

# LES ACIDES AMINÉS

# !] INTRO À LA BIOCH





# DEFINITION

=> C'est quoi la biochimie ??

- “La biochimie est l’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**.”



# LES 4 OBJECTIFS MAJEURS :

1°) L'**identification** et la **détermination quantitative** des **substances**,

2°) L'**analyse** de leur **structure**,

3°) La détermination des mécanisme de **synthèse** et de **dégradation** des ces substances au sein des organismes,

4°) La détermination de leur **rôles** dans le fonctionnement de l'**organisme**.

# LES 2 DOMAINES D'ÉTUDES IMPORTANTES :

1°) L'étude des **molécules** qui constituent les êtres vivants, c'est à dire tout ce qui est **réactions chimiques** au sein de la **cellule**, des **tissus**, des **organes** et l'impact au niveau de l'**organisme**.

2°) L'étude de la **structure**, la **conformation** et la **transformation** de ces molécules avec :

- les réactions de **dégradation** des aliments = **CATABOLISME** +++
- les réaction de **biosynthèse** des composés nécessaires = **ANABOLISME** +++



# BUT :

=> le but est d'intégrer les connaissances obtenues à l'échelle **moléculaire** au niveau :

- de la **cellule**
- de l'**organe**
- de l'**organisme**





# III] LES ACIDES AMINÉS

# DÉFINITIONS

Acides aminés = molécules qui **composent une protéine** +++

- Chez l'Homme : **20 AA** + **21ème AA rare** que l'on retrouve seulement dans **25 protéines** : la Sélénocystéine. +++
- Codés par le **code génétique** sauf la Sélénocystéine qui n'a **pas de codon spécifique** +++ :
  - > **reprogrammation** du codon stop **UGA**.

Protéine = polymère (= enchaînement) d'**acides aminés** unis par des **liaisons covalentes**. +++

- L'ordre de la séquence d'AA est **spécifique à chaque protéine**.
- Il y a des relations entre la **structure** et la **fonction** d'une protéine:

=> La structure d'une protéine à **plusieurs niveaux** :

- les **3 premiers** pour **toutes les protéines**,

≠

- le **quatrième niveau** est **spécifique à certaines protéines** +++

## FONCTION DES PROTÉINES

-> Rôle de **Structure** :

- collagène
- kératine

-> Rôle dans la **physiologie** :

- enzymes
- hémoglobine
- anticorps

## FONCTION DES ACIDES AMINÉS

-> Constituent les **protéines**

-> Constituent certaines molécules **non protéiques** : les cétoacides, le glucose, les nucléotides, l'hème, la créatinine.

-> Fonction de **neurotransmetteurs** : glutamate, aspartate.

-> Transport de l'**azote**

-> **Métabolisme énergétique**

# LA 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** c'est-à-dire qu'ils ont un **carbone alpha** +++

mais c'est quoi un carbone alpha ??

= porte **4 groupements différents**, il est **asymétrique** +++

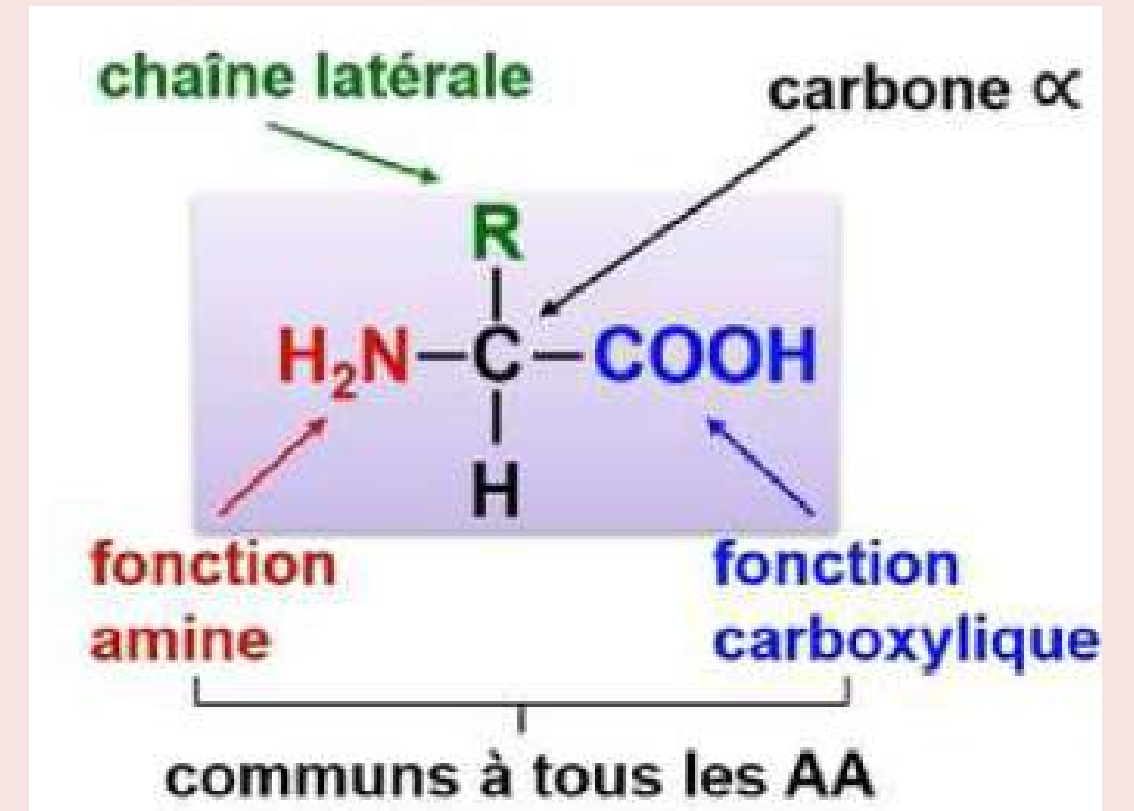
quels sont les 4 groupements ?

-> **carboxyle**

-> **amiNe primaire SAUF la **proline**** qui a une amine secondaire et une structure cyclique

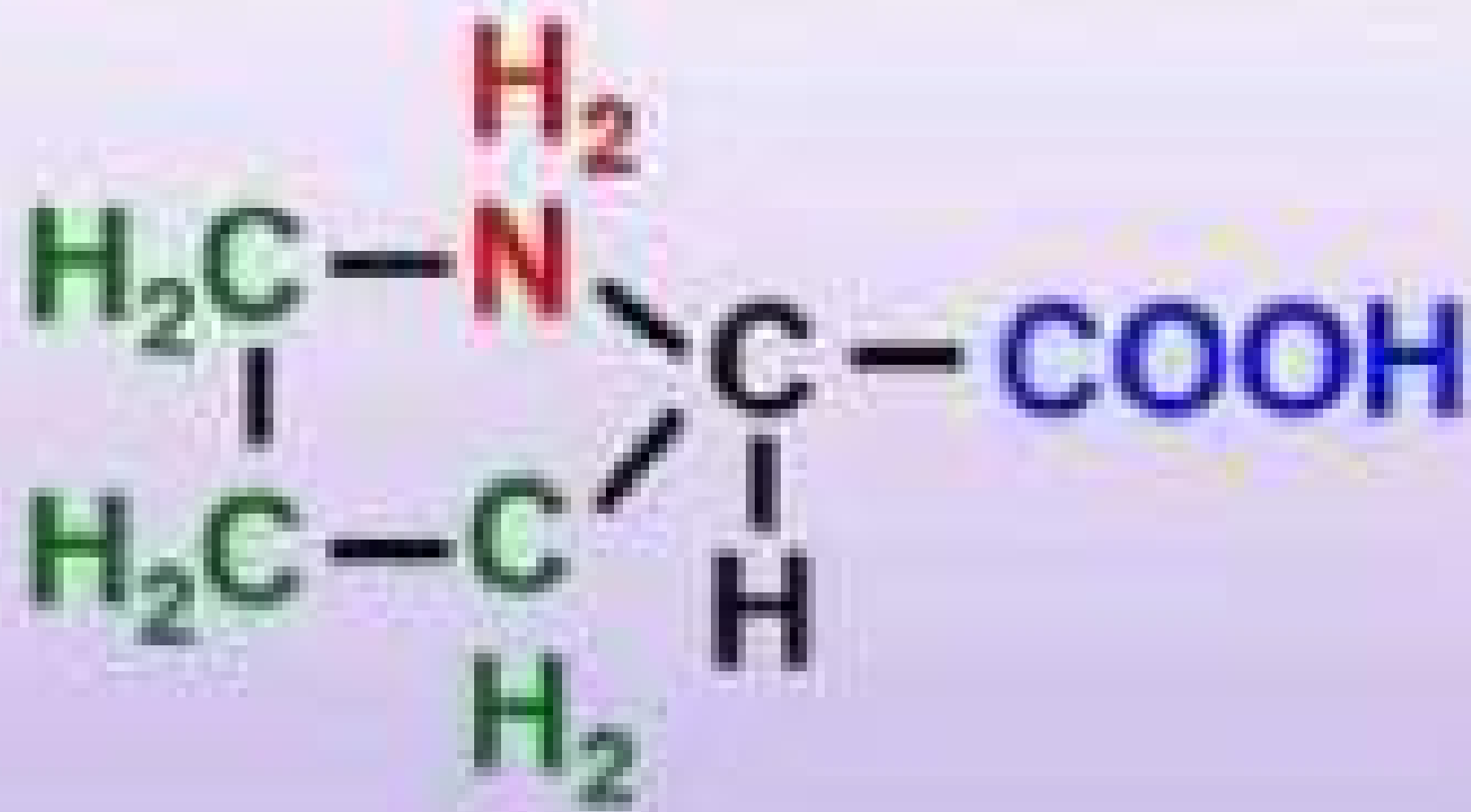
-> un atome d'**hydrogène**

-> un **groupement R** = spécificité de chaque AA.



# modèle de l'acide aminé type :

*sauf proline!*

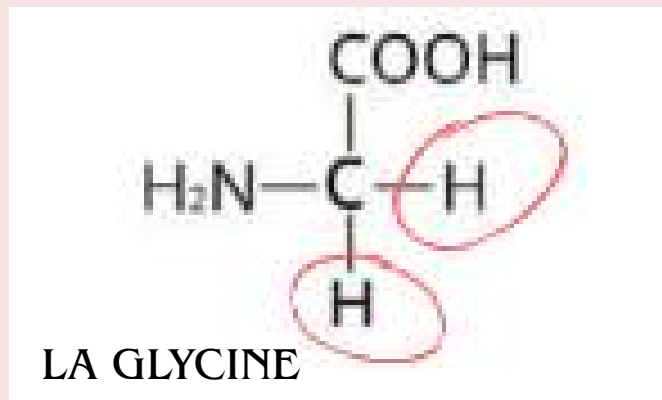


# LA CONFIGURATION DES ACIDES AMINÉS

**RAPPEL** : les Aa qui constituent les protéines possèdent 1 carbone asymétrique ou carbone alpha.



**exception +++**: la chaîne latérale de la **GLYCINE** est un atome d'**hydrogène**, 2 substituants sont donc identiques, le **Ca n'est plus asymétrique +++**



-> projection de **Fischer** -> configuration **D (dextrogyre)** ou **L (lévogyre)**

-> **énantiomères** = stéréoisomères de configuration

-> deux images **non superposables+++** l'une de l'autre dans un miroir.

-> majoritairement **L** chez les **mammifères**

-> **D** sont **rare**s dans la nature

=> **mais comment savoir si on est en D ou en L ??**

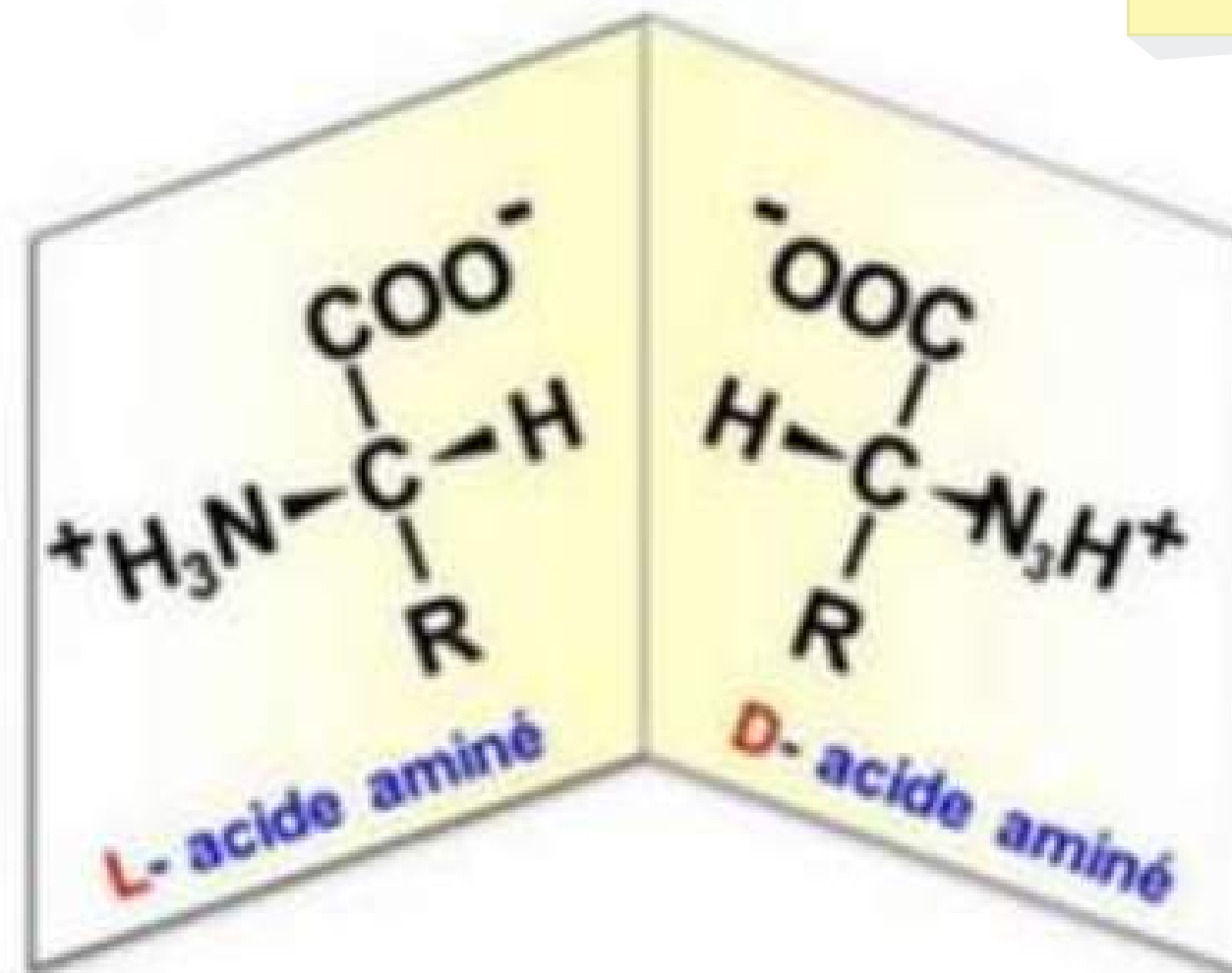
EN **D** SI LE GRP AMINÉ EST À **DROITE**

EN **L** SI LE GRP AMINÉ EST À **GAUCHE**



## MÉMOOOO

"L" comme "Left"  
donc groupement  
aminé à **GAUCHE**



# LA CLASSIFICATION DES AA

-> Les Acides aminés sont classés en fonction de la **structure** et de la **polarité** de leur **chaîne latérale R** :

1- les acides aminés avec groupement **polaire** sur **R** peuvent être

~ chargés

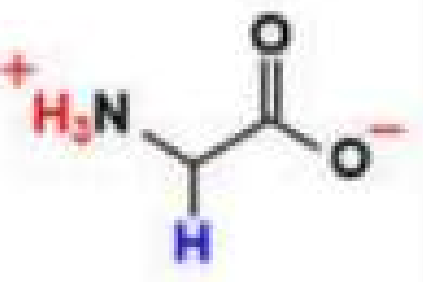
~ non chargés

2- les acides aminés avec un groupement **apolaire** (=non polaire) sur **R**

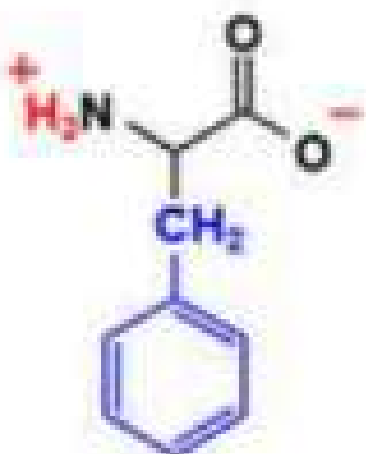
=> la **chaîne latérale** est la seule variable à **moduler les propriétés** d'une protéine +++

=> les **groupements carboxyliques** et **aminés** liés au carbone alpha sont impliqués dans les **liaisons peptidiques**.

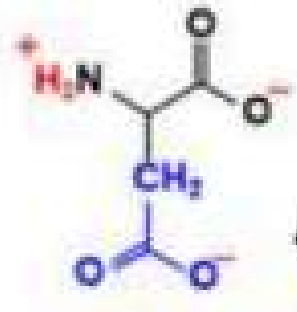
## EXEMPLE D'AA APOLAIRE À CHAÎNE ALIPHATIQUE :

Glycine	Gly	G		<p>Attention : <u>tous</u> les acides aminés constitutifs des protéines ont au moins un carbone asymétrique <b>SAUF</b> la Glycine</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 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.</li><li>- Chaîne latérale <u>peu encombrante</u></li><li>- Permettent la constitution de structure peptidiques simples.</li></ul>
---------	-----	---	--	---

## EXEMPLE D'AA APOLAIRE AROMATIQUE :

Phénylalanine	Phe	F		<ul style="list-style-type: none"><li>- Possède un noyau phényl très hydrophobe</li><li>- Aromatique</li><li>- <u>Acide aminé essentiel</u></li></ul>
---------------	-----	---	---	---

## EXEMPLE D'AA POLAIRE CHARGÉ :

Aspartate	Asp	D	 <p>Aspartate Asp - D</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Autre nom : <u>acide aspartique</u></li><li>- Fonction acide (<b>donneur de protons</b>)</li><li>- <u>A pH physiologie</u>, la chaîne latérale est ionisée contenant un groupement carboxylate chargé négativement COO-</li><li>- Hydrophile</li><li>- Dans les protéines, leur chaîne latérale est fréquemment impliquée dans la stabilisation des structures tridimensionnelles par des liaisons ioniques</li><li>- A l'état libre, il joue un rôle important dans le <u>catabolisme des acides aminés</u> 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.</li></ul>
-----------	-----	---	---	---

## EXEMPLE D'AA POLAIRE NON CHARGÉ :

Sérine	Ser	S	 <p>Sérine</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fonction alcool</li><li>- Modifications post-traductionnelles possible au sein des protéines : <u>phosphorylation et O-glycosylation</u></li><li>- Formation de liaisons hydrogènes</li></ul>
--------	-----	---	--	---



# LES 20 AA

PAR



acides aminés non polaires

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

Aromatique

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 AA SONT DÉSIGNÉS PAR UN CODE À 3 LETTRES OU À L'AIDE D'UNE SEULE LETTRE.

# MNÉMOS DE MA VIEILLE :



## Mnémono

- Non Polaires  
"Greg va Ala Fête il le ProMet Trop"
- Polaires non chargés  
"Glen Cisaille, Théodore Tire, Serviabes Assassins"
- Polaires chargés  
"LysA Hurle"  
+ 2 autres



*merci Anouckinase ! <3*



# LES ACIDES AMINÉS ESSENTIELS

-> ne peuvent pas être synthétisés par le corps humain contrairement aux Aa non essentiels qui eux peuvent l'être. ++++

-> ne sont obtenus **que par l'apport alimentaire.**

=> 8 AA essentiels chez l'adulte et 10 AA essentiels chez l'enfant.+++

=> **Arginine** et **Histidine** sont essentiels chez l'enfant mais pas chez l'adulte +++



PAR



**Leucine**

**Thréonine**

**Lysine**

**Tryptophane**

**Phénylalanine**

**Valine**

**Méthionine**

**Isoleucine**

mnémotechnique

**Le**

**Très**

**Lyrique**

**Tristan**

**Fait**

**Vachement**

**Méditer**

**Iseult**

**MNÉMO  
MAGIQUE**



# LES AA NON CODÉS PAR LE GÉNOME

- > en plus des **20 AA « classiques » codés par le génome**, on retrouve environ **300 AA supplémentaires, non codés par le génome**, retrouvés au niveau des cellules.
- > ces AA ne sont **PAS TOUS** des constituants des protéines.
- > 2 groupes :
  - les Aa non codés par le génome et faisant partie des protéines,
  - les Aa non codés par le génome et non impliqués dans le structure des protéines

# LES AA NON CODÉS PAR LE GÉNOME MAIS FAISANT PARTIE DES PROTÉINES

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

+++

1. Hydroxylation	-proline- -lysine-	$\xrightarrow[\text{hydroxylase}]{\text{OH}}$	4-hydroxyproline 5-hydroxylysine	présents dans collagène
2. Carboxylation	-glutamate-	$\xrightarrow[\gamma\text{-glutamylcarboxylase}]{\text{COOH}}$	$\gamma$ -carboxyglutamate	fixation $\text{Ca}^{2+}$ /facteurs de coagulation/matrice osseuse(ostéocalcine)
3. Phosphorylation (sur OH)	-sérine- -thréonine- -tyrosine-	$\xrightarrow[\text{kinase}]{\text{phosphate}}$	phospho-AA	signalisation
4. Acétylation NH <sub>2</sub>	-NH <sub>2</sub> ter lysine-	$\xrightarrow[\text{Acétyl-transférase}]{\text{acétyl-CoA}}$	N-acétyl-lysine	histones
5. Glycosylation	-sérine/thréonine- (sur OH)  -asparagine- (sur NH <sub>2</sub> )	$\xrightarrow[\text{glycosyltransférase}]{\text{saccharides}}$	glycoprotéine	interactions cellule- cellule

AA qui sont codés par le génome et qui après leur incorporation dans une protéine ont subi des modifications post-traductionnelles sur la chaîne latérale et sont donc différents de leur structure initiale.

# LES AA NON CODÉS PAR LE GÉNOME ET NON IMPLIQUÉS DANS LA STRUCTURE DES PROTÉINES

AA ↙

Arginine	Ornithine Citrulline	Intermédiaires métabo dans cycle de l'urée + S Arginine
Histidine	Histamine	vasodilatation, réaction allergique, sécrétions gastriques
5-hydroxy-tryptophane	Sérotonine	douleur, appétit, sommeil, humeur, bien-être
Glutamate	GABA	NeuroT inhibiteur

↘ NON AA

=> Ce sont des Aa résultants de modifications de la chaîne latérale de résidus d'Aa libres, pour donner lieu à des intermédiaires métaboliques ou de nouvelles molécules.

# PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES AA

pour en savoir plus sur les AA...

=> ils constituent les **unités monomériques** des **protéines**,

=> en solution aqueuse ils contiennent un groupe **alpha-carboxyle** faiblement **acide** et un **groupe alpha amine** faiblement **basique**

=> sont des **molécules amphotères** (= peuvent agir **soit en acide soit en base**) 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**.



acide

base

proton



la constante d'ionisation

$K_a =$

$\frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{AH}]}$

$[\text{H}^+] = K_a [\text{AH}] / [\text{A}^-]$



# PROPRIÉTÉS ACIDES OU BASQUES DES AA

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] \\ \text{pKa} &= -\log K_a \end{aligned}$$

L'équation d'Henderson-Hasselbach :

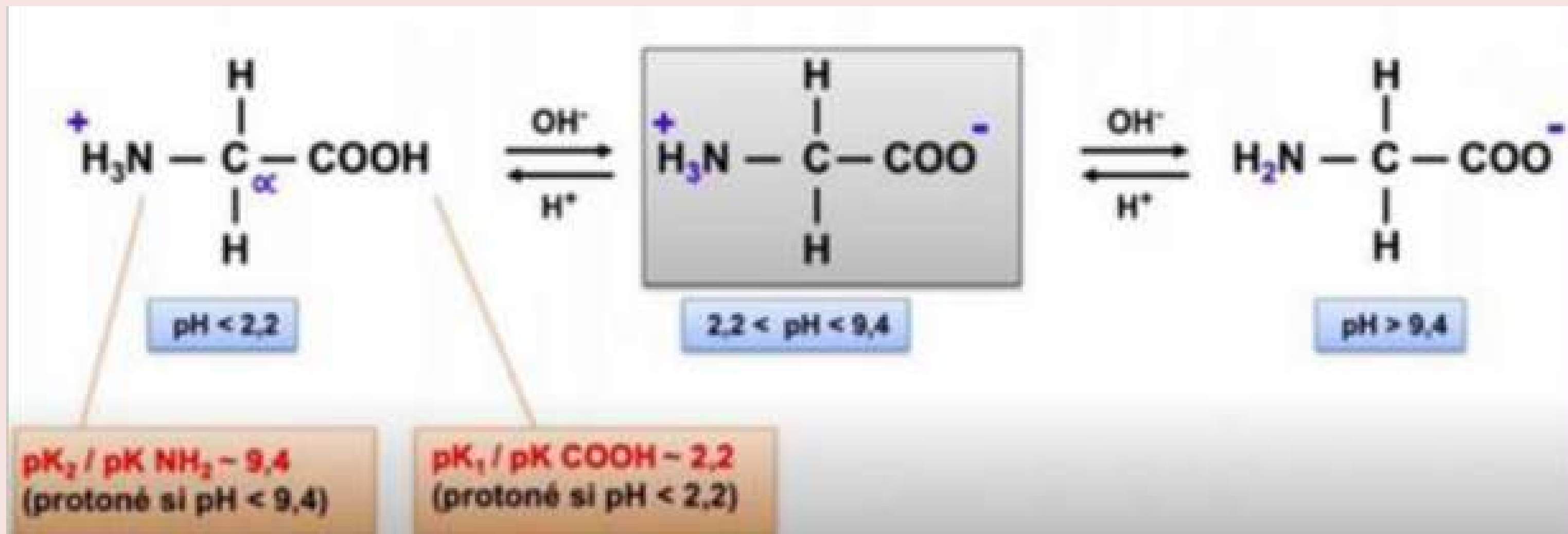
$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

+++ Le pKa correspond à la valeur de pH pour laquelle 50% du groupement est ionisé et 50% est non ionisé. +++



-> où **A-** est **accepteur** de protons et **AH** est **donneur** de protons.

-> l'équation d'**Henderson-Hasselbalch** permet d'analyser la **dissociation** du groupement carbonyle et amine d'un acide aminé. ++



# LE POINT ISOÉLECTRIQUE

“ Le **pl** est défini comme le **pH pour lequel la charge globale de la molécule est nulle**. C’est donc le pH pour lequel la molécule est **électriquement neutre.**” +++

-> À son **pl**, la molécule ne présente **aucune charge électrique nette** et est sous sa **forme zwitterionique** ++

3 formes ioniques existent :

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

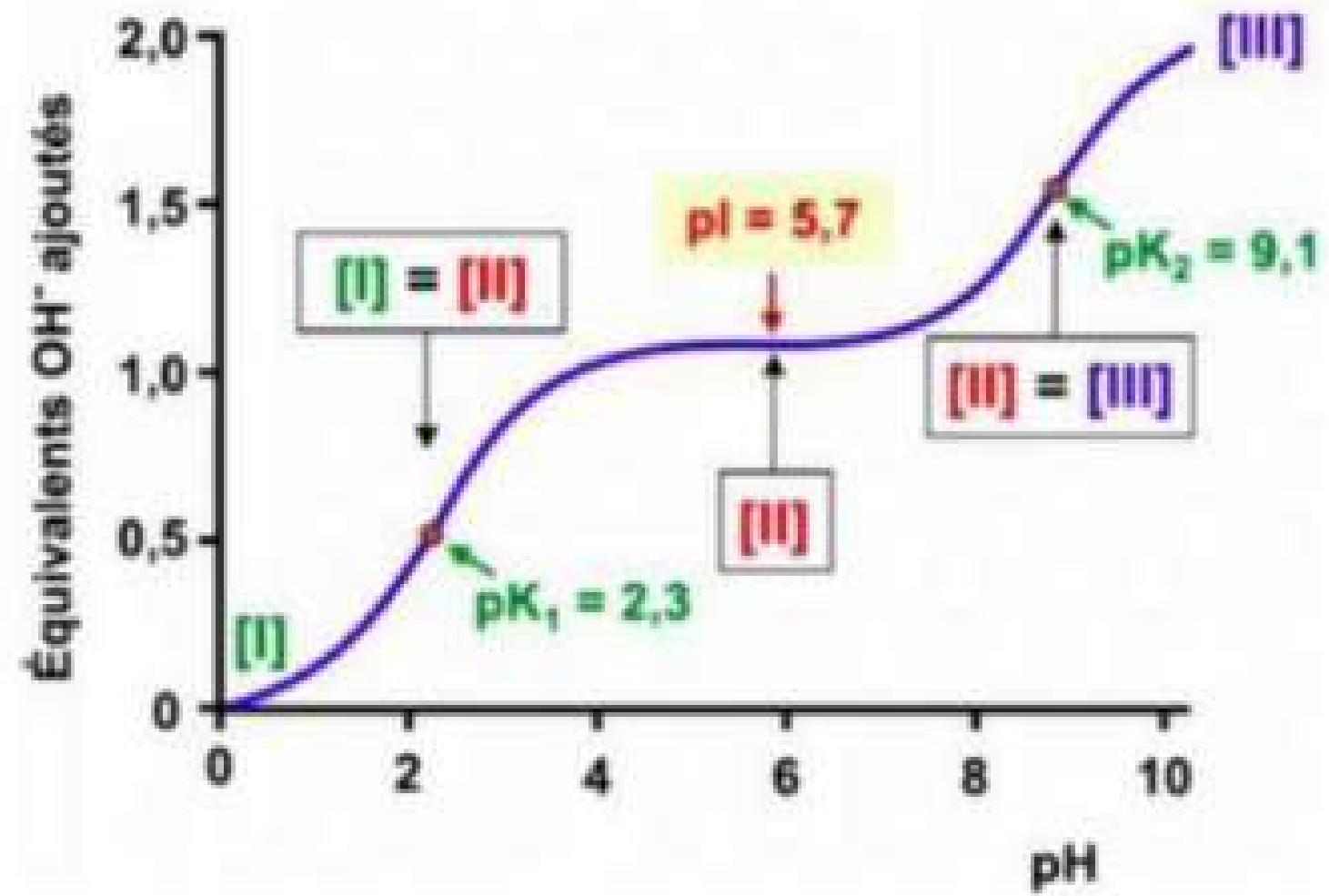
- L’**AA** avec charge **négative**,  
- L’**AA** avec charge **positive**. } en quantités égales

$$pl = \frac{(pK_1 + pK_2)}{2}$$





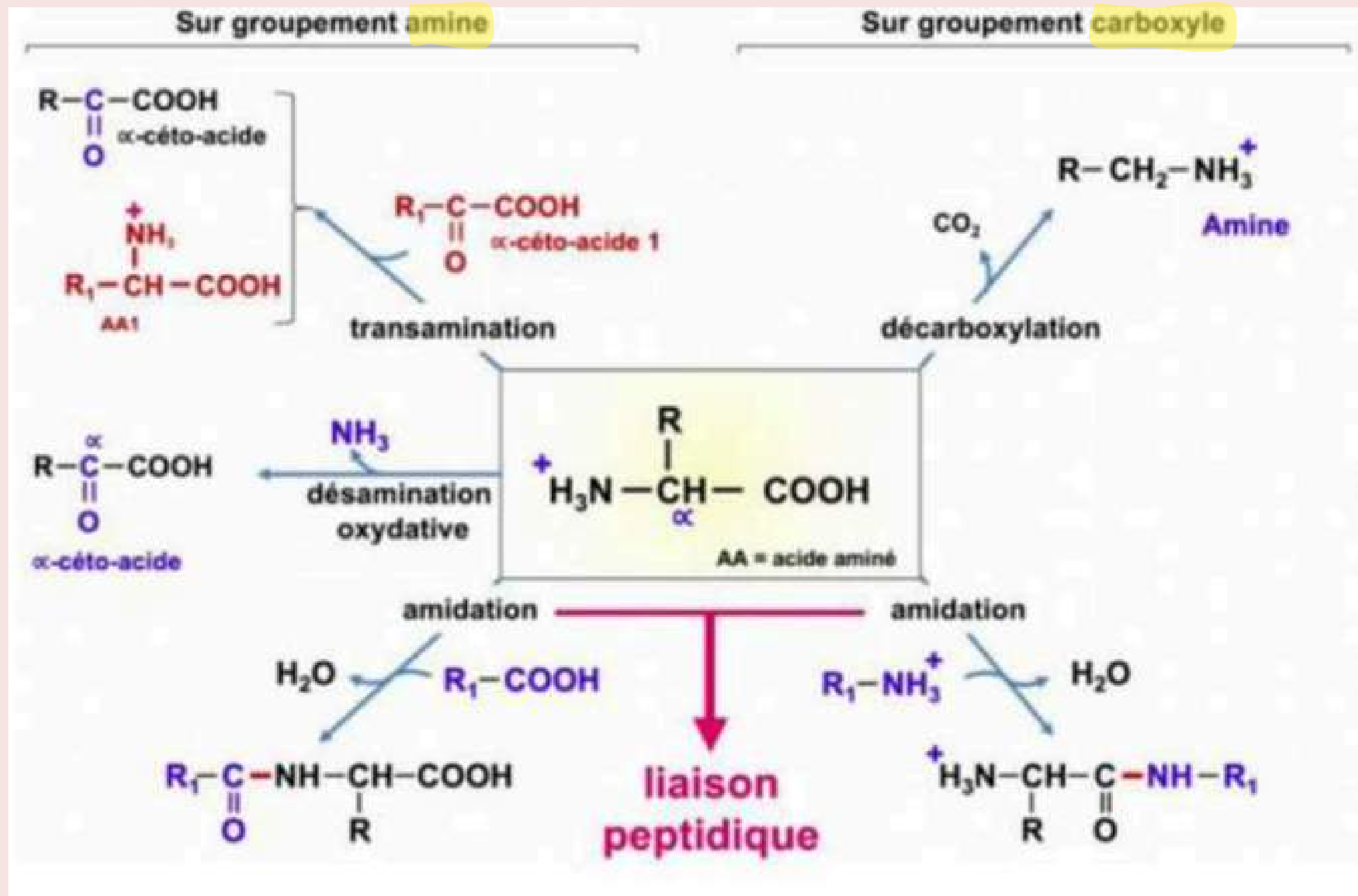
# Application graphique de l'équation d'Henderson-Hasselbalch.



- quand **pH = pK<sub>1</sub>** : il existe la même quantité des formes 1 et 2
- le **pH = pK<sub>2</sub>** : il y a en solution une même quantité des formes 2 et 3
- > dans les 2 cas, ceci donne lieu à une **inflexion** de la courbe.

=> au **pI**, qui se trouve dans le **plateau** de la courbe, la **forme 2 prédomine** et il y a une quantité égale des formes 1 et 3.

# PRINCIPALES RÉACTIONS DES AA



+++

# MINUTE QCMS



**1°) À propos des acides aminés, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- a) Il y a 23 acides aminés chez l'Homme
- b) La sélénocystéine est codée par le code génétique
- c) Une protéine est un polymère d'acides aminés unis par des liaisons covalentes
- d) Un acide aminé a une masse moléculaire d'environ 110 Dalton
- e) Toutes les propositions sont fausses

**2°) À propos des acides aminés, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- a) Un carbone alpha porte 4 groupements identiques
- b) Parmi les 4 groupements, il y a un amide primaire
- c) On trouve majoritairement des configurations D chez les mammifères
- d) En configuration L, le groupement aminé est à droite
- e) Toutes les propositions sont fausses

**3°) À propos des acides aminés, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- a) Il y a 8 acides aminés essentiels chez l'adulte et 10 chez l'enfant
- b) Les acides aminés essentiels peuvent être synthétisés par le corps humain
- c) Tous les acides aminés constituent des protéines
- d) Le pKa correspond à la valeur de pH pour laquelle 50% du groupement est ionisé et 50% est non ionisé
- e) Toutes les propositions sont fausses

**4°) À propos des acides aminés, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- a) Le point isoélectrique est défini comme le pH pour lequel la charge globale de la molécule est positive
- b) Des molécules amphotères sont des molécules qui peuvent jouer à la fois le rôle d'acide et de base
- c) La chaîne latérale est la seule variable à moduler les propriétés d'une protéine
- d) Les principales réactions des acides aminés se font sur le groupement carboxyle ou bien sur le groupement amine
- e) Toutes les propositions sont fausses

# MINUTE CORRECTION



1°) C,D

A) -> **FAUX**, il y en a 20 + un 21ème rare : la sélénocystéine ( diapo 8 )

B) -> **FAUX**, la sélénocystéine est une exception, elle n'a pas de codon spécifique et fonctionne grâce à la programmation du codon STOP UGA. ( diapo 8 )

C) -> **VRAI**, (voir def diapo 9 )

D) -> **VRAI**, (diapo 11 )

E) -> **FAUX**

2°) E

A) -> **FAUX** +++ 4 groupements DIFFÉRENTS (diapo 11)

B) -> **FAUX**, un amiNe primaire ATTENTION ++ (diapo 11)

C) -> **FAUX**, majoritairement L chez les mammifères (diapo 13)

D) -> **FAUX** , NON, il est à GAUCHE : rappelez vous du mnémo : Left -> L -> gauche (diapo 13/14)

E) -> **VRAI**

3°) A, D

A) **VRAI** ( *diapo 17* )

B) **FAUX**, ils ne peuvent PAS être synthétisés par le corps ( *diapo 17* )

C) **FAUX**, pas tous +++ ( *diapo 19* )

D) **VRAI**, ( *diapo 19* )

E) **FAUX**

4°) B, C, D

A) **FAUX**, neutre +++ ( *diapo 24* )

B) **VRAI**, ( *diapo 22* )

C) **VRAI**, ( *diapo 15* )

D) **VRAI**, ( *diapo 28* )

# C'EST LA FIN !!



*( oui j'ai mis cette image parce qu'il y a marqué P1 en gros )*

**bravo à vous d'avoir fini votre premier cours de bioch de la ttr, vous êtes trop forts !!**

