayez d'apprendre surtout les particularités des acides aminés (ce qui les différencient des autres) et surtout ceux à exceptions comme la glycine et la proline en priorité.

Courage je sais que ce n'est pas un cours facile et que vous n'avez pas encore l'habitude d'apprendre autant d'informations mais vous verrez qu'à force de revenir dessus ça ira.

En tous cas n'hésitez pas à découper vos cours et à ne pas tout faire d'un coup parce que ça peut être très dur au début. Aller on continue vous êtes les meilleurs n'oubliez pas que très peu de monde est capable de faire ce que vous faites.

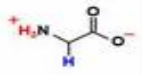
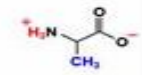
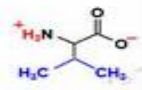
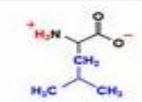
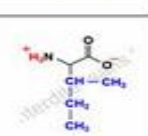
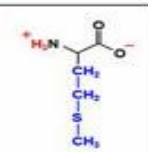
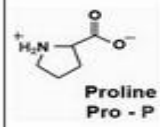
Petites photos de l'éclipse pour combler la page (prises par mon papa) talents de photographes !!



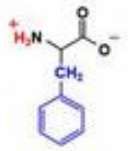
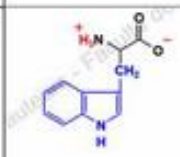


Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

--< Les 7 acides aminés apolaires aliphatiques (en chaîne)

Glycine	Gly	G		Attention : tous les acides aminés constitutifs des protéines ont au moins un carbone asymétrique **SAUF** la Glycine - La chaîne latérale de la glycine consiste en un simple hydrogène (H) qui s'adapte à de très petits espaces comme celui d'un coude. - Chaîne latérale peu encombrante - Permettent la constitution de structure peptidiques simples.
Alanine	Ala	A		- Chaîne latérale peu encombrante - Permettent la constitution de structure peptidiques simples.
Valine	Val	V		- Encombrement stérique plus prononcé - Hydrophobicité importante - **Acide aminé essentiel**
Leucine	Leu	L		- Encombrement stérique plus prononcé - Hydrophobicité importante - **Acide aminé essentiel**
Isoleucine	Ile	I		- Encombrement stérique plus prononcé - Hydrophobicité importante - **Acide aminé essentiel**
Méthionine	Met	M		- Possède un groupe thioester (S) - Hydrophobe - Donneur de radical méthidine dans les réactions métaboliques - **Acide aminé essentiel**
Proline	Pro	P		C'est **le seul** des 20 acides aminés à avoir une chaîne latérale qui forme un hétérocycle reliant la fonction **amine** liée au **carbone alpha**. La chaîne latérale forme une **liaison covalente** avec le groupement NH de la structure principale. Contrairement aux autres acides aminés, il n'y a **pas de rotation libre** entre **l'azote** de la fonction amine et le **carbone alpha**. Ainsi, la proline a une configuration **rigide** et crée un **coude béta**, ou angle, dans une protéine. Elle est donc responsable du changement de direction.

Les deux acides aminés apolaires avec chaîne aromatique (=qui forme un cercle) sur le groupement R :

Phénylalanine	Phe	F		- Possède un noyau phényl très hydrophobe - Aromatique - **Acide aminé essentiel**
Tryptophane	Trp	W		- Très faiblement polaire du fait de la présence d'azote dans le noyau indole (malgré cela il reste classé dans les acides aminés non polaires) - Aromatique - **Acide aminé essentiel**

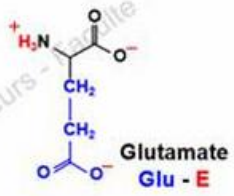
Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

2 .Les acides aminés avec un groupe polaire sur leur chaîne latérale

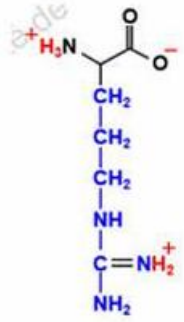
Ces groupements R polaires sont **hydrophiles** donc essentiellement hydrosolubles localisés à la surface des protéines en contact avec l'eau.

2 classes d'AA polaires :

--<Les 5 acides aminés polaires chargés (3 - 2+)

Aspartate	Asp	**D**	 Aspartate Asp - D	- Autre nom : acide aspartique - Fonction acide (**donneur de protons**) - A pH physiologie, la chaine latérale est ionisée contenant un groupement carboxylate chargé négativement COO- - Hydrophile - Dans les protéines, leur chaine latérale est fréquemment impliquée dans la stabilisation des structures tridimensionnelles par des liaisons ioniques - A l'état libre, il joue un rôle important dans le catabolisme des acides aminés car il peut se former à partir de l'alpha-cétoglutarate en recevant le groupement amine d'autres acides aminés par une réaction de transamination.
Glutamate	Glu	**E**	 Glutamate Glu - E	- Autre nom : acide glutamique - Fonction acide (**donneur de protons**) - A pH physiologie, la chaine latérale est ionisée contenant un groupement carboxylate chargé négativement COO- - Hydrophile - Dans les protéines, leur chaine latérale est fréquemment impliquée dans la stabilisation des structures tridimensionnelles par des liaisons ioniques
Histidine	His	**H**		- Chargé positivement - Fonction basique (**receveur de protons**) - A pH physiologique, c'est une base très faible et plutôt non-chargée - Quand elle est incorporée dans une protéine, le noyau imidazole peut être protoné avec une charge positive ou être neutre en fonction de l'environnement ionique de la protéine - Rôle tampon dans le fonctionnement des protéines - **Acide aminé essentiel chez l'enfant**

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

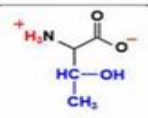
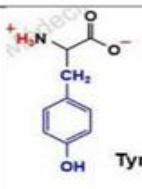
Lysine	Lys	K	 Lysine Lys - K	- Chargé positivement - Fonction basique (**receveur de protons**) - A pH physiologie, la chaine latérale est ionisée contenant un groupement chargé positivement NH3+ - **Acide aminé essentiel**
Arginine	Arg	R		- Chargé positivement - Fonction basique (**receveur de protons**) - A pH physiologie, la chaine latérale est ionisée contenant un groupement chargé positivement NH3+ - **Acide aminé essentiel chez l'enfant**

Les groupements R hydrophiles fonctionnent comme des acides ou des bases *(qui gagnent ou perdent des ions H+ et donc gagnent ou perdent une ou plusieurs charges +)* qui tendent vers une charge **complète + ou –**. Ceci va permettre à ces AAs de participer à des l**iaisons ioniques** et d'être impliqués dans des réactions chimiques.

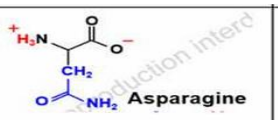
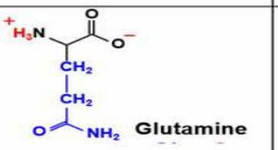
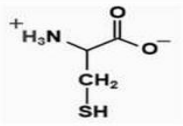
Apprenez surtout ceux qui sont acides et ceux qui sont des bases (accepteurs de protons). Petite aide : les acides sont donneurs de protons (H+) ils sont ainsi chargés négativement. (Aspartate et Glutamate) et les bases acceptent des protons (H+) et donc chargés positivement (lysine arginine histidine).

--<Les 6 acides aminés polaires NON chargés

Les groupements R hydrophiles tendent vers une **charge partielle + ou –.** Ceci va permettre à ces AAs de participer à des **liaisons hydrogènes** avec des molécules d'eau et à être impliqués dans des réactions chimiques.

Sérine	Ser	S	 Sérine	- Fonction alcool - Modifications post-traductionnelles possible au sein des protéines : phosphorylation et O-glycosylation - Formation de liaisons hydrogènes
Thréonine	Thr	T		- Fonction alcool - Possède un 2ème carbone asymétrique - **Acide aminé essentiel** - Modifications post-traductionnelles possible au sein des protéines : phosphorylation et O-glycosylation - Formation de liaisons hydrogènes
Tyrosine	Tyr	Y	 Tyrosine	- Fonction alcool - Aromatique - Forme hydroxylée de la phénylalanine avec un noyau phénol. Grâce au groupement hydroxyle polaire, l'hydrophobicité du cycle aromatique est contrebalancée et la tyrosine est ainsi classée parmi les acides aminés avec chaine latérale polaire non-chargée. - Modifications post-traductionnelles possible au sein des protéines : phosphorylation - Formation de liaisons hydrogènes

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Asparagine	Asn	N	 Asparagine	- Fonction amide - Formation de liaisons hydrogènes - Modifications post-traductionnelles possible au sein des protéines : N-glycosylation
Glutamine	Gln	Q	 Glutamine	- Fonction amide - Formation de liaisons hydrogènes - Acide aminé quantitativement le plus important dans le sang
Cystéine	Cys	C		- Fonction soufrée (thiol) - Contient un groupement sulfhydrile réactif (SH) qui peut s'oxyder et former un pont disulfure (S-S) avec un autre résidu de cystéine du même polypeptide (**pont intra-chaîne**) ou d'un polypeptide différent (**pont inter-chaîne**) - Ces ponts correspondent à des **liaisons covalentes** et permettent de stabiliser la structure tridimensionnelle des protéines.

Retenez bien les fonctions chimiques pour ce tableau (ceux qui ont alcool, thiol, amides)

3 .La sélénocystéine : le 21 ème acide aminé

- Acide aminé rare présent seulement chez **25 protéines de l'homme.**
- elle ne fait **PAS** partie des 20 AAs codés par le code génétique
- Contrairement à la plupart des AA qui n'appartiennent pas aux 20 AA codés par le code génétique, la sélénocystéine n'est **PAS** formée par modifications post-traductionnelles.
- La sélénocystéine est incorporée directement lors de la synthèse de la chaine polypeptidique par le ribosome. **Cet AA est introduit dans une protéine suite à la reprogrammation d'un codon Stop UGA++** chez l'Homme. Il n'existe **pas de codon spécifique pour la sélénocystéine. +++**

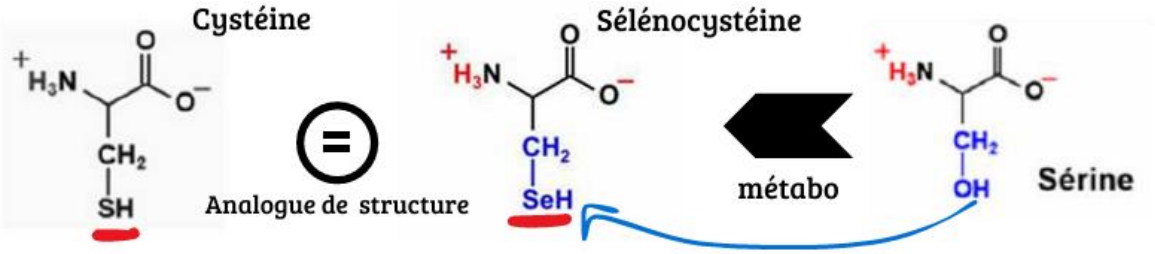
(on se répète mais la répétition est la base de l'apprentissage)

Cet AA est structurellement analogue à la cystéine dont on aurait remplacé l'atome de soufre par du sélénium. Le groupe thiol étant remplacé par un groupe sélénol.

Malgré cela et son nom, la sélénocystéine dérive métaboliquement de la **sérine** dans laquelle l'oxygène du OH a été remplacé par du sélénium.

Alors faites attention ! Certes la sélénocystéine de par son nom ainsi que sa structure ressemble fortement à la cystéine malgré tout elle dérive (elle est créée à partir de la SERINE.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.



f) Les acides aminés essentiels

Sur les 20 AAs codés par le génome, certains sont appelés Aas **essentiels** car ils ne peuvent pas être synthétisés par le corps humain contrairement aux Aa **non** essentiels qui eux peuvent l'être. *(L'enzyme nécessaire à leur synthèse n'est pas présente dans l'organisme).*

Les AAs essentiels sont exclusivement apportés par l'alimentation ++

Moi je me disais ils sont essentiels donc on en a besoin donc pas synthétisés par l'organisme il faut les apporter de l'extérieur (alimentation)

Il existe 8 acides aminés essentiels chez l'adulte :

	mnémotechnique
Leucine	Le
Thréonine	Très
Lysine	Lyrique
Tryptophane	Tristan
Phénylalanine	Fait
Valine	Vachement
Méthionine	Méditer
Isoleucine	Iseult

Ce mnémo il est ++ il sauve la vie :

Chez l'enfant, il y a 10 acides aminés essentiels (ceux cités au-dessus + l'arginine et Histidine)

Cela est dû au fait que les enzymes de synthèse de l'**arginine** et de l'**histidine** sont encore trop **immatures** chez les enfants et donc incapables de fabriquer **suffisamment** (*attention pas pas du tout ils en fabriquent quand même*) ces acides aminés pour répondre aux **besoins de l'organisme en pleine croissance** donc ces acides aminés vont être apportés par l'alimentation chez l'enfant.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Petite précision: Les aas non essentiels peuvent également être apportés par l'alimentation (ce n'est pas parce qu'ils sont fabriqués dans notre corps qu'on ne peut pas les retrouver dans l'alimentation).

g) Les acides aminés non codés par le génome

En plus des 20 Aas « classiques » codés par le génome, on retrouve environ **300 AA supplémentaires, non codés par le génome,** retrouvés au niveau des cellules.

Ces AAs ont des fonctions diverses que l'on va détailler, et ne sont **PAS TOUS des constituants des protéines++.**

2 groupes :

- Les AA non codés par le génome **mais faisant partie de protéines**
- Les AA non codés par le génome et **non impliqués dans la structure des protéines**

Les AA non codés par le génome mais faisant partie des protéines :

Il s'agit d'AA qui au départ sont codés par le génome (*ceux qu'on a vu précédemment*) et qui après leur incorporation dans une protéine ont subi des modifications post-traductionnelles (*après l'étape de traduction cf biomol*) sur la chaîne latérale et sont donc différents de leur structure initiale. (*on créé donc un autre acide aminé alors qu'au départ c'était un acide aminé codé par le génome (un des 20 qu'on a appris).*

Le tableau suivant nous montre 5 réactions post-traductionelles que peuvent subir ces acides aminés :

1. Hydroxylation	-proline- -lysine-	OH hydroxylase	4-hydroxyproline 5-hydroxylysine	présents dans collagène
2. Carboxylation	-glutamate-	COOH γ-glutamyl carboxylase	γ-carboxyglutamate	fixation Ca^{2+}/facteurs de coagulation/matrice osseuse(ostéocalcine)
3. Phosphorylation (sur OH)	-sérine- -thréonine- -tyrosine-	phosphate kinase	phospho-AA	signalisation
4. Acétylation NH2	-NH2 ter lysine-	acétyl-CoA Acétyl-transférase	N-acétyl-lysine	histones
5. Glycosylation	-sérine/thréonine- (sur OH) -asparagine- (sur NH2)	saccharides glycosyltransférase	glycoprotéine	interactions cellule-cellule

***Précision sur le tableau*:**

*-L'**hydroxylation de la proline** : Il s'agit de l'ajout d'un hydroxyle (OH) sur une proline grâce à une enzyme l'hydroxylase, pour former la 4-hydroxyproline, un constituant important pour le collagène.*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

*-la **carboxylation** (ajout d'un COOH) sur du glutamate permet à la protéine de **fixer le calcium**. Cette fixation est importante pour:*

- *les facteurs de coagulation*
- *la matrice osseuse au niveau de la protéine ostéocalcine*

*- La **phosphorylation** est importante dans la signalisation cellulaire cf biocell Ceci modifie l'activité de la protéine, qui peut être augmentée ou diminuée selon les protéines.*

*-ajout de l'**acétyl** pour former N acétyl lysine rôle dans les **protéines histone** qui se lient à l'ADN.*

Les AAs non codés par le génome et ne faisant PAS partis des protéines

Ce sont des AAs résultants de modifications de la **chaîne latérale** d'AAs libres, pour donner lieu à des intermédiaires métaboliques ou de nouvelles molécules.

Cela peut former soit :

- **AAs** non codés par le génome, mais **dérivés d'AA codés** : La **L-ornithine** et la **L-citrulline** dérivent de la **L-arginine.** Ce sont des intermédiaires métaboliques dans le cycle de l'urée et dans la biosynthèse de l'arginine. *cf cours catabolisme des AA (coucou CarlATP)*
- **Molécules dérivés d'AAs** ce ne sont plus des AAs ++ *Je me disais qu'ils ont été tellement modifié qu'ils ne sont plus considérés comme des acides aminés.*

-L'**histidine** donne l'**histamine** par **décarboxylation**. Cette histamine va induire la vasodilatation des capillaires, des réactions allergiques et la sécrétion gastrique.

-Le **5-hydroxy-tryptophane** **(***dérivés post traductionnel du tryptophane***)** devient la **sérotonine** par **décarboxylation**. Rôle dans la perception de la douleur, la régulation de l'appétit, de la température, du sommeil de l'humeur, du bien-être.

-Le **glutamate** (=acide glutamique) devient du **GABA** (acide gamma aminobutyrique) par **décarboxylation**. C'est un neurotransmetteur inhibiteur, jouant un rôle important dans le système nerveux central (SNC).

Ces 3 molécules sont des amines++. C'est logique, quand on enlève le carboxyle de l'AA, il ne reste plus que la fonction amine. (*voir le schéma de la structure d'un acide aminé)*

Tableau qui récap ce qu'on vient de dire:

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Arginine	(acides aminés)	Ornithine Citrulline	Intermédiaires métabo dans cycle de l'urée + S Arginine
Histidine		Histamine	vasodilatation, réaction allergique,sécrétions gastriques
5-hydroxy-tryptophane	amines (plus aas)	Sérotonine	douleur,apétit,sommeil,humeur,bien-être
Glutamate		GABA	NeuroT inhibiteur

h) Propriétés acido basique des aas

Généralités :

- En solution aqueuse les Aas contiennent un groupe **alpha-carboxyle faiblement acide et un groupe alpha-amine faiblement basique.**
- Ce sont des molécules **amphotères** = *peuvent agir soit comme des acides, soit comme des bases cf chimie* et peuvent exister sous différentes formes ionisées.
- En solution aqueuse, les acides aminés, comme un grand nombre d'acides et de bases faibles, ne se dissocient pas totalement, mais **tendent vers un équilibre.**
- L'acide faible AH relargue un proton H+ et génère A- qui est une base conjuguée ou un sel.

$$AH \rightleftharpoons A^- + H^+$$

la constante d'ionisation $K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[AH]}$

$[H^+] = K_a [AH] / [A^-]$

Bon je ne pense pas que les formules d'au-dessus tombent vraiment mais bon on ne sait jamais c'est dans la diapo du prof donc je vous la mets.

La transformation logarithmique négative **pH = -log[H+] et pKa = -log Ka** donne l'équation d'Henderson-Hasselbach (*normalement ce sont des rappels du lycée mais si vous n'aviez pas la spés physique alors apprenez bien cette formule*:

pH= pKa + log([A-]/[AH])

Avec [A-] la concentration de la base (accepteur de protons H+)

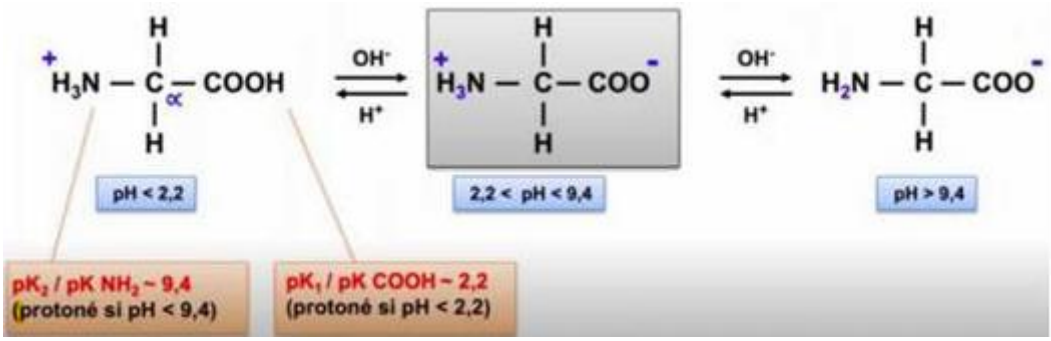
et [AH] la concentration de l'acide (ou donneur de protons H+)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

++Le pKa correspond à la valeur de pH pour laquelle 50% du groupement est ionisé et 50% est non ionisé. ++ *soit la moitié de forme protonée et la moitié déprotonée* ***([AH]=[A-])++***

L'équation d'Henderson-Hasselbalch permet d'**analyser la dissociation du groupement carboxyle et amine d'un acide aminé.**

Exemple avec la glycine:



1. Pour un pH en dessous de 2,2 : Le carboxyle sera protoné car le pKa est environ de 2,2 et le NH2 sera également protoné.

2. Si on augmente le pH en ajoutant du OH (c'est une base donc ça déplace le pH vers la droite), de telle façon que le pH : 2,2 < pH < 9,4 : le carboxyle cède un proton

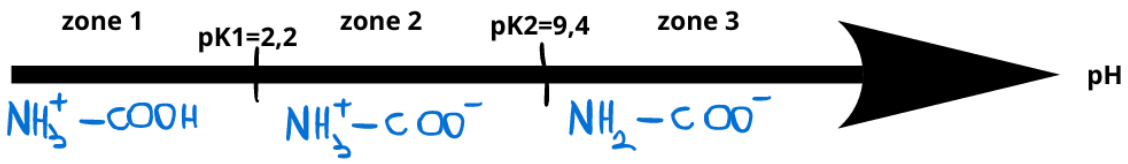
3. Si le pH augmente davantage, de telle façon qu'il est au-delà du pK(NH2), c'est à dire pH > 9,4 : le NH3 perdra également un proton

Pour comprendre cela il faut se souvenir de ce vous avez fait au lycée. Lorsque le pH est inférieur au pkA c'est la forme acide (protonée qui domine) et à l'inverse lorsque que le pH est supérieur au pkA c'est la forme basique (déprotonée) qui prédomine.

Comme le pkA du carboxyle est de 2,2 le carboxyle sera sous sa forme acide c'est à dire protonée (COOH) si le pH est inférieur à 2,2 et sous sa forme basique déprotoné (COO-) si le pH est supérieur à 2,2.

Comme le pkA de l'amine est de 9,4 l'amine sera sous sa forme protonée (NH3+) lorsque pH < 9,4 et sous sa forme déprotonée (NH2) lorsque pH >9,4.

Ce petit schéma récapitule ce que je viens de vous expliquer. Faites attention le pkA est spécifique à un groupement dans ce cas-là soit NH3+soit COOH mais il n'y a pas de pkA pour l'acide aminé en entier.



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Points isoéletrique:

Définition:
Le point isoélectrique (pI ou pHI) est défini comme le pH pour lequel la charge globale de la molécule (qui peut être un aa un peptide ou une protéine) est nulle. On dit que la molécule est électriquement neutre.

On dit qu'à son point isoélectrique la molécule est sous sa forme zwitterionique ++

Dans le cas où la **chaîne latérale** n'a pas de groupement dissociable (un groupement dissociable, c'est par exemple COOH ou NH2 c'est un groupement qui peut se protoner ou se déprotoner.

Au pI (point isoélectrique), 3 formes ioniques existent :

-La forme Z (zwitterion, électriquement neutre) = qui prédomine

-L'AA avec charge négative

- l'AA avec charge positive

Ces deux dernières formes sont en quantité égales.

On est bien d'accord que si la chaîne latérale n'a pas de groupement dissociable l'acide aminé en entier en a lui uniquement deux : le carboxyle et l'amine.

Toujours dans ce même cas où il n'y a que deux groupements dissociables dans l'acide aminé le point isoélectrique peut se calculer par la formule suivante :

pI = PhI = (pk1+pk2)/2

avec pK1 = le pkA du COOH et pk2=pkA du NH3

On reprend maintenant l'exemple de la glycine en rajoutant cette idée de point isoélectrique :

Le pH pour lequel on peut retrouver l'acide aminé sous sa forme zwitterionique est donc situé entre pKCOOH =2,2 et pKNH3=9,4

Le pI ou pHi peut donc se calculer précisément par (pK1 + pK2) / 2 Soit ici : (2,2 + 9,4) / 2 = 5,8

Exemple de l'aspartate :

Jusqu'à présent on a parlé d'un AA avec un seul groupe carboxyle et amine (donc deux groupements ionisables qui ne sont pas sur sa chaîne latérale. Ici nous regardons l'Aspartate qui possède 3 groupes ionisables (*sa chaîne latérale contient également un groupe carboxyle*) avec les pKa suivants :

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

- pK1 = 1,88

- pK2 = 3,65

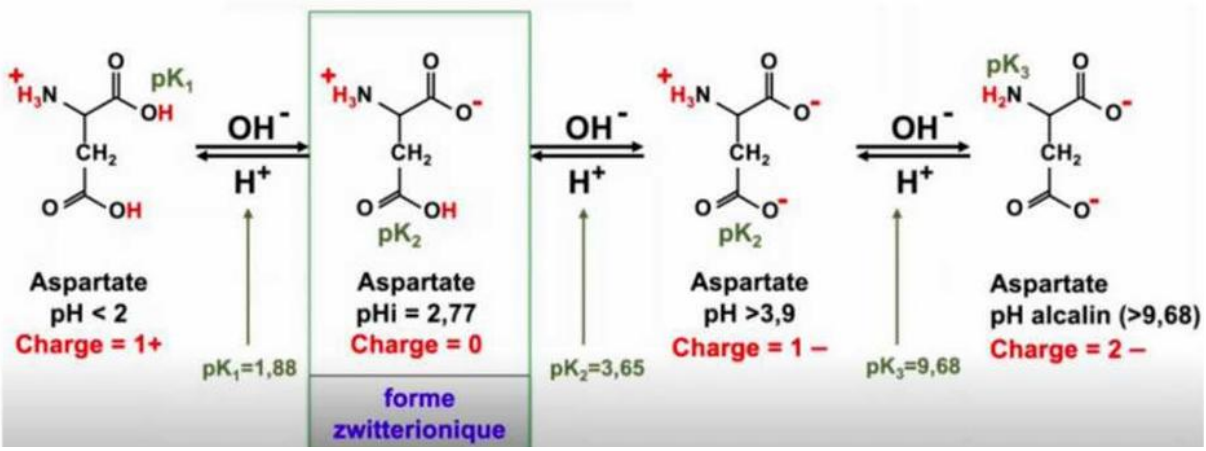
- pK3 = 9,6

1) On a un pH < 2. On se déplace sur l'échelle du pH plus vers les acides, donc la molécule sera protonée au maximum. On compte une charge +. L'Aspartate a une charge de +1.

2) En ajoutant une base pour atteindre un pH = 2,77 correspondant au pHI, on obtient un acide aminé neutre sans charge électrique. Soit la forme zwitterionique car il s'agit du point isoélectrique : pI = (1,88 + 3,652) / 2 = 2,77 3)

3)En ajoutant davantage de base, on atteint pH > 3,9. L'aspartate a une charge de -1.

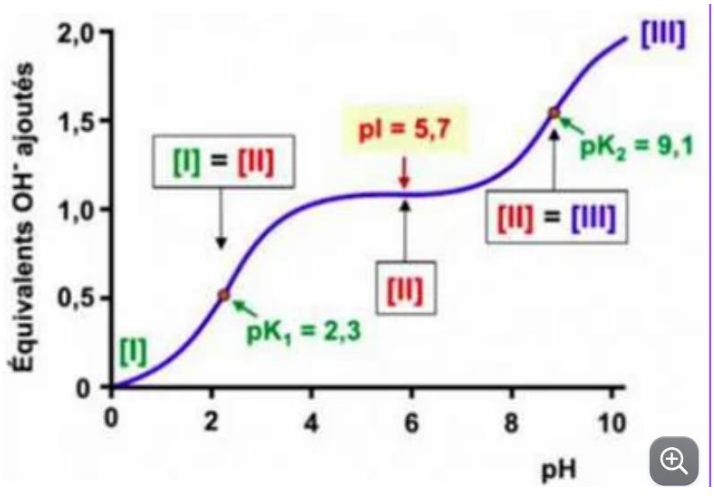
4) Et avec un pH > 9,68. L'aspartate a une charge de -2.



Explication graphique de l'équation d'Henderson- Hasselbalch

On reprend l'exemple de la Glycine :

On voit en abscisse le pH et en ordonnée la quantité de base OH- ajoutée au système. (au plus on va vers le haut et la droite au plus le pH est élevé au plus on est sous la forme basique de l'aa)



En fonction du pH, la glycine apparaît sous 3 formes :

À pH acide : Sous forme cationique avec une charge positive (I)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Au point isoélectrique de 5,7 (la moyenne de pK1 et pK2) : Sous forme de zwitterion, sans charge. (II)

À pH alcalin : Sous forme d'anion, avec une charge négative (III)

2 remarques importantes :

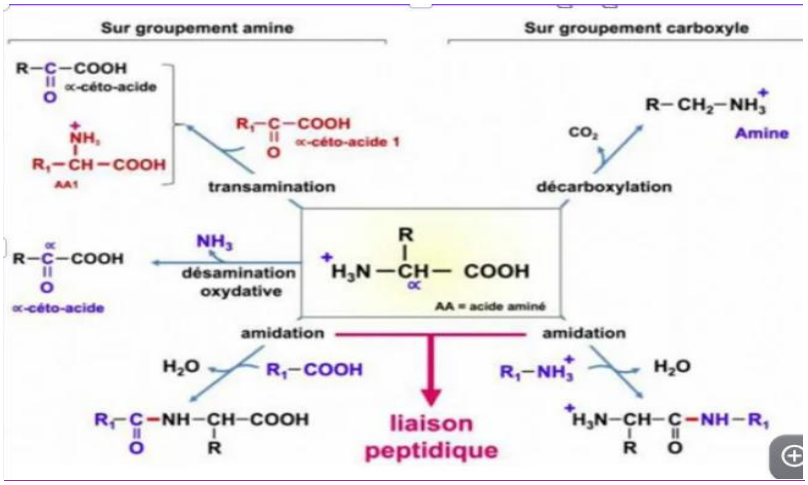
Quand le pH = pK1 : il existe la même quantité des formes I et II

Quand le pH = pK2 : il y a en solution une même quantité des formes II et II

I→ Dans les 2 cas, ceci donne lieu à une inflexion de la courbe.

Au pI (point isoélectrique) qui se trouve dans le plateau de la courbe, la forme II prédomine et il y a une quantité égale des formes I et III.

h) Les principales réactions des aas



Sur le groupement amine :

Transamination avec un alpha-céto-acide en cédant son groupe amine à un alpha céto acide et en étant lui même transformé en alpha-céto-acide. *(juste un déplacement du groupe amine ainsi un aa sans son groupe amine s'appelle un alpha céto acide)*

Désamination oxydative : il devient un alpha-céto-acide. (*mais cette fois si, il ne donne pas son groupe amine à quelqu'un)*

Amidation : il est ainsi impliqué dans une liaison peptidique. *(on va revoir ça dans le cours sur les protéines)*

Sur le groupement carboxyle :

Décarboxylation : l'acide aminé devient alors un amine.(il enlève son carboxyle)

Amidation au niveau du groupement carboxyle et ça formera une liaison peptidique. *Idem que sur le groupement amine on voit ça au prochain cours.*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.

Ce cours est enfin finiiii !! Maintenant place aux dédis !!

Dédis spéciales vacances (parce que oui quand j'écris cette fiche c'est encore les vacances)

-dédis aux **trois** mois de vacances (vraiment les meilleures vacances post P1)

-Dédis au 10 jours en Italie où nos programmes se résumaient à plage resto plage resto (quoi de mieux finalement ?) (j'ai pris deux kilos)









Je sais j'arrête ça vous donne faim

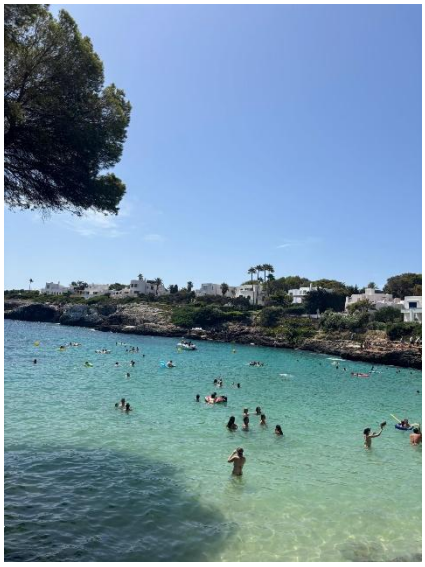
-Dédis à Europapark le pire (meilleur) parc d'attraction que j'ai fait de ma vie ça vous retourne la tête comme jamais.

Meilleur attraction SILVER STAR :

-Antis dédis aux trains allemands qu'on devait prendre pour y aller qui ne passaient jamais à la bonne heure (en plus on comprenait rien)



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.



-Dédis au voyage à Majorque avec des plages plus belles les unes que les autres (si vous n' aviez pas compris que j'adore la plage mdr)

-Dédis aux DJ à Majorque qui passent des musiques françaises (la France influence le monde)

-Dédis au T shirt que j'ai forcé mon mec à

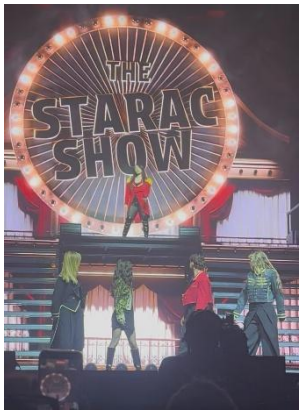
porter (je sais je suis horrible)



-Dédis aux concerts (parce que ça aussi je kiffe) 3 en un été mdr plus un festival

- Dédis au concert de la star AC avec crête Liliaque ! On a acheté les places deux jours à l'avance et on était super bien placée c'était génial

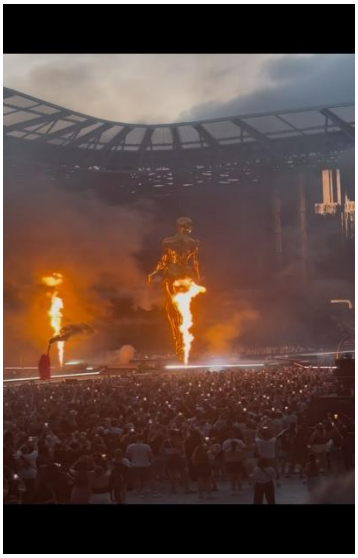
-Dédis au concert de pitbull avec Faustiliaque et nos copains (j'ai cru que j'allais mourir dans la fosse) mais ambiance de ouffff



-Dédis au concert de the week-end un des meilleurs de ma vie cette voix de fouuuu !!

Par contre la première partie … (désolé les fans de playboy carti)

-Dédis au Kiss FM live où on est arrivé trois heures à l'avance pour être tout devant jamais trop dans l'abus + on a été filmé plein de fois (pas étonnant avec ma sœur qui hurle tout ce qu'elle peut.)



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.



-Dédis au week-end à st Tropez et au e-foil (surf sur l'eau) par contre ça m'a tellement tué les jambes que j'en ai encore des cicatrices (c'est pas grave c'était top)



-Et pour finir dédis au ifly aix marseille (petit cadeau de mon copain hihi) super expérience !!

J'espère que ces petites dédis t'auront motivé à travailler pour finir grand(e) admis(e) et avoir 3 mois de vacances bien méritées !!

Bisous les loulous courage je suis avec vous !! <3 <3

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.