



Faculté de médecine d'Alger
Département de médecine dentaire
Année universitaire 2022/2023



Les acides aminés

partie 2

Dr Rachid.N
Cours de 1 ère année médecine dentaire

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

1. Propriétés physiques

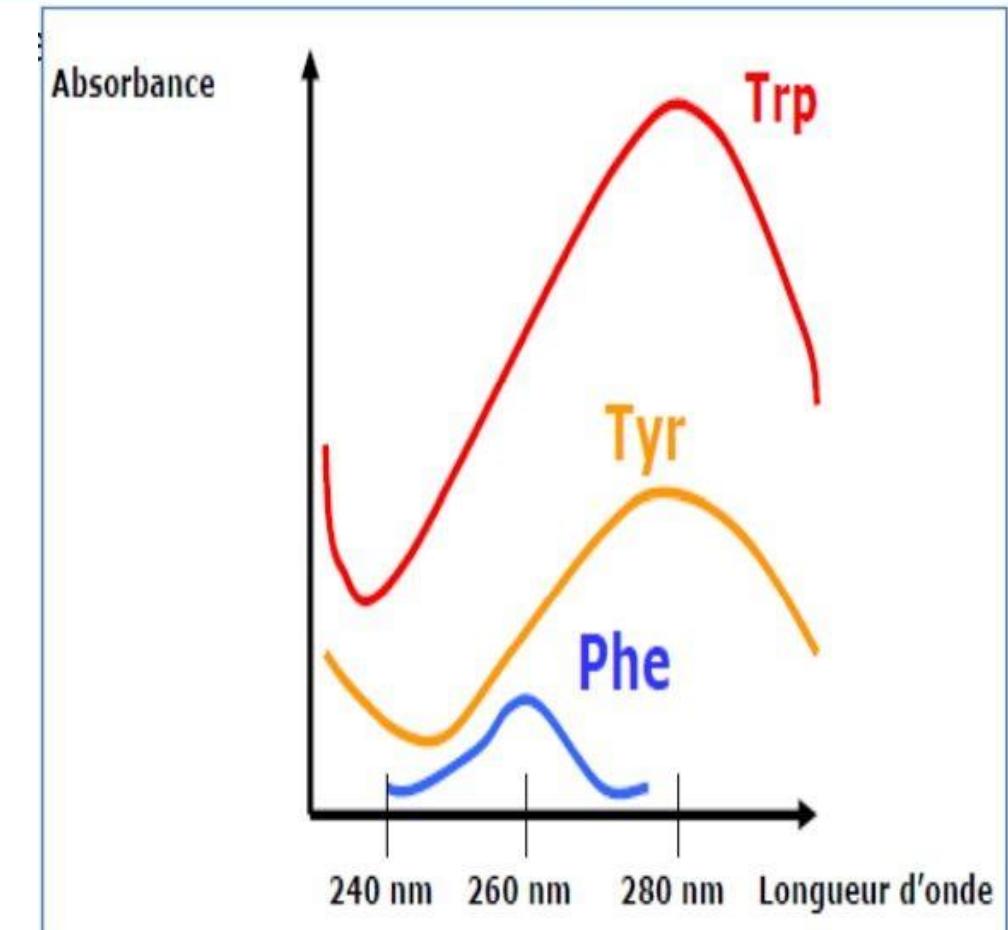
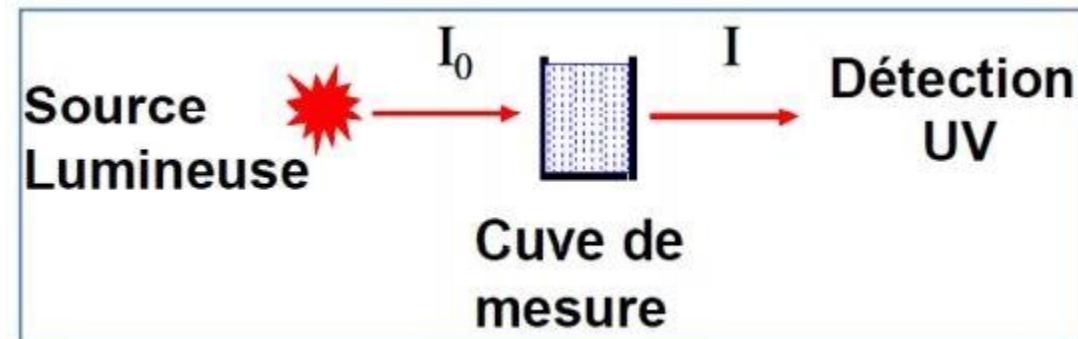
C. Propriétés spectrales : coloration et absorption de lumière

Les solutions d'acides aminés sont incolores
= n'absorbent pas la lumière visible

La plupart des AA absorbent à une $\lambda < 230$ nm (UV lointains)

Les AA aromatiques absorbent dans UV proche: **280 nm pour la tyrosine et le tryptophane, 260 nm pour la phénylalanine**

Utile pour repérer la présence de protéines, le dosage des aminoacides aromatiques par spectrophotométrie



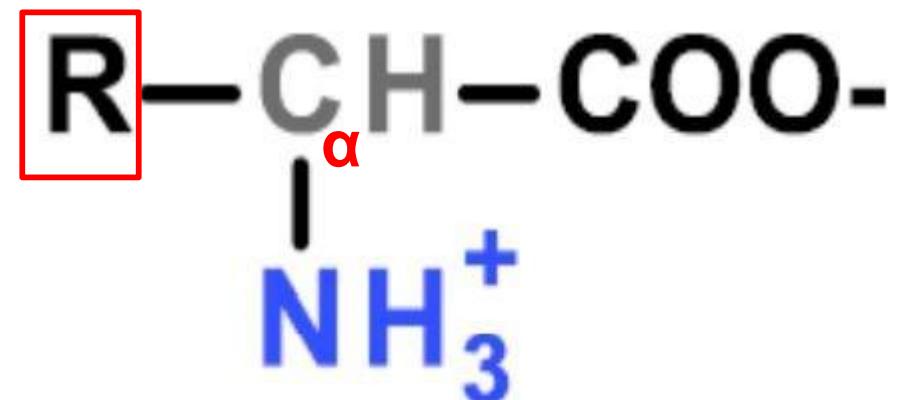
1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Les aminoacides possèdent deux groupements ionisables en solution et à un pH déterminé

- La fonction acide (**-COOH**)
- La fonction basique (**-NH₂**)

Ces groupement sont situés sur le **carbone α** et pour certains aminoacides aussi dans la **chaine latérale**.



1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Ils peuvent agir comme des **acides** et comme des **bases** :

Acide : Par la fonction acide (**-COOH**) en cédant un **proton (H⁺)** et en ce chargeant négativement (**-COO⁻**)

Base : par la fonction basique (**-NH₂**) en acceptant un **proton (H⁺)** et en ce chargeant positivement (**-NH₃⁺**)

Les acides aminés sont donc des molécules **amphotères**.

1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Notion de pH_i = pH isoélectrique :

Tous les acides aminés possèdent un pH isoélectrique ou pH_i

pH_i = pH pour lequel l'acide aminé en solution à une **charge nette nulle** (somme des charges intramoléculaires est nulle).

L'acide aminé apparaît à ce pH comme étant neutre (alors qu'il a au moins deux charges intra moléculaires réalisant **un zwittérion**).

Le zwittérion possède autant de charges positives que de charges négatives, par

- Le groupement carboxylique chargé négativement
- Le groupement aminé, chargé positivement
- Les groupements ionisables de leurs chaînes latérales

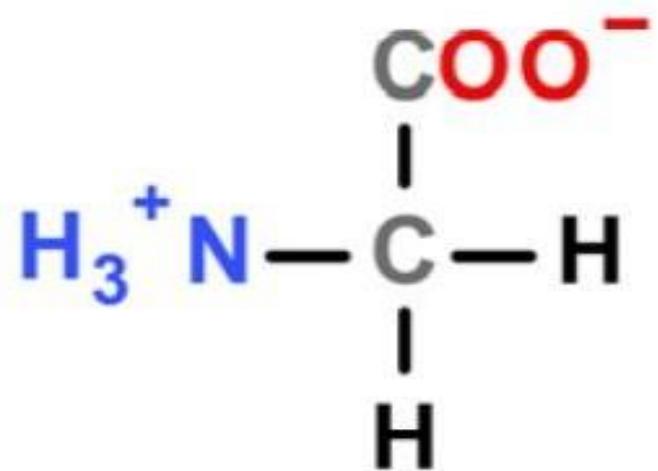
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

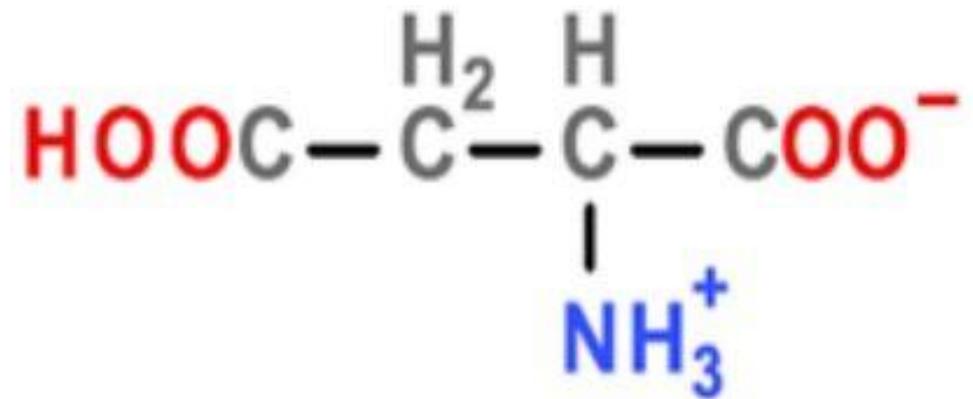
Notion de pH_i = pH isoélectrique :

Exemples :



Glycine

pH_i = 6



Acide aspartique

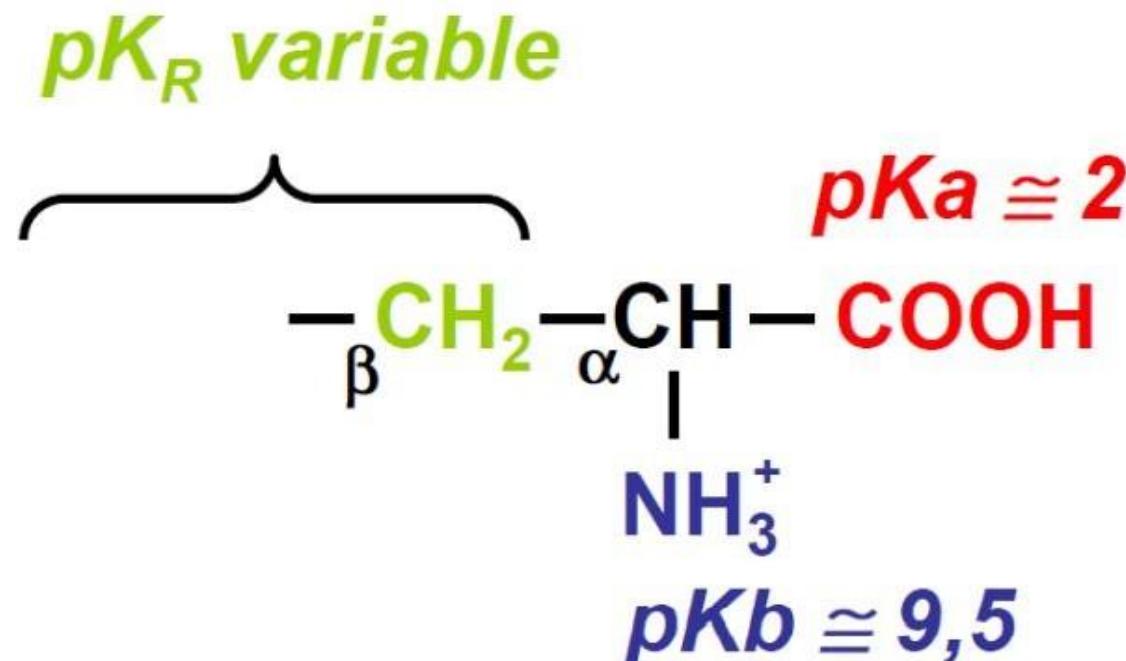
pH_i = 3

1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Notion de pK_b , pK_a et pK_r :

$pK = \text{pH de demie-dissociation} = \text{pH à partir duquel 50% du groupement est ionisé et 50% non ionisé}$

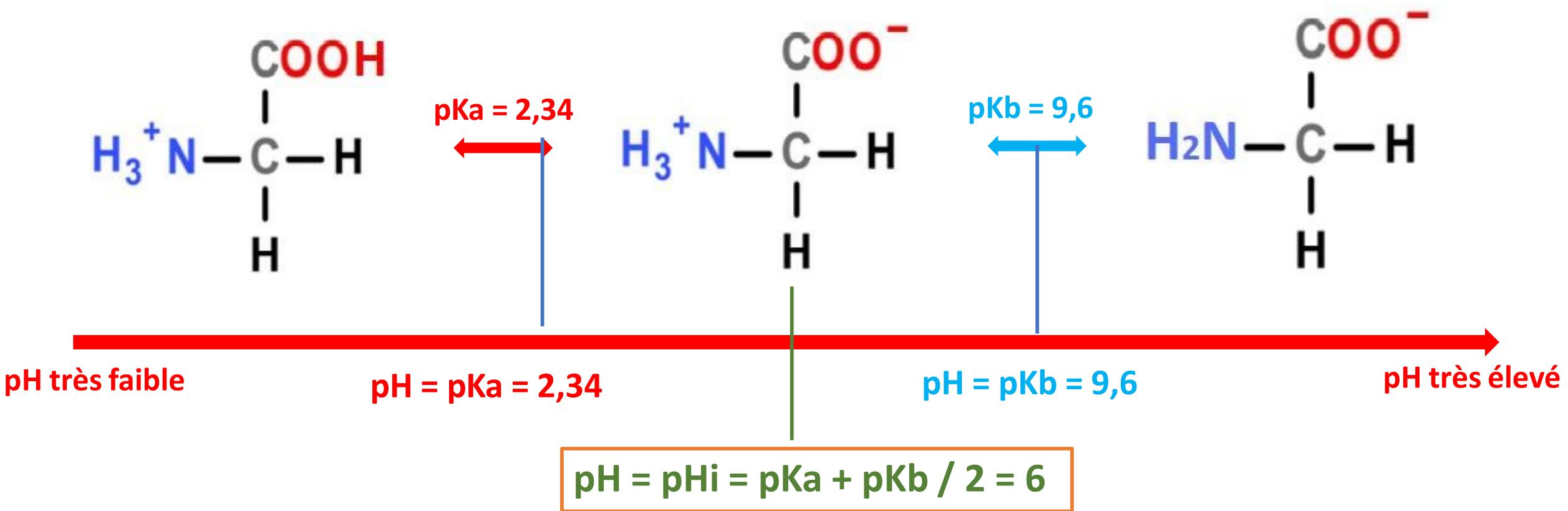


PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Exemple glycine : $pK_a = 2,34$ $pK_b = 9,6$ pK_r = inexistant

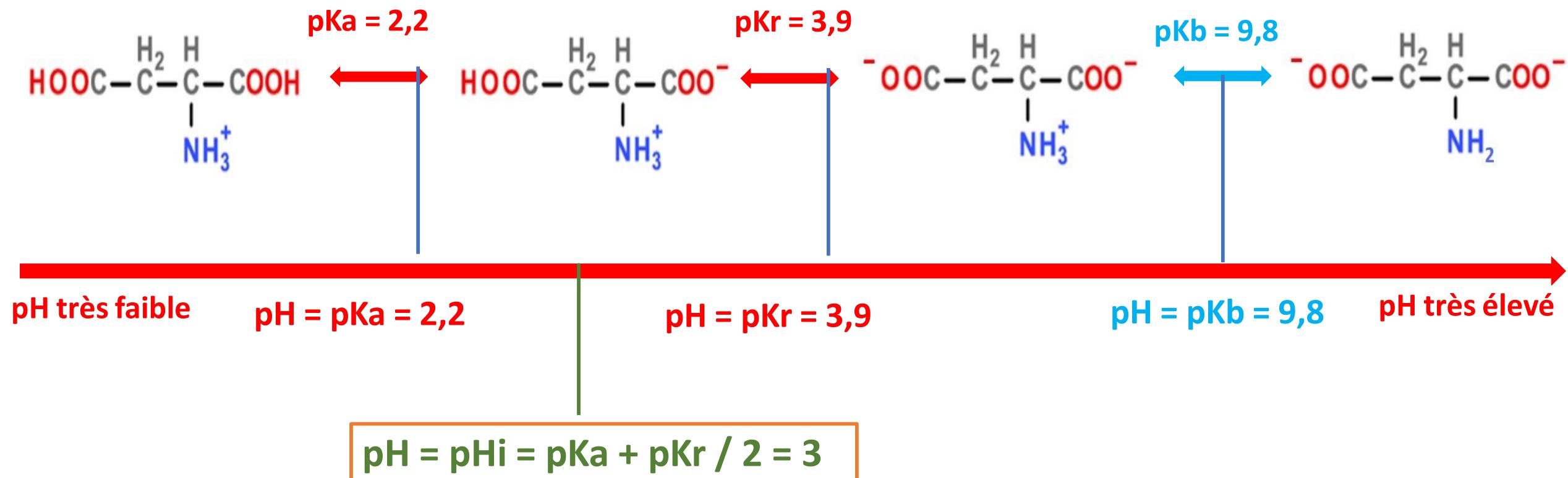


PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Exemple acide glutamique : $pK_a = 2,2$ $pK_b = 9,8$ $pK_r = 3,9$



1. Propriétés physiques

D. Ionisation des acides aminés (propriété acido-basique)

Récapitulatif

Le point isoélectrique (pHi) est le pH où un Aa se trouve dans sa forme neutre .

A un pH supérieur au point isoélectrique, les acides aminés forment des **anions(-)** et **au dessous de ce pH, forment de cations(+)**.

- Le pHi pour les acides aminés neutres va de **pH 4,8 à 6,3**.
- Pour les acides aminés basiques, le pHi s'étende de **7,8 à 10,8**.
- Pour les acides aminés acides, le pHi va de **2,7 à 3,2**.

Le pHi est utilisé dans plusieurs procédés des séparation et de sélection des acides aminés

Constantes caractéristiques des différents Aa

Code	Abrév.	Acide aminé	pK _a (α-COOH)	pK _b (α-NH ₃)	pKr (chaîne latérale)	pHi	Masse molaire	(% protéines humaines)
A	Ala	Alanine	2,35	9,87	-	6,01	89	7,8
C	Cys	Cystéine	1,92	10,70	8,18	5,05	121	1,9
D	Asp	Acide aspartique	1,99	9,90	3,90	2,85 ←	133	5,3
E	Glu	Acide glutamique	2,10	9,47	4,07	3,15 ←	147	6,3
F	Phe	Phénylalanine	2,20	9,31	-	5,49	165	3,9
G	Gly	Glycine	2,35	9,78	-	6,06	75	7,2
H	His	Histidine	1,80	9,33	6,04	7,60 ←	155	2,3
I	Ile	Isoleucine	2,32	9,76	-	6,05	131	5,3
K	Lys	Lysine	2,16	9,06	10,54	9,60 ←	146	5,9
L	Leu	Leucine	2,33	9,74	-	6,01	131	9,1
M	Met	Méthionine	2,13	9,28	-	5,74	149	2,3
N	Asn	Asparagine	2,14	8,72	-	5,41	132	4,3
P	Pro	Proline	1,95	10,64	-	6,30	115	5,2
Q	Gln	Glutamine	2,17	9,13	-	5,65	146	4,2
R	Arg	Arginine	1,82	8,99	12,48	10,76 ←	174	5,1
S	Ser	Sérine	2,19	9,21	-	5,68	105	6,8
T	Thr	Thréonine	2,09	9,10	-	5,60	119	5,9
U	Sec	Sélénocystéine			5,73		168	-
V	Val	Valine	2,39	9,74	-	6,00	117	6,6
W	Trp	Tryptophane	2,46	9,41	-	5,89	204	1,4
Y	Tyr	Tyrosine	2,20	9,21	10,46	5,64	181	3,2

2. Propriétés chimiques

A. Propriétés de la fonction carboxylique (-COOH)

- Estérification par un alcool
- Formation d'amide (liaison peptidique)
- Réaction de décarboxylation

B. Propriétés liées au groupe amine (-NH₂)

- Formation d'imine « base de Schiff » : réaction avec un aldéhyde
- N-Acylation
- N-Arylation : réaction avec le 1-fluoro 2,4- dinitrobenzéne
- Dansylation
- Carbamylation : réaction avec le phénylisothiocyanate
- Désamination, transamination
- Réaction avec la ninhydrine : désamination oxydative

C. Propriétés des chaînes latérales

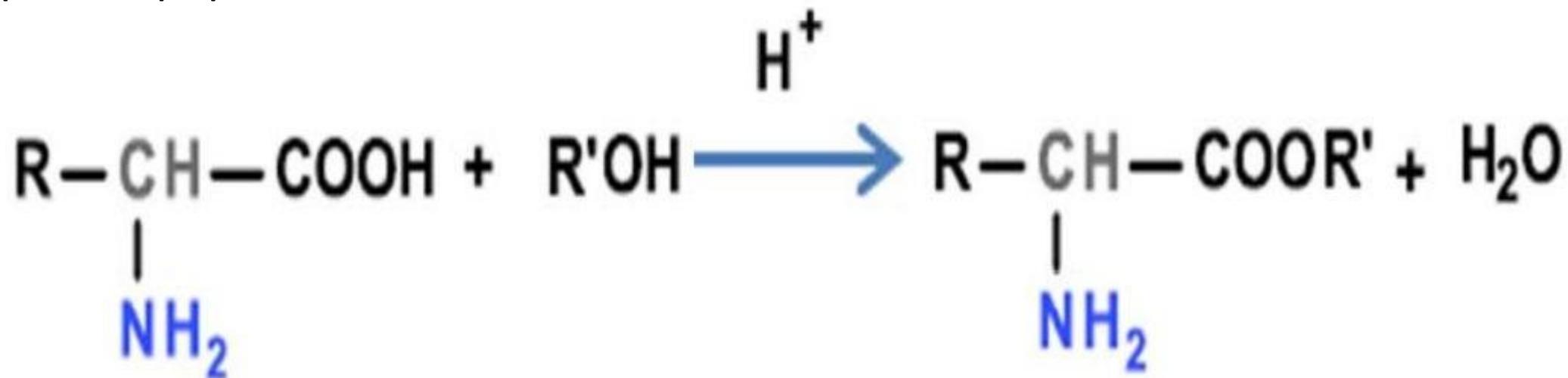
2. Propriétés chimiques

A. Propriétés de la fonction carboxylique (-COOH)

- **Estérification par un alcool**

En milieu acide et présence d'alcool les acides aminés forment **des esters**.

Ces esters **sont volatils**, et sont utilisés pour la séparation des aminoacides par **chromatographie en phase gazeuse (esters butyliques)**. Utilisés aussi dans la synthèse chimique des peptides.



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

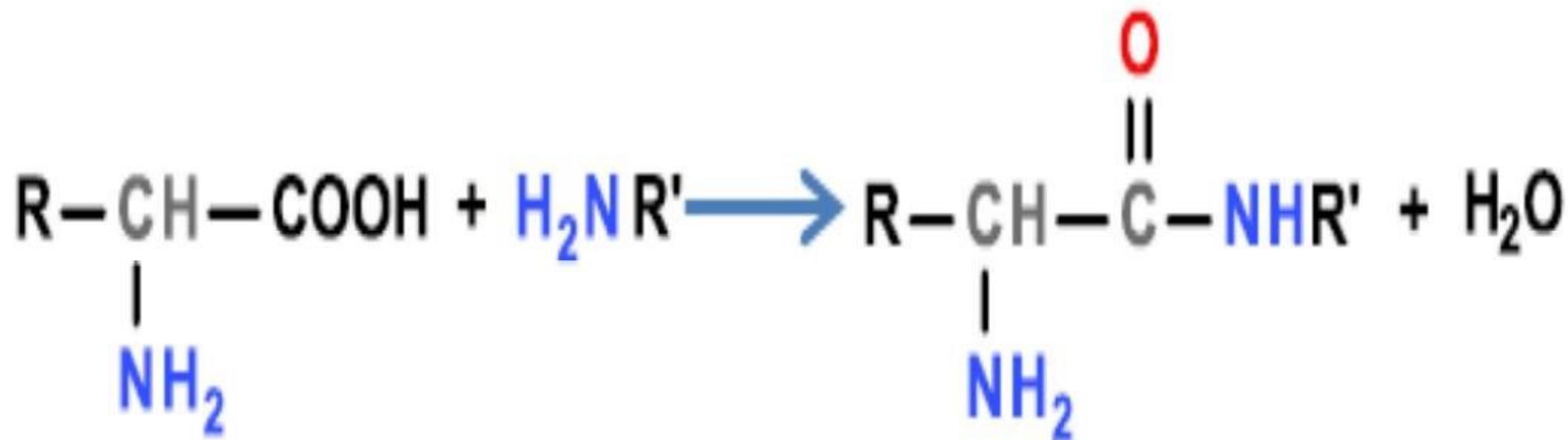
2. Propriétés chimiques

A. Propriétés de la fonction carboxylique (-COOH)

- Formation d'amide = amidification (liaison peptidique)

La fonction carboxylique des acides aminé réagit avec un groupement **amine** pour former un **amide**. Si le groupement amine appartient à un autre acide aminé, il y aura formation d'une **liaison peptidique**.

Dans l'organisme, cette réaction d'amidification se fait généralement par des **enzymes spécifiques**



2. Propriétés chimiques

A. Propriétés de la fonction carboxylique (-COOH)

• La décarboxylation

Correspond au remplacement du groupement carboxylique par un hydrogène pour former **une amine**.

Cette réaction peut être **chimique ou enzymatique**.

Elle est la base de la formation de dérivés d'intérêt biologique, exemples :

- Décarboxylation de la sérine : donne **l'éthanolamine** (précurseur de la choline)
- Décarboxylation de l'histidine : donne l'histamine (vasodilatateur intervenant dans les réactions d'allergie ou d'inflammation)
- Décarboxylation de l'acide glutamique : donne 4-aminobutanoïque ou "GABA" (neurotransmetteur).



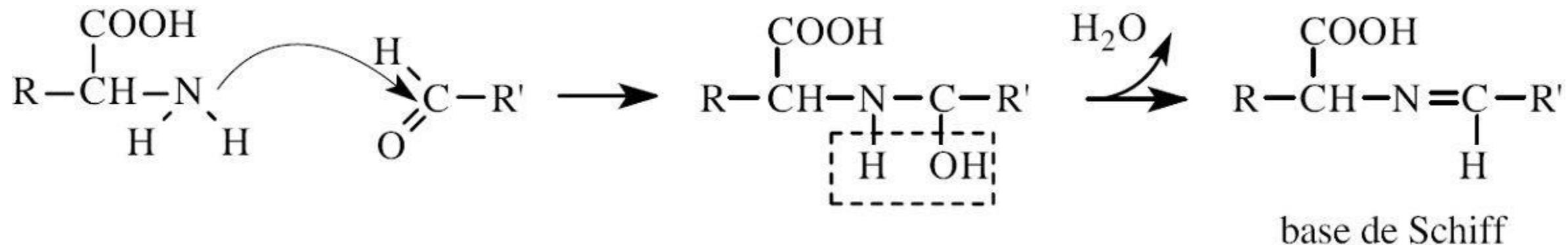
2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- Formation d'imine « base de Schiff »

Les groupes ($-NH_2$) des acides aminés réagissent facilement avec les aldéhydes pour former des molécules appelées « bases de Schiff ». Cette réaction peut avoir lieu avec tous les AA;

Sauf la proline qui contient une fonction amine secondaire et qui ne peut pas réagir avec les aldéhydes.



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

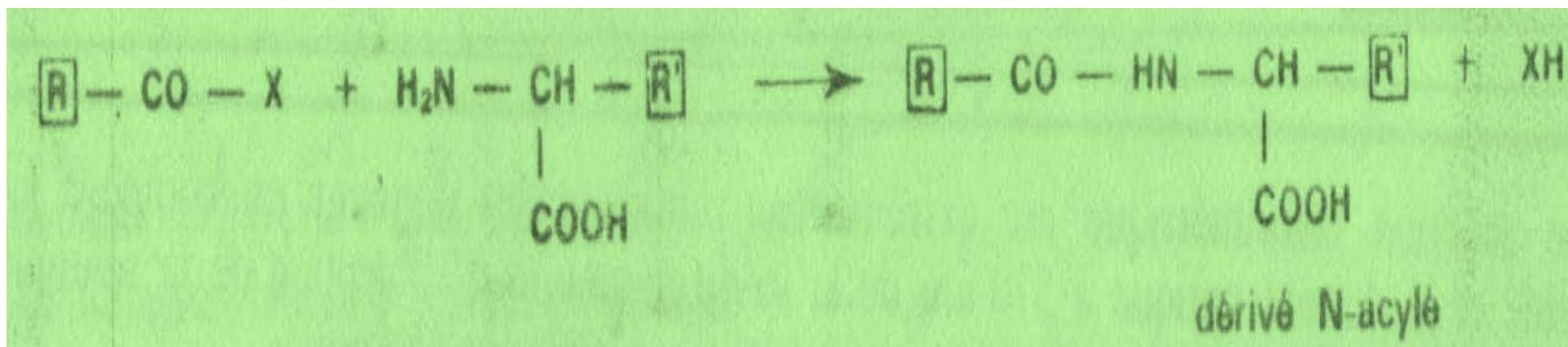
2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

• N-acylation

Un groupement acyle est un groupement fonctionnel obtenu en enlevant le groupement hydroxyle d'un acide carboxylique. (**R-CO⁻**)

Les groupes (-NH₂) des acides aminés réagissent avec les halogénures d'acyle (R-CO-Cl, R-CO-Br, R-CO-F), pour former des dérivés N-acylés



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

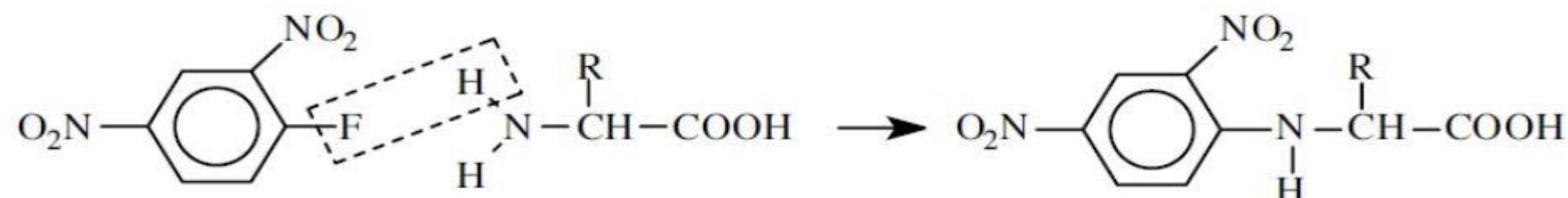
- N-arylation : réaction avec le 1-fluoro-2,4-dinitrobenzen (FDNB) (réactif de SANGER)

N-arylation : substitution d'un **H** de la fonction amine (-NH₂) par un groupement **aryle (aromatique)**.

Le **1-fluoro-2,4-dinitrobenzene (FDNB)** réagit en milieu alcalin et à chaud avec les fonctions amines des aminoacides pour former un **dérivé N-2,4-dinitrophénylé coloré en jaune**.

Ce dérivé N-2,4-dinitrophénylé est facile à identifier par chromatographie et doser par spectrophotométrie à 360 nm.

Cette réaction a permis à Frederik SANGER (1953) d'établir la première structure primaire d'une protéine : l'insuline.



fluoro-2,4-dinitrobenzène
FDNB (réactif de Sanger)

2,4-dinitrophényl aminoacide
DNP aminoacide
Couleur **jaune**

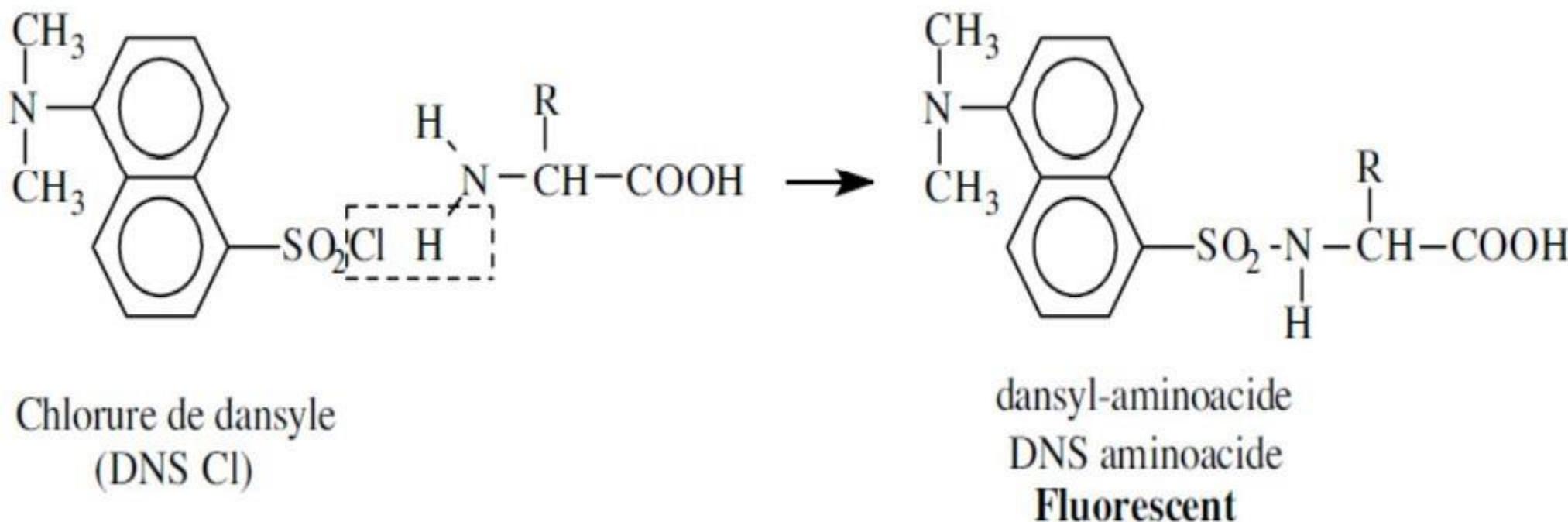
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- Dansylation : réaction avec le chlorure de dansyle (DNS Cl)

L'action du **chlorure de dansyle (1-diméthyl-amino-naphtalène5-sulfonyle)** donne un **DNS aminoacide** stable et **fluorescent**



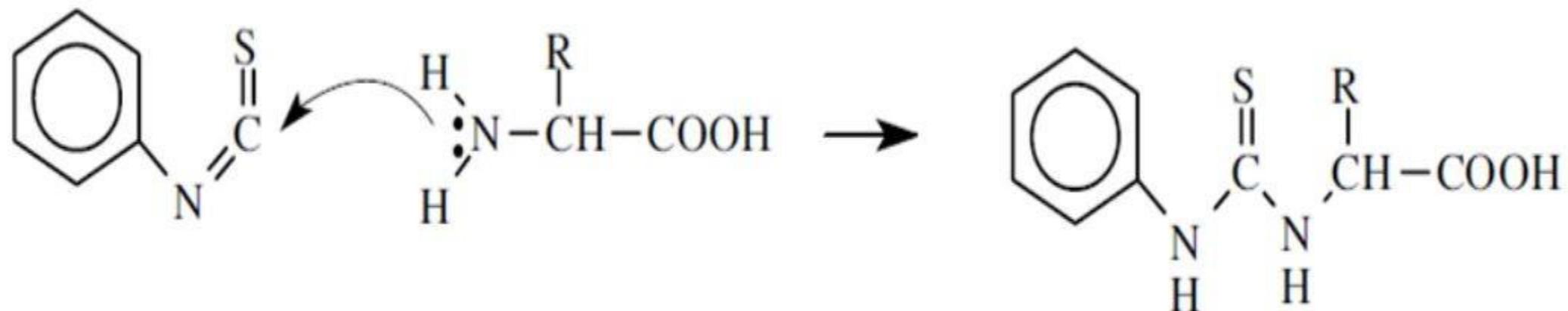
2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- Carbamylation : réaction du phénylisothiocyanate (réactif d'EDMAN)

La carbamylation avec le **phénylisothiocyanate (PTC)**, à un pH basique de 9, donne un dérivé **phénylthiohydantoineaminoacide (PTH-aminoacide)** qui est facilement séparable par chromatographie et qui absorbe dans l'UV.

Cette réaction est utilisée dans le séquençage des protéines.



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

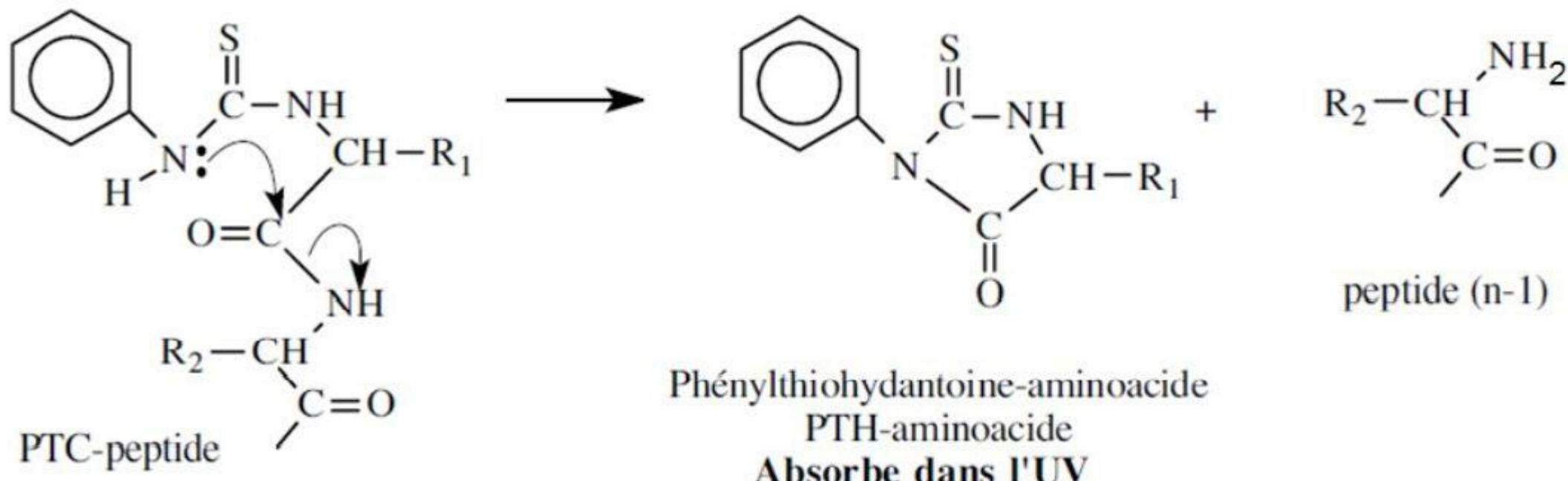
2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- **Carbamylation : réaction du phénylisothiocyanate (réactif d'EDMAN)**

La réaction avec l'Aa terminal d'une protéine (n Aa) libère un PTH-aminoacide et une protéine amputée de son Aa N-terminal (n-1) aminoacides:

En répétant le processus, on peut déterminer la structure primaire de la protéine (**dégradation récurrente d'Edman**).

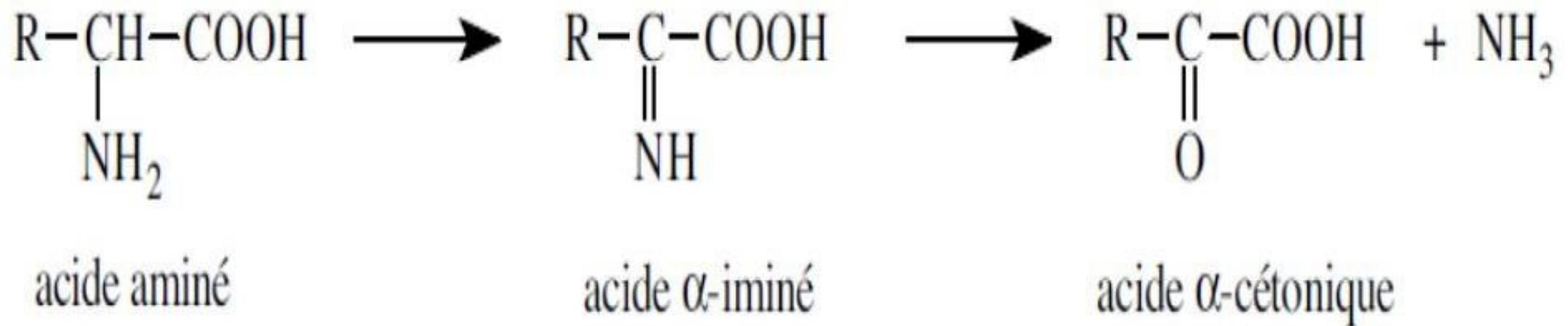


2. Propriétés chimiques

B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- **Désamination**

Réaction au cours de laquelle, l'acide aminé perd son groupement amine sous forme de NH₃.



PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

2. Propriétés chimiques

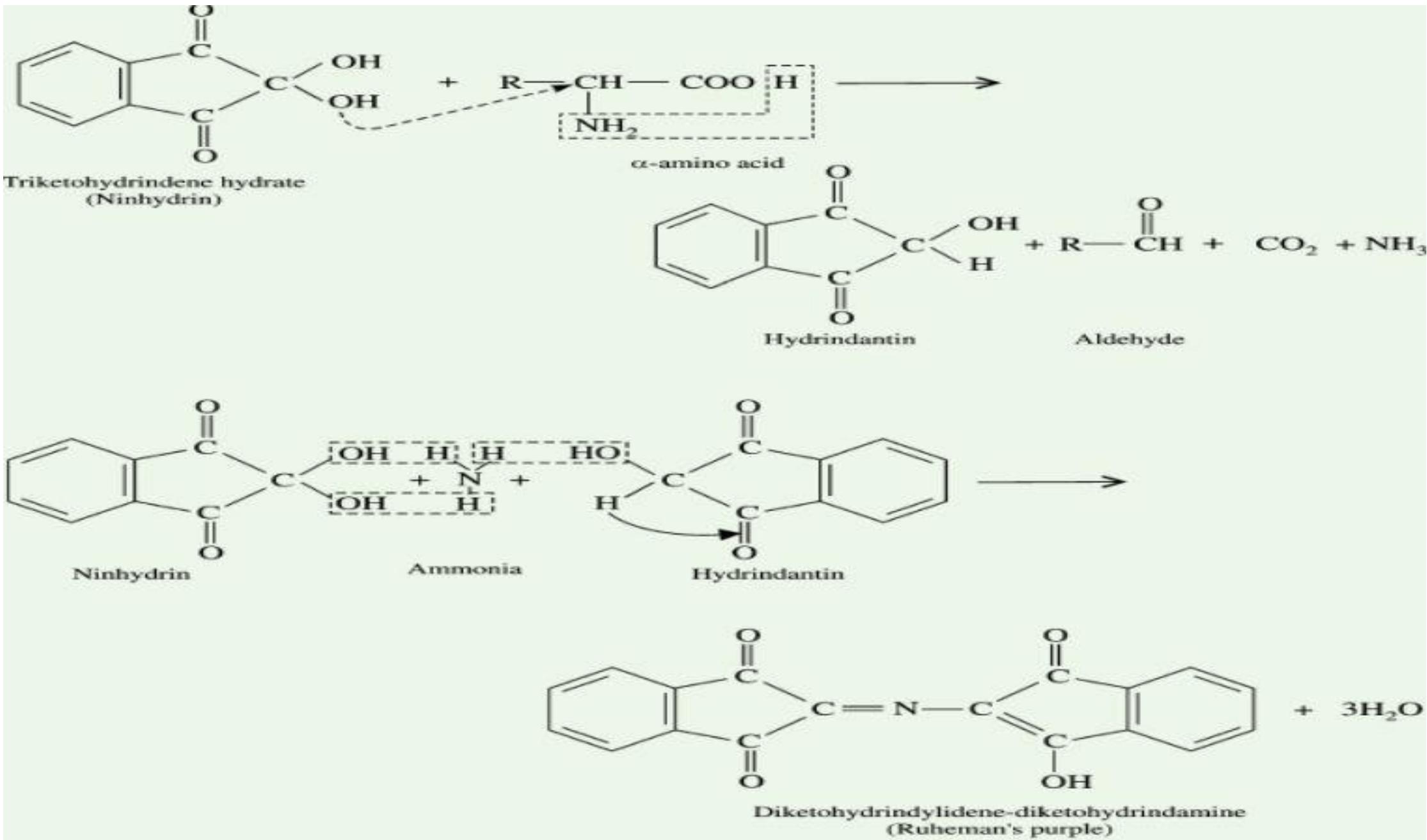
B. Propriétés de la fonction amine (-NH₂)

- **Réaction avec la ninhydrine**

Très connue et très utilisée, la réaction donne un produit :

- **violet pour les amines primaires (tous les AA sauf la Pro).**
- **jaune pour les amines secondaires (Proline).**

Intérêt : révélation et dosage des acides aminés.



2. Propriétés chimiques

C. Propriétés de la chaîne latérale

Ces propriétés sont celles des fonctions portées par la chaîne latérale.

- **Groupement thiol**

- Oxydation des SH : formation de **ponts disulfures**, et oxydation de la cystéine en **cystine**.

- **Fonction alcool de la sérine et la thréonine, la fonction phénol de la tyrosine aussi**

- Phosphorylation par l'acide phosphorique: formation d'un ester phosphate

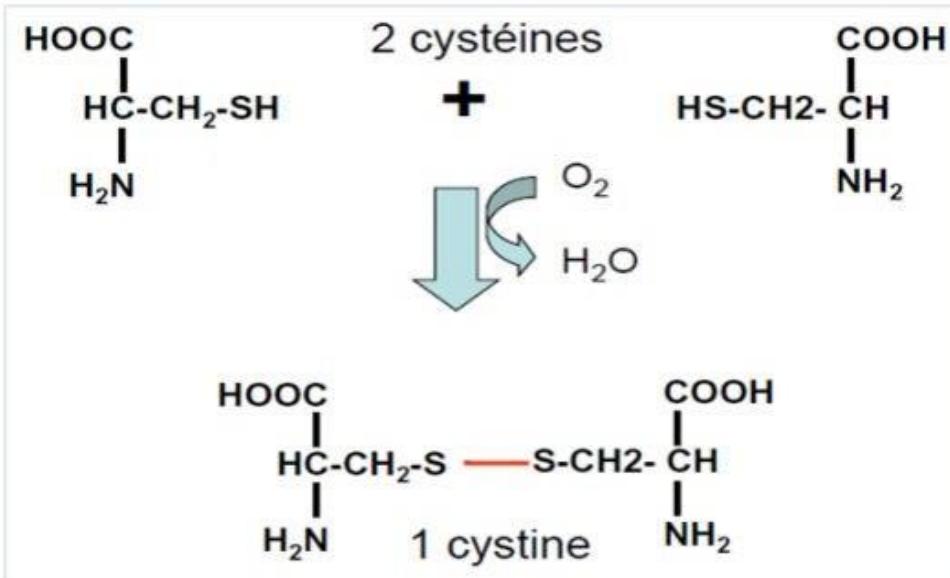
- O-Glycosylation

- **Fonction amide**

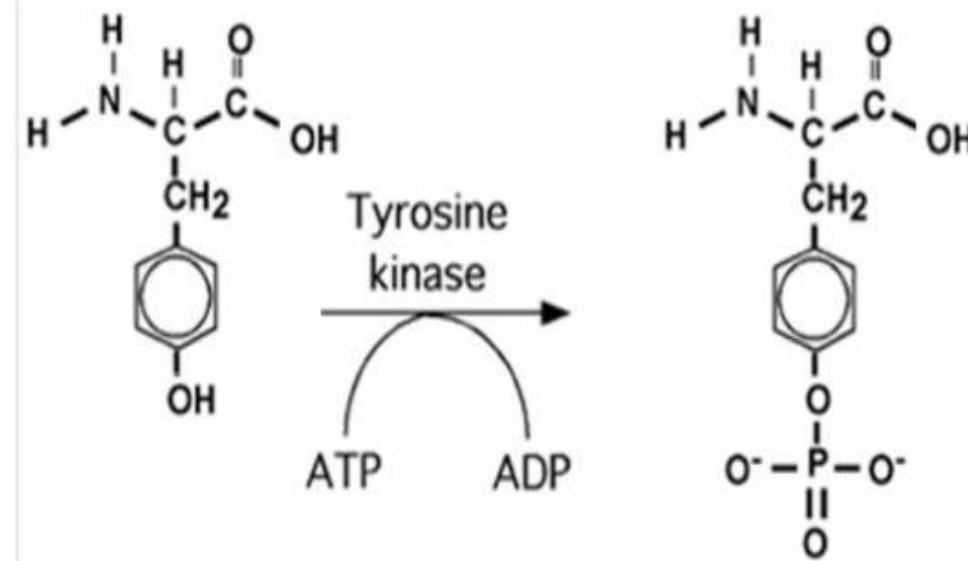
- N-Glycosylation

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

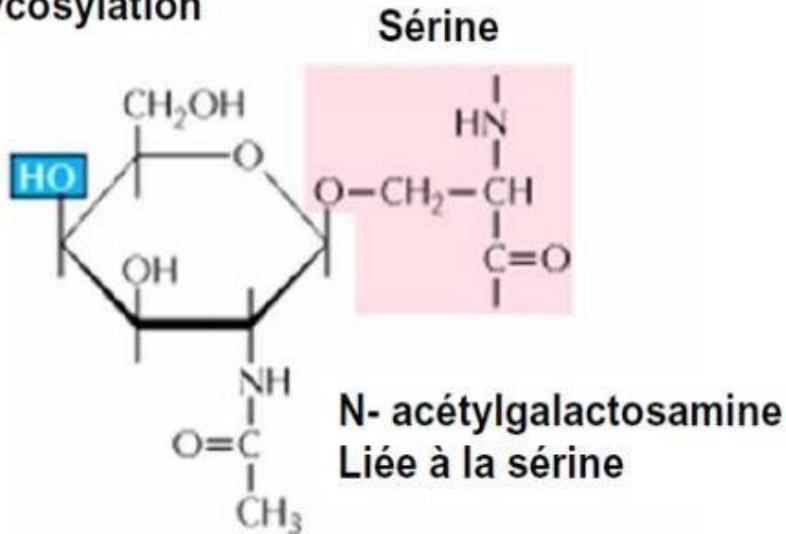
Formation de pont disulfure



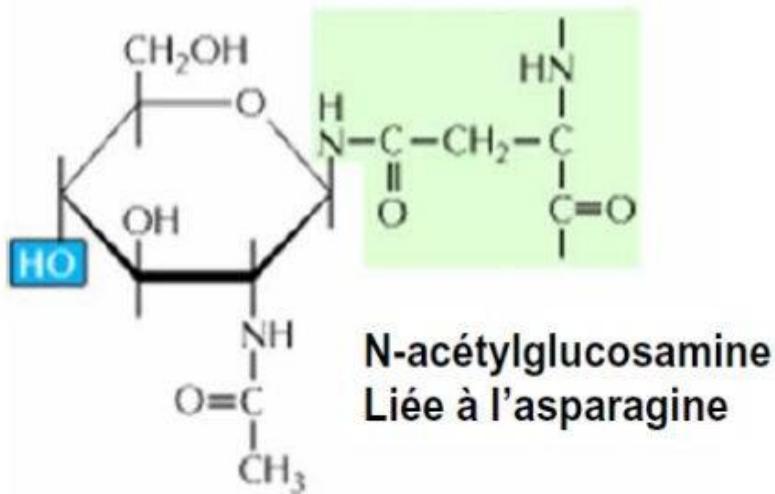
Phosphorylation de la tyrosine



O-Glycosylation



N-Glycosylation



Asparagine

N-acetylglucosamine
Liée à l'asparagine