

Chap 2. Les acides aminés

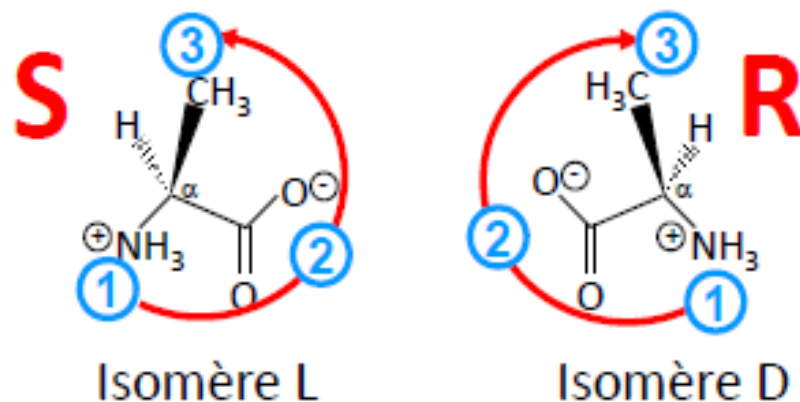
INTRODUCTION

Les protéines sont composées **d'acides aminés**. Le carbone appelé alpha porte une fonction amine et une fonction acide carboxylique.

Ce carbone alpha est asymétrique : il porte 4 groupements différents.

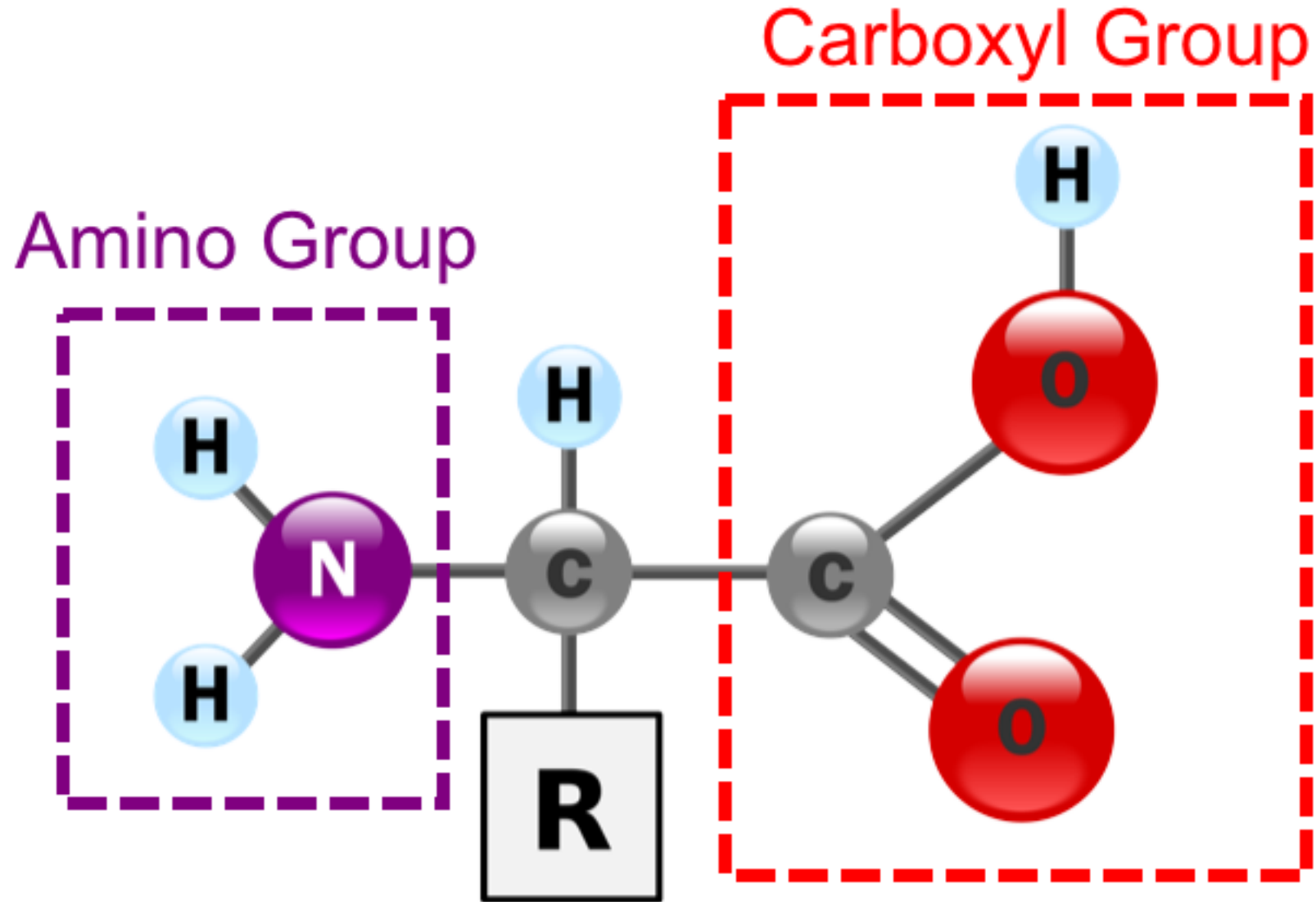
Les acides aminés sont des molécules chirales.

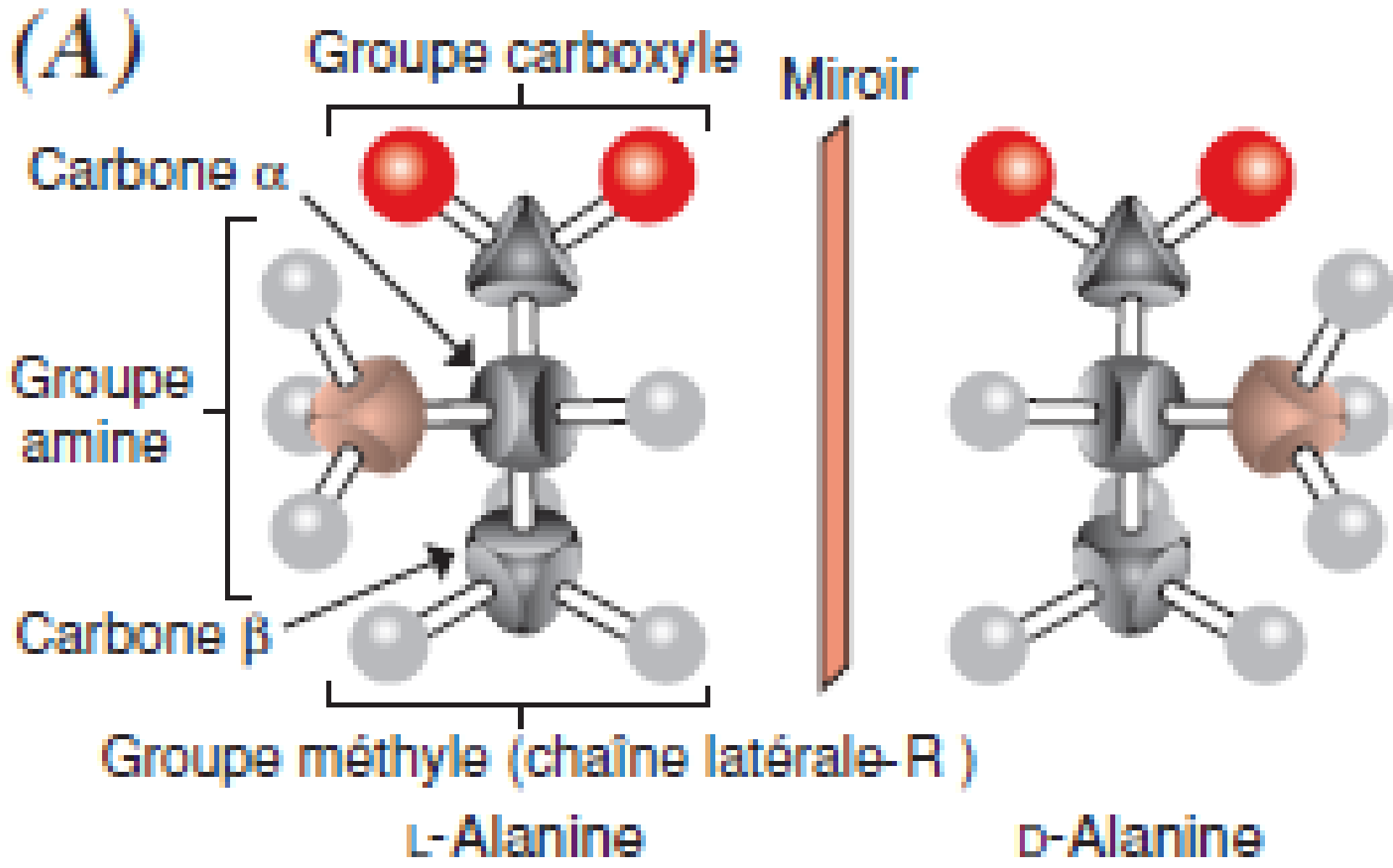
Deux isomères sont possibles : l'un de série D l'autre de série L. Il existe une exception : la glycine.



Les acides aminés (ou aminoacides) qui constituent les protéines sont tous des **acides a-aminés**. Le carbone alpha porte une fonction acide carboxylique, une fonction amine et une chaîne latérale (R). En solution dans l'eau, la fonction acide se dissocie en carboxylate et H^+ et la fonction amine devient protonée.

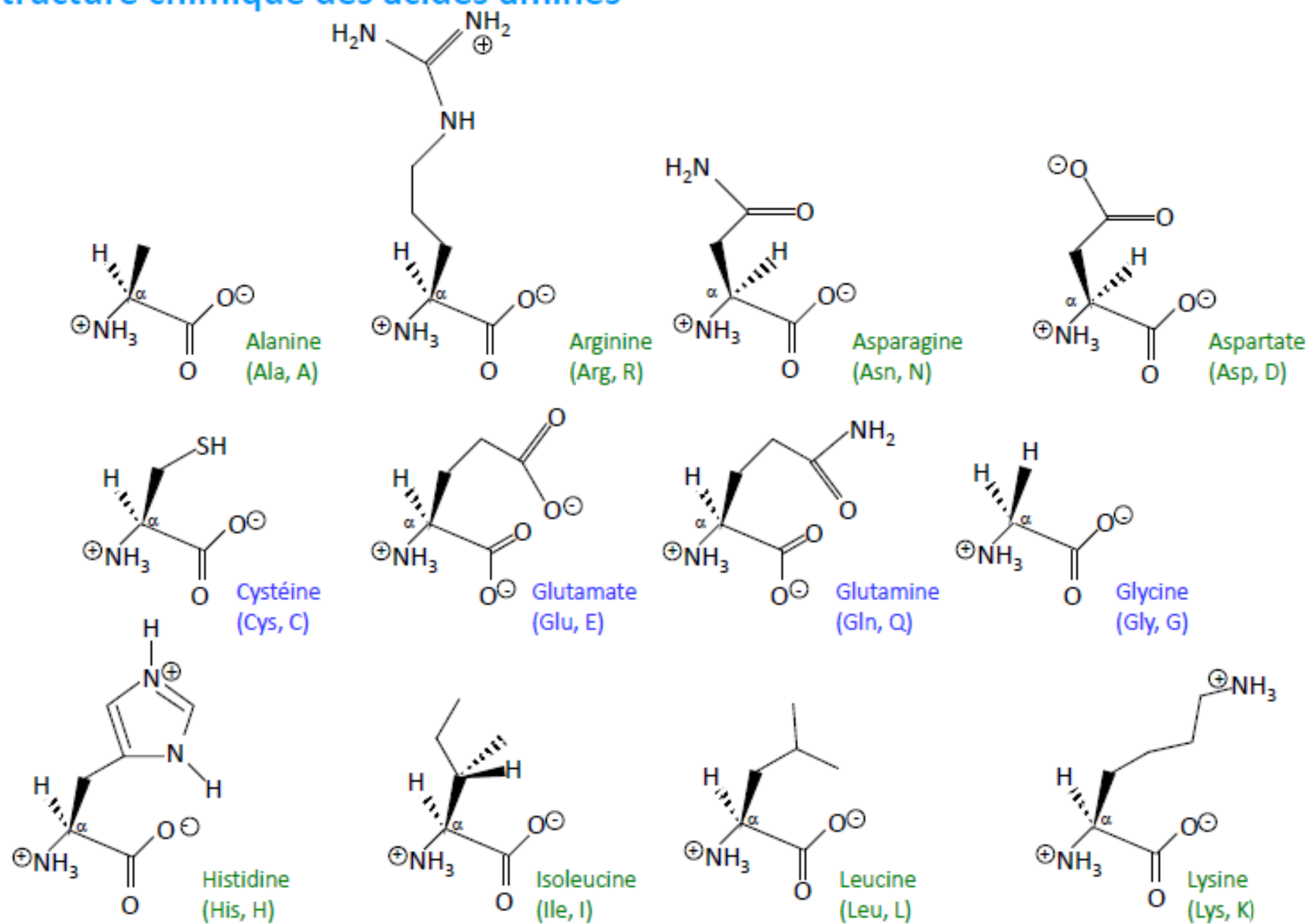
La formule générale des acides aminés



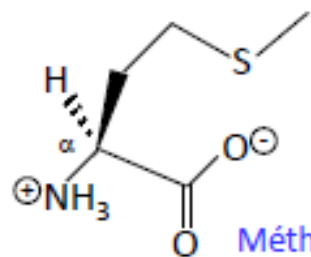


Modèle moléculaire

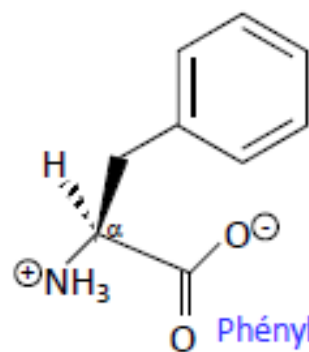
Structure chimique des acides aminés



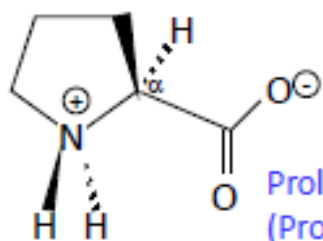
Structure chimique des acides aminés



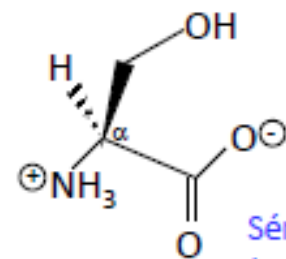
Méthionine
(Met, M)



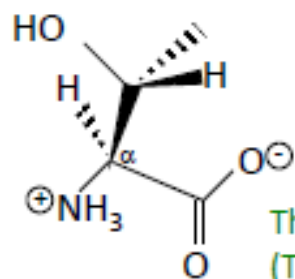
Phénylalanine
(Phe, F)



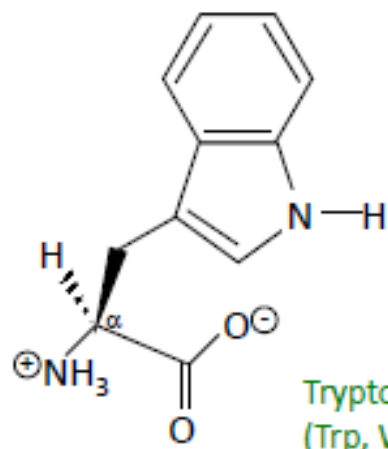
Proline
(Pro, P)



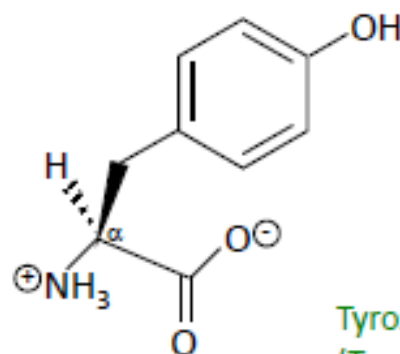
Sérine
(Ser, S)



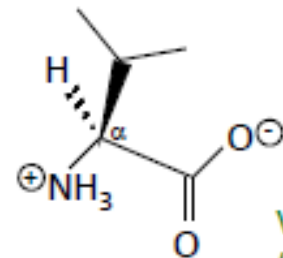
Thréonine
(Thr, T)



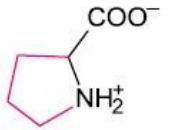
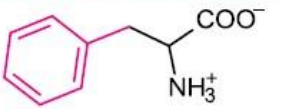
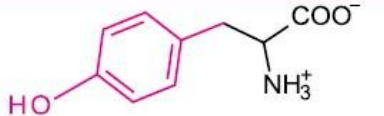

Tryptophane
(Trp, W)

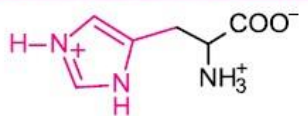


Tyrosine
(Tyr, Y)



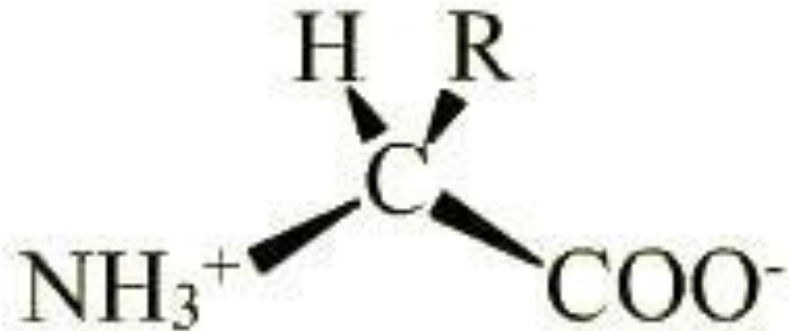
Valine
(Val, V)

Nom	Codes		Formule (chaîne latérale en couleur)	Remarque
Glycine	Gly	G	$\text{H}-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	Non chiral
Chaîne latérale (R) apolaire aliphatique				
Alanine	Ala	A	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Valine	Val	V	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Leucine	Leu	L	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Isoleucine	Ile	I	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	Carbone β chiral
Proline	Pro	P		Acide aminé cyclique, fonction amine secondaire
Méthionine	Met	M	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	δ Méthyl thioéther
Chaîne latérale (R) aromatique				
Phénylalanine	Phe	F		β Phényl
Tyrosine	Tyr	Y		β <i>p</i> -Hydroxyphényl $\text{pK}_a = 10.6$
Tryptophane	Trp	W		β Indolyl

Nom	Codes		Formule (chaîne latérale en couleur)	Remarque
Chaîne latérale (R) polaire non chargée à pH 7				
Sérine	Ser	S	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Thréonine	Thr	T	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	Carbone β chiral
Cystéine	Cys	C	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	β Thiol $\text{pK}_a = 8,2$
Asparagine	Asn	N	$\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Glutamine	Gln	Q	$\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	
Chaîne latérale (R) chargée - à pH 7				
Aspartate	Asp	D	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	β Carboxyle $\text{pK}_a = 3,8$
Glutamate	Glu	E	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	γ Carboxyle $\text{pK}_a = 4,2$
Chaîne latérale (R) chargée + à pH 7				
Lysine	Lys	K	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	ϵ Amine $\text{pK}_a = 10,6$
Arginine	Arg	R	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{NH}_2^+)-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$	δ Guanidino $\text{pK}_a = 12,5$
Histidine	His	H		β Imidazole $\text{pK}_a = 6$

Principales propriétés physiques des aminoacides

- **Stéréochimie** Le carbone alpha portant 4 groupements différents, est asymétrique. Les acides aminés sont donc des molécules chirales. On a deux isomères possibles : l'un de la série D l'autre de la série L. Il existe une exception : la glycine.



Isomère L



Isomère D

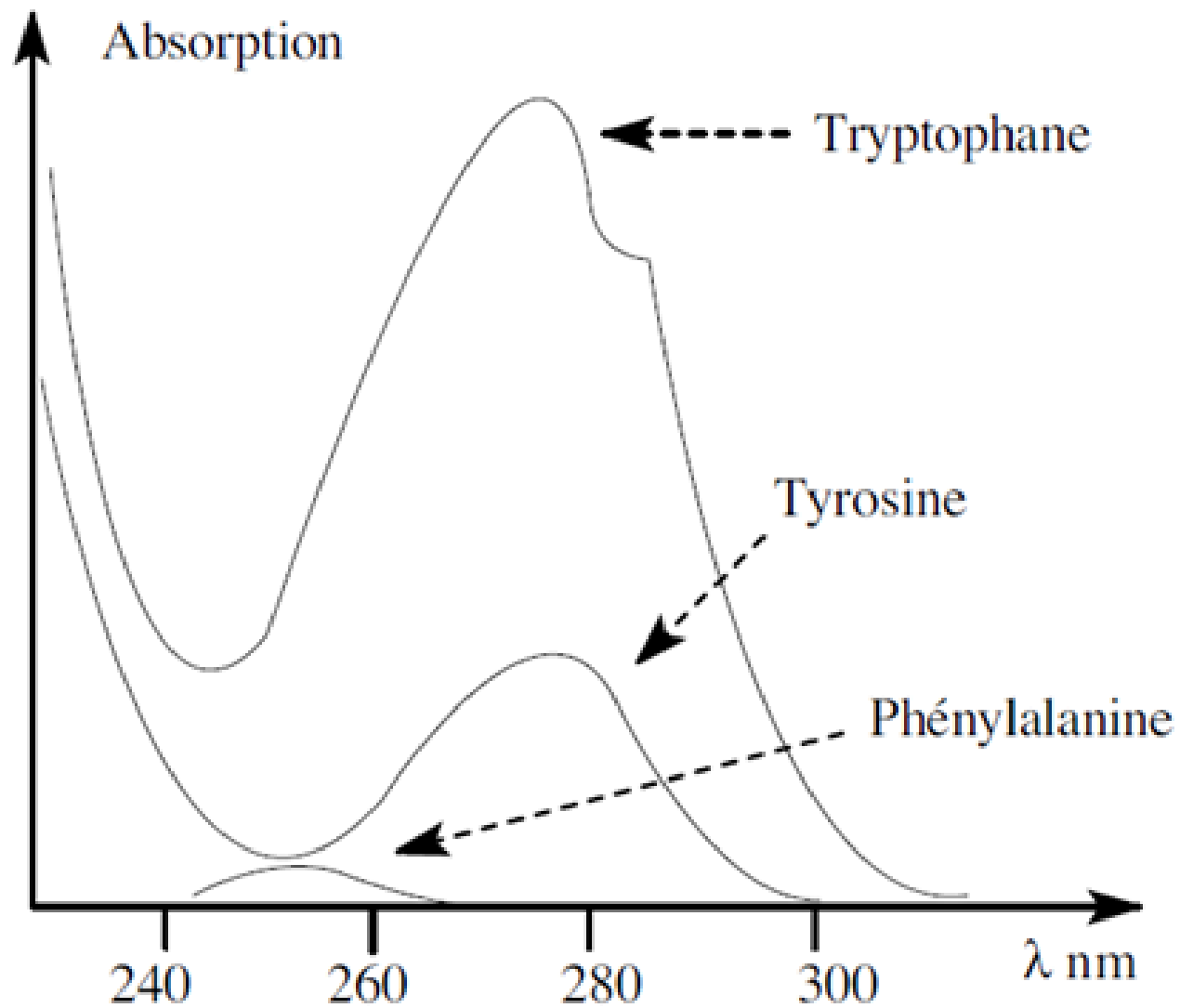
Définition de Chiral

L'adjectif **chiral**, qualifie une structure dépourvue de plan ou de centre de symétrie et qui n'est pas superposable à son image dans un miroir. L'exemple le plus immédiat est donné par le couple main gauche/main droite. Un atome de carbone relié à quatre groupements différents reçoit le nom de **carbone chiral** ou **carbone asymétrique**.

- Absorption dans l'ultraviolet

Les **aminoacides** présentent une absorption importante aux longueurs d'onde inférieures à 230 nm. Certains d'entre eux absorbent entre 250 et 300 nm en raison de la présence, dans leur chaîne R, de chromophores tels que le noyau phényle (Tyr) ou le noyau indole (Trp) permettant ainsi le dosage spectrophotométrique des protéines (**voir figure suivante**).

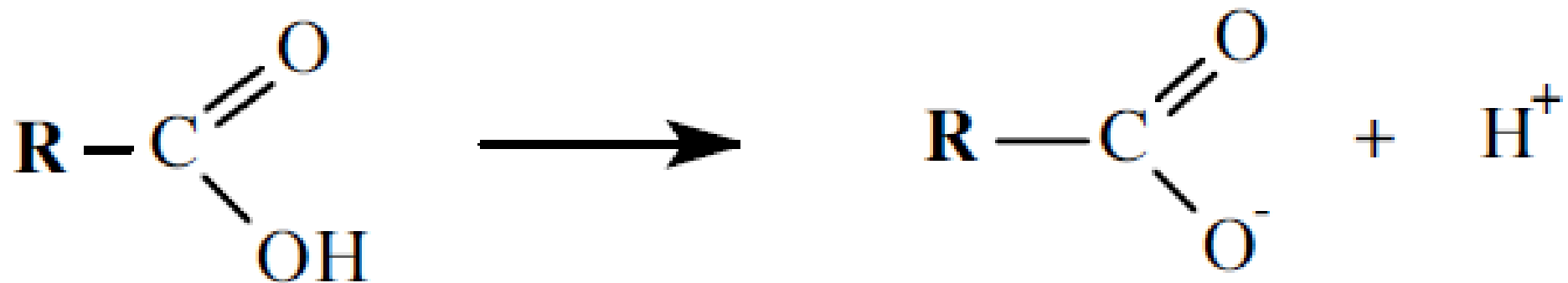
Absorption dans l'ultraviolet



- Ionisation

Tous les acides aminés possèdent au moins 2 groupes ionisables. Le carboxyle et l'amine, ils sont **amphotères** :

Le **groupement carboxyle** d'un acide aminé peut céder un proton et il apparaît un anion:



Le **groupement aminé** peut fixer un proton et former un cation :



Ces deux réactions de dissolutions correspondent à des équilibres auxquels s'applique la loi d'action de masse, de sorte que les proportions d'acides aminés ionisés et non ionisés existant en solution vont dépendre de la concentration en ions H⁺.

On peut donc écrire les deux constantes de dissociation K₁ et K₂, correspondant aux deux équilibres, de la manière suivante:

- $K_1 = \frac{[R-COO^-] [H^+]}{[R-COOH]}$
- $K_2 = \frac{[R-NH_2] [H^+]}{[R-NH_3^+]}$

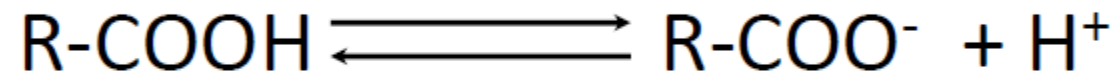
Propriétés physicochimiques

acidobasicité

Les aminoacides possèdent deux fonctions protonables. En solution à pH neutre ils se trouvent sous forme d'ions dipolaires ou **zwitterion**.

L'état d'ionisation d'un aminoacide dépend du pH du milieu.

fonction acide



constante d'équilibre

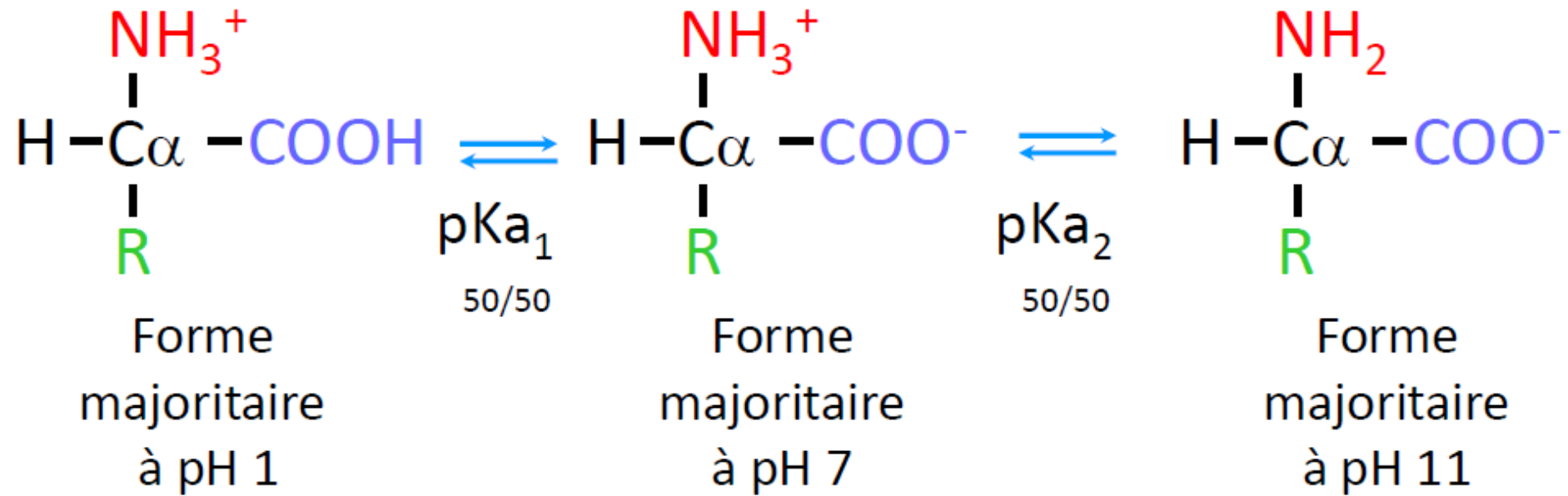
$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{R-COO}^-]}{[\text{R-COOH}]}$$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{R-COO}^-]}{[\text{R-COOH}]}$$

Équation d'Henderson- Hasselbalch

Propriétés physicochimiques

acidobasicité



≈ 2-3

≈ 9-10



Propriétés physicochimiques

hydrophobicité

De par leur composition chimique, certains acides aminés ont tendance à éviter le contact de l'eau.

Ces 4 acides aminés sont dits neutres.

Ce groupe d'acides aminés est dit polaire.

Ces acides aminés sont chargés.

Nom	Index hydrophobicité
Isoleucine	4,5
Valine	4,2
Leucine	3,8
Phénylalanine	2,8
Cystéine	2,5
Méthionine	1,9
Alanine	1,8
Glycine	-0,4
Thréonine	-0,7
Tryptophane	-0,9
Sérine	-0,8
Tyrosine	-1,3
Proline	-1,6
Histidine	-3,2
Glutamate	-3,5
Glutamine	-3,5
Aspartate	-3,5
Asparagine	-3,5
Lysine	-3,9
Arginine	-4,5

Échelle d'hydrophobicité

selon Kyte et Doolittle (1982)

Journal of Molecular Biology 157, 105-132