

UE1 : Biomolécules (1) : Acides aminés et protéines

Chapitre 1

Les acides aminés :

Structures

Professeur Michel SEVE

Année universitaire 2011/2012

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

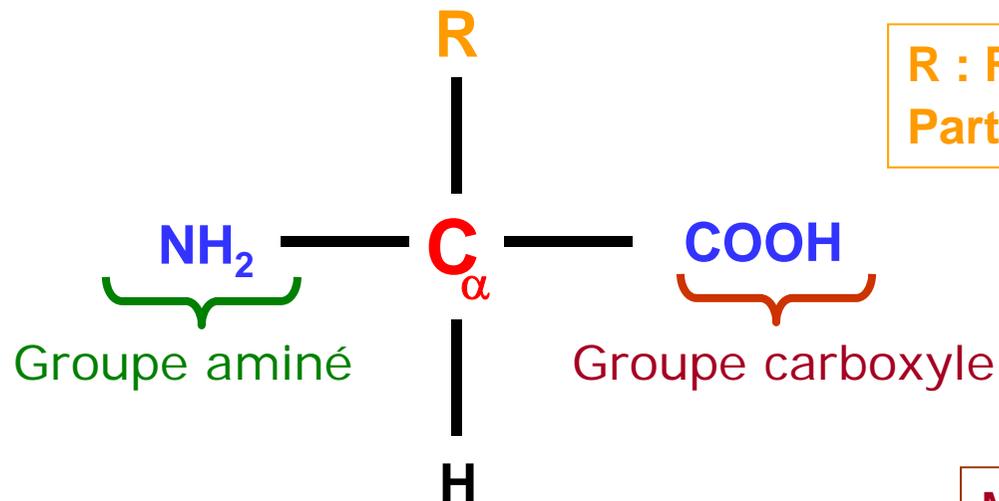
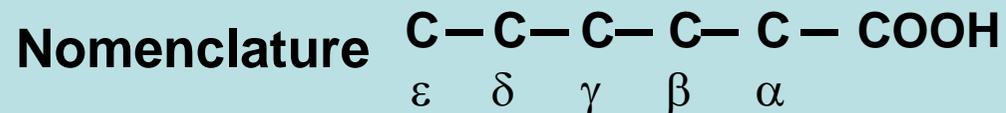
Les acides aminés: Définition

- **Acides organiques contenant un groupement amine.**
- **Les plus communs des acides aminés sont les acides α -aminés**
- **Les plus communs des acides α -aminés sont ceux de la série L.**
- **Seulement 21 acides α -aminés L sont utilisés pour produire les protéines (il existe un 22^{ème}, la pyrrolysine, chez les bactéries méthanogènes).**

- **Il existe quelques rares exceptions:**
 - - Dans les protéines de la membrane bactérienne qui contiennent quelques acides aminés de la série D (D-Alanine et D-glutamine)
 - - **Des acides aminés modifiés** comme l'hydroxylysine ou l'hydroxyproline dans le collagène.

Structure des acides α -aminés

Les acides α -aminés (AA) ont un **motif structural commun** :



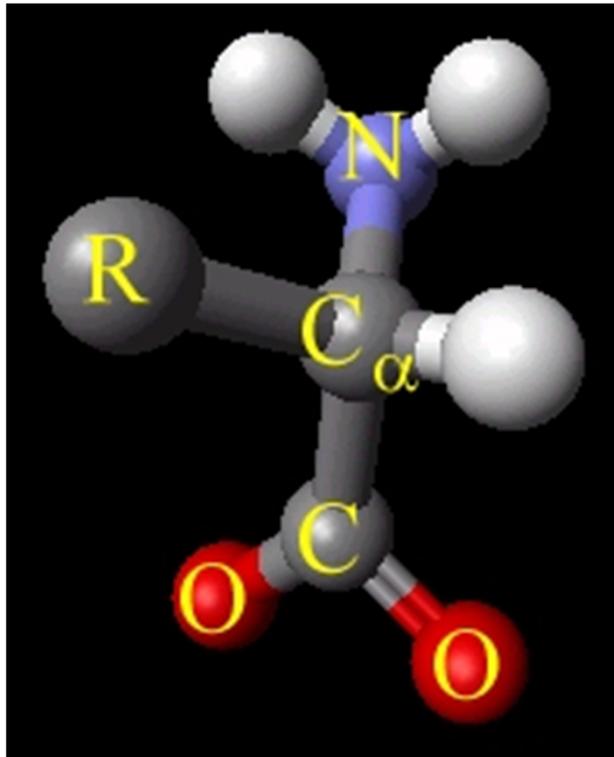
R : Radical ou chaîne latérale.
Partie variable des AA.

$\text{AA}_\alpha \rightarrow \text{NH}_2$ et COOH portés
par le même C.

Molécule amphotère.

Dans les protéines : **21 groupes R \rightarrow 21 AA.**

Stéréochimie des acides α -aminés

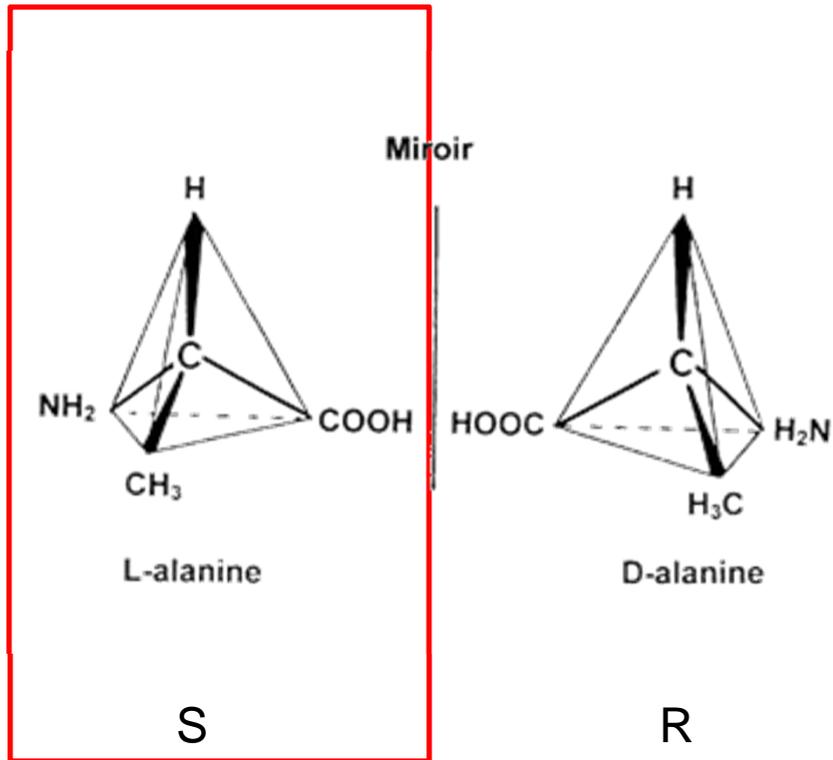


La plupart des acides aminés sont des molécules chirales car ils contiennent un carbone asymétrique.

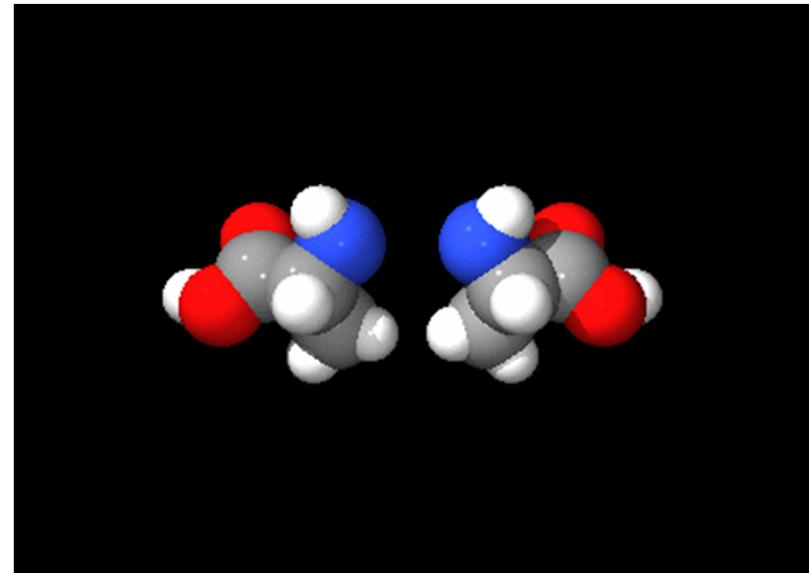
Ce carbone, centre de la chiralité est lié à quatre substituants différents.

Seule la glycine ne comporte pas de carbone asymétrique et n'est donc pas une molécule chirale.

Les acides aminés des protéines chez l'homme sont de la série L



Cahn Ingold Prelog



D- et L- Alanine

Les différents acides α -aminés

- **21 acides aminés** incorporés dans les protéines lors de la traduction:

Alanine	Arginine	Asparagine
Acide Aspartique	Cystéine	Glutamine
Acide Glutamique	Glycine	Histidine
Isoleucine	Leucine	Lysine
Méthionine	Phénylalanine	Proline
Sélocystéine	Sérine	Thréonine
Tryptophane	Tyrosine	Valine

- D'autres acides aminés sont retrouvés par modifications enzymatiques des protéines: hydroxyproline, hydroxylysine, phosphosérine...
- Il existe 20 autres acides aminés impliqués dans des voies métaboliques: méthyl-histidine, homocystéine, acide gamma hydroxybutyrique...

Codage des acides aminés

Nom	Code à 1 lettre	Code à 3 lettres
Alanine	A	Ala
Arginine	R	Arg
Acide Aspartique	D	Asp
Asparagine	N	Asn
Cystéine	C	Cys
Glutamine	Q	Gln
Acide Glutamique	E	Glu
Glycine	G	Gly
Histidine	H	His
Isoleucine	I	Ile
Leucine	L	Leu
Lysine	K	Lys
Méthionine	M	Met
Phénylalanine	F	Phe
Proline	P	Pro
Sélénocystéine	U	Sec
Sérine	S	Ser
Thréonine	T	Thr
Tryptophane	W	Trp
Tyrosine	Y	Tyr
Valine	V	Val

1 - ACIDES AMINÉS À CHAINES LATÉRALES ALIPHATIQUES

G - GLY

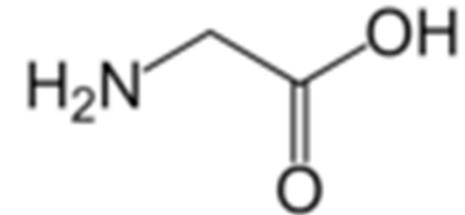
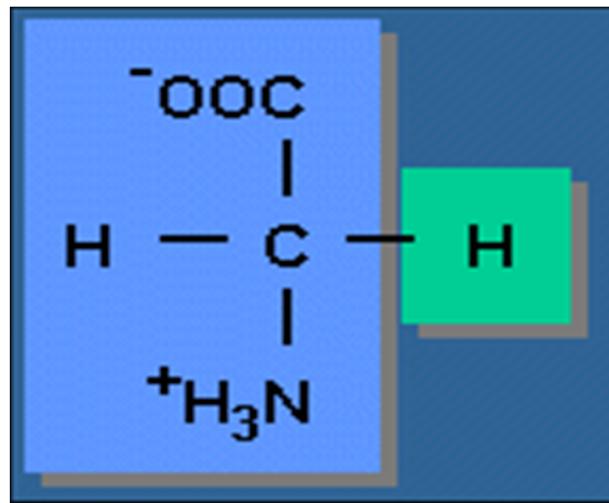
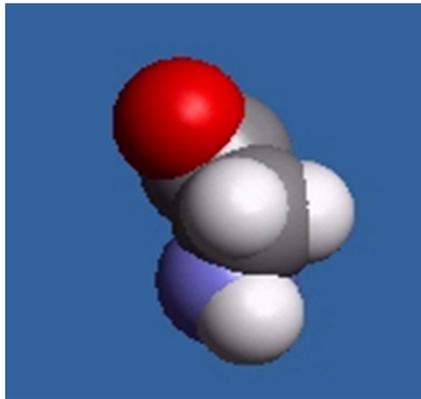
V - VAL

I - ILE

A - ALA

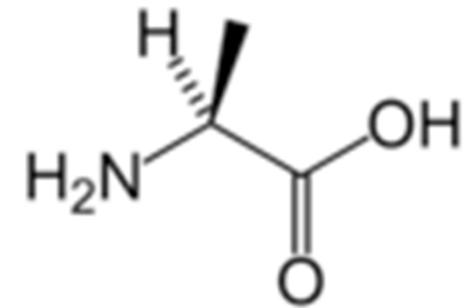
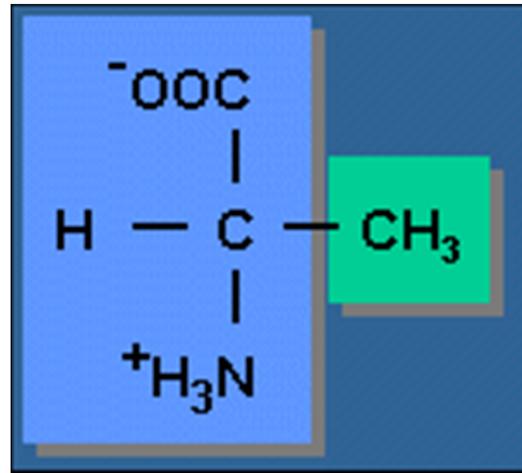
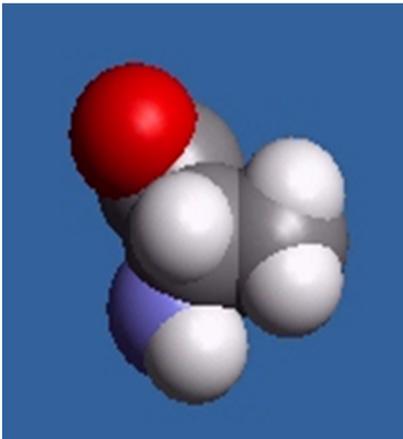
L - LEU

Glycine (G ou GLY)



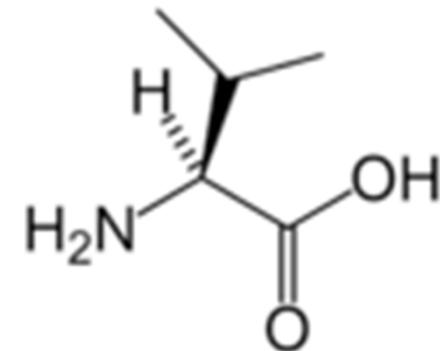
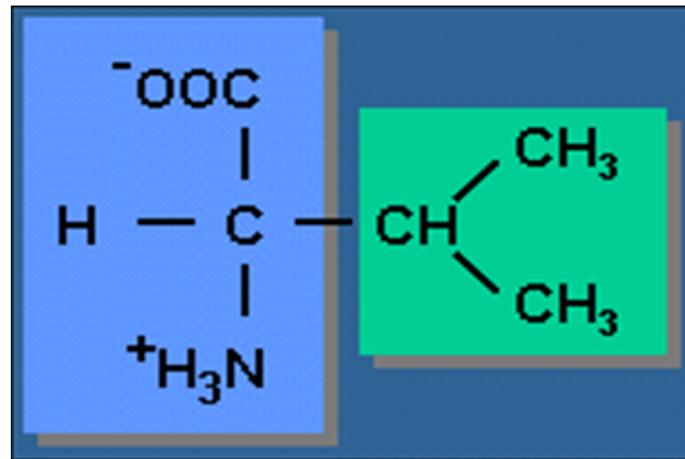
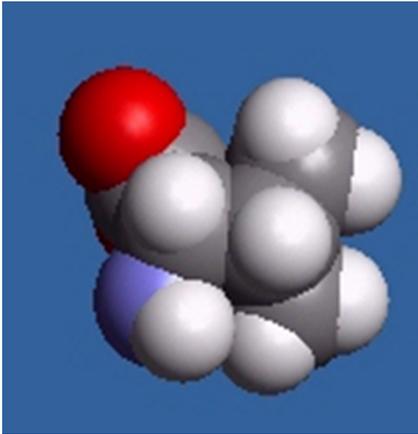
- Chaîne latérale la plus simple, un hydrogène
- Classé dans les aliphatiques par défaut
- Pas de carbone asymétrique
- Acide aminé ayant la plus petite masse moléculaire
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Alanine (A ou ALA)



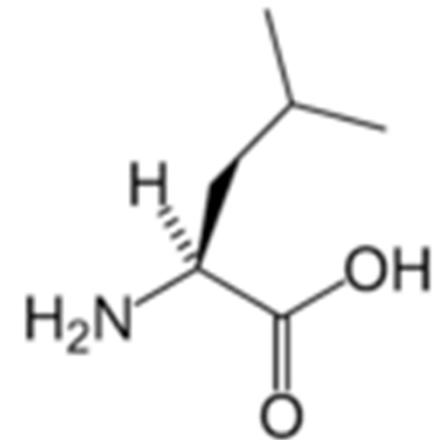
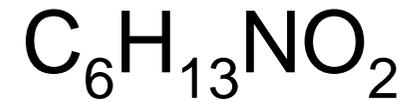
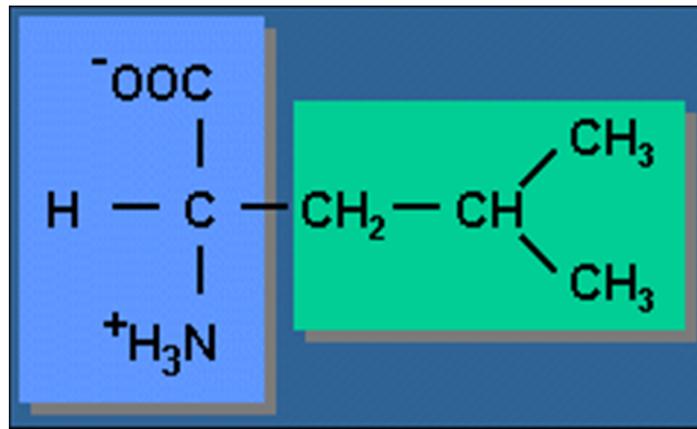
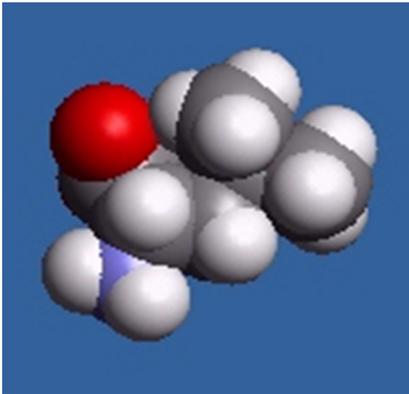
- Chaîne latérale méthyle
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Valine (V ou VAL)



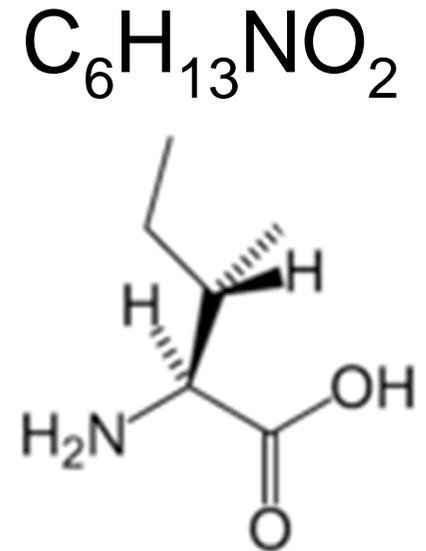
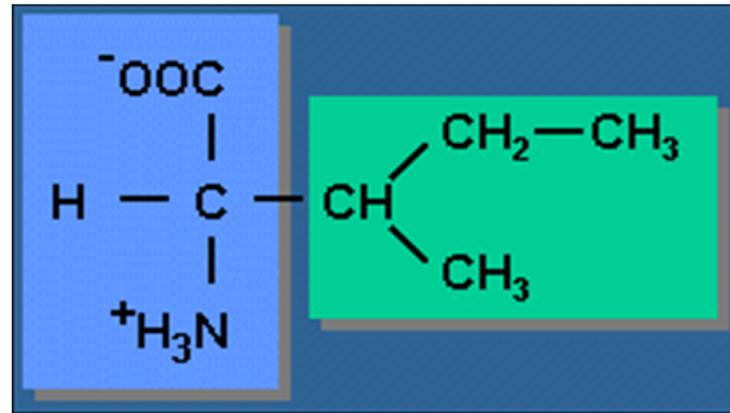
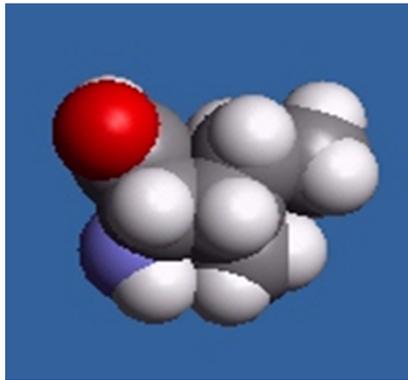
- Chaîne latérale isopropyle
- Acide aminé généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires en contact avec les lipides
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Leucine (L ou LEU)



- Chaîne latérale isobutyle
- Acide aminé généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires en contact avec les lipides
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Isoleucine (I ou ILE)



- Chaîne latérale isobutyle
- Isomère de la Leucine (même formule chimique)
- Existence d'un carbone asymétrique sur la chaîne latérale mais seule la forme 2S-3S est rencontrée dans la nature.
- Acide aminé généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires en contact avec les lipides
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

2 - ACIDES AMINÉS À CHAINES LATÉRALES HYDROXYLÉES, SOUFRÉES OU HYDROPHILES

S - SER

C - CYS

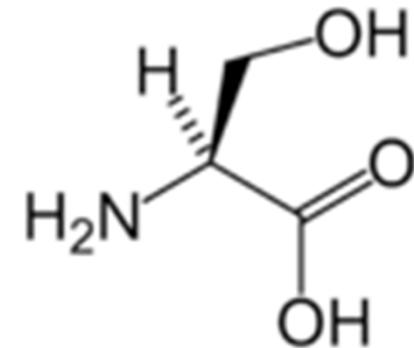
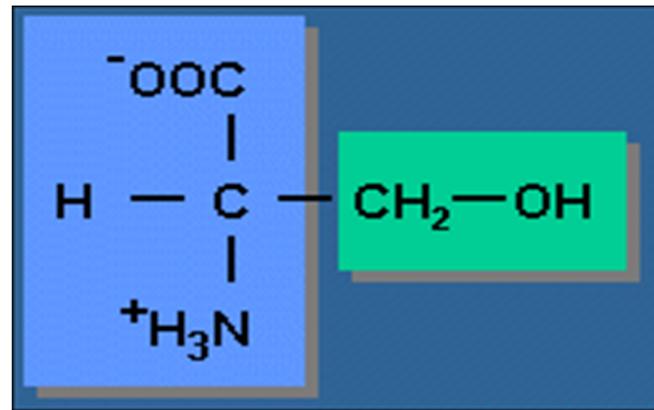
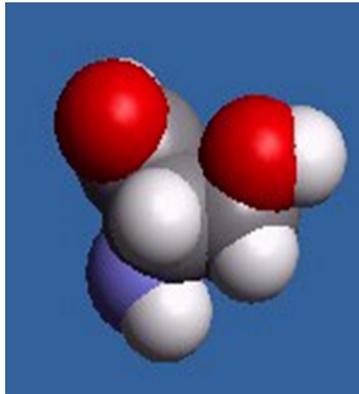
Q - GLN

T - THR

M - MET

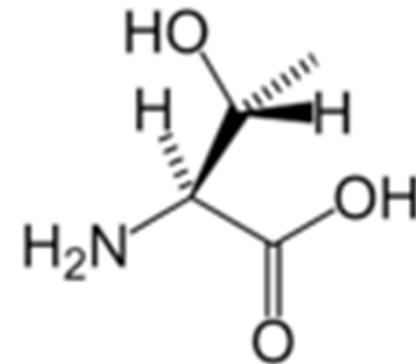
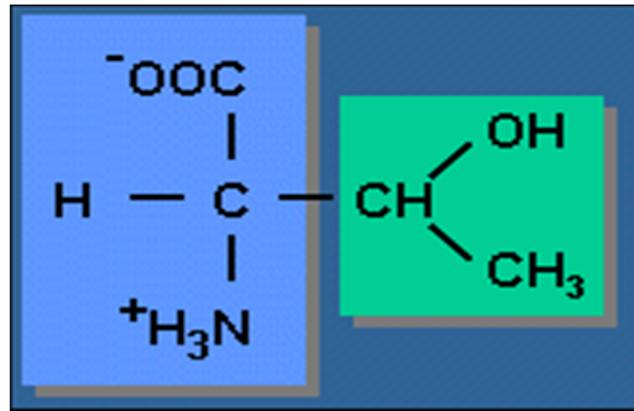
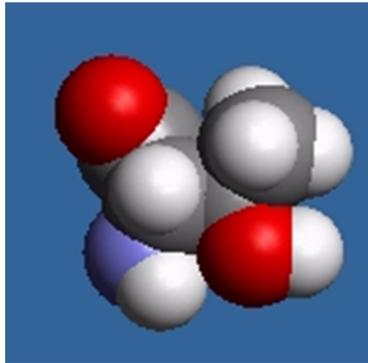
N - ASN

Sérine (S ou SER)



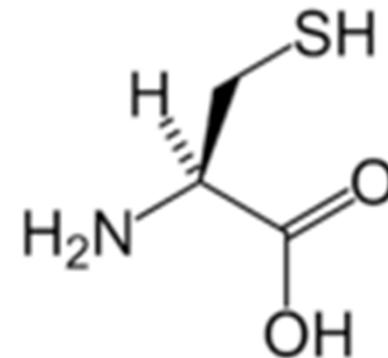
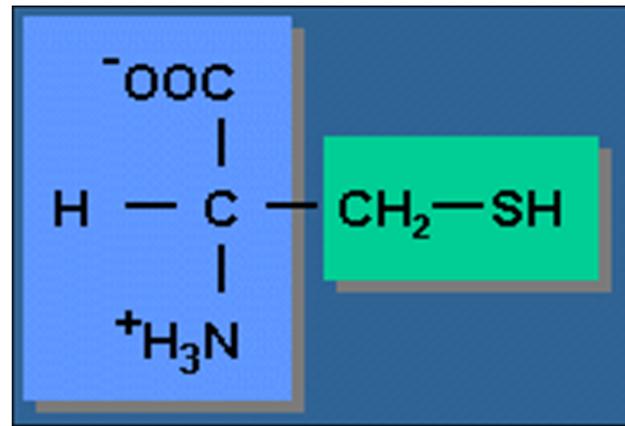
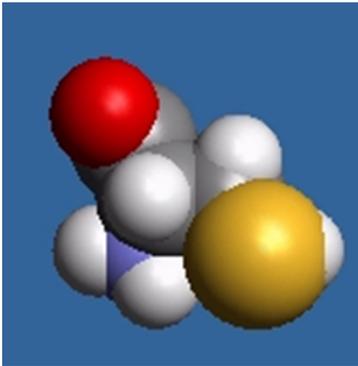
- Chaîne latérale avec groupement **hydroxyle** (alcool)
- **Site de phosphorylation** dans de nombreuses protéines
- Acide aminé généralement retrouvé dans les protéines, en contact avec le solvant et dans les sites catalytiques d'enzymes
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Thréonine (T ou THR)



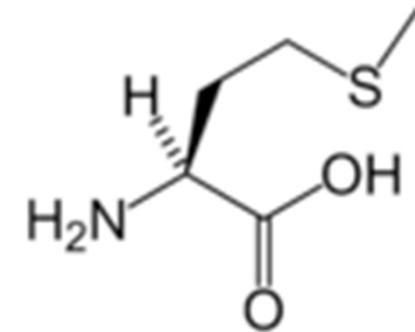
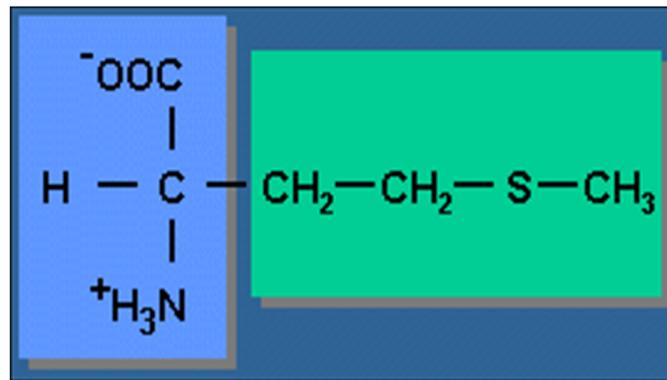
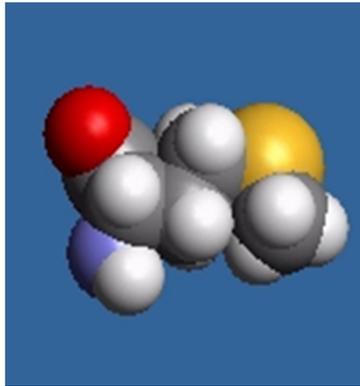
- Chaîne latérale avec groupement **hydroxyle** (alcool)
- **Site de phosphorylation** dans de nombreuses protéines
- **2 carbones asymétriques**. Le préfixe "**allo-**" est utilisé pour désigner la molécule présente dans les protéines. On peut aussi différencier ces molécules en utilisant la **nomenclature R/S** (Cahn-Ingold-Prelog): l'allo-thréonine est la (2S,3R) thréonine.
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Cystéine (C ou CYS)



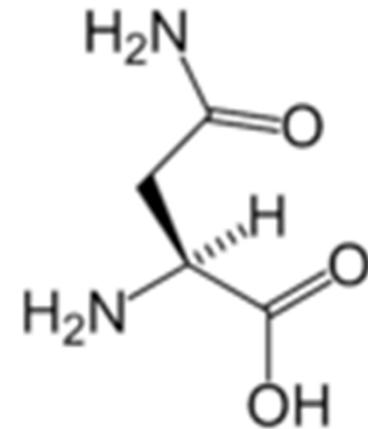
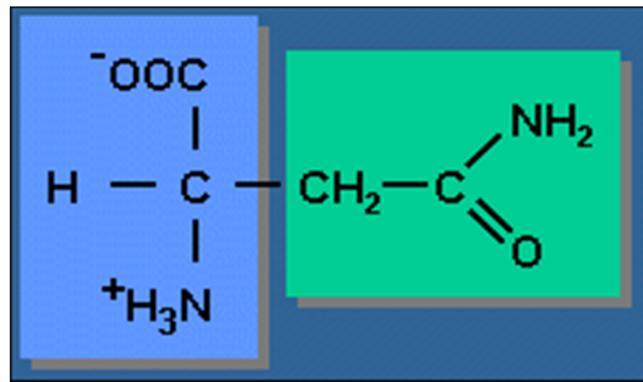
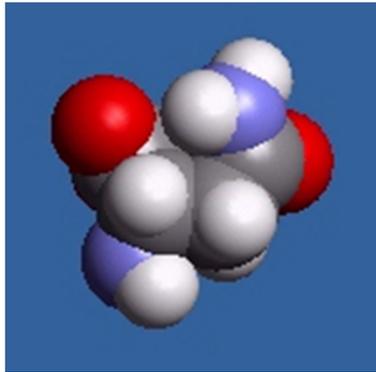
- Chaîne latérale avec groupement **sulfhydryle** (Thiol), ionisable
- Possibilité de **réactions d'oxydo-réduction**
- Acide aminé formant des **ponts disulfures**, retrouvé sous forme réduite dans les sites catalytiques d'enzymes et impliqué dans la **coordination de métaux** dans les métalloprotéines
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Méthionine (M ou MET)



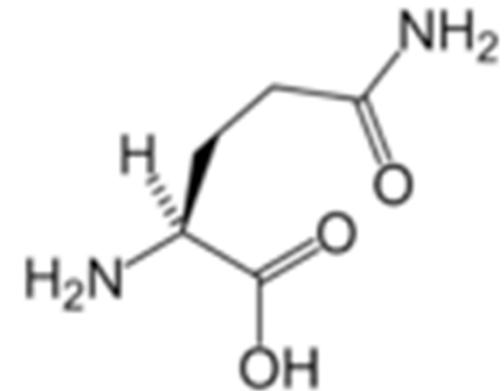
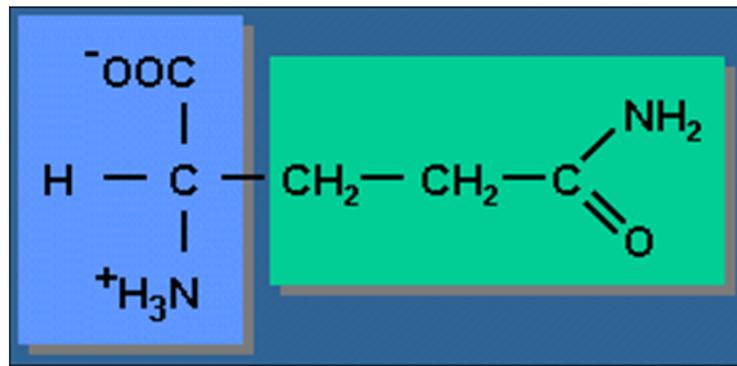
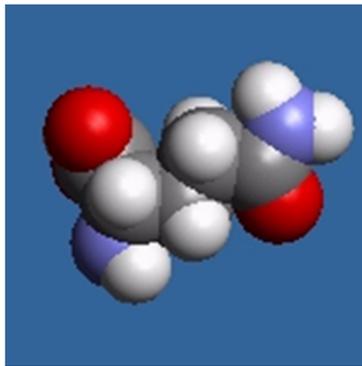
- Chaîne latérale avec groupement **thioéther**
- Précurseur métabolique de la S-adénosyl méthionine, donneur de méthyle
- Importance comme premier acide aminé dans la synthèse protéique (Nt)
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Asparagine (N ou ASN)



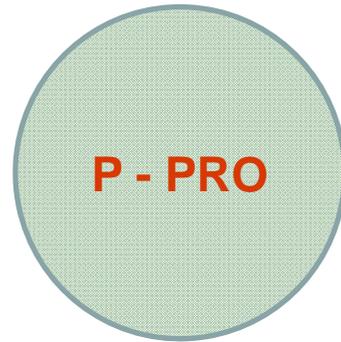
- Chaîne latérale avec groupement **amide**
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Glutamine (Q ou GLN)

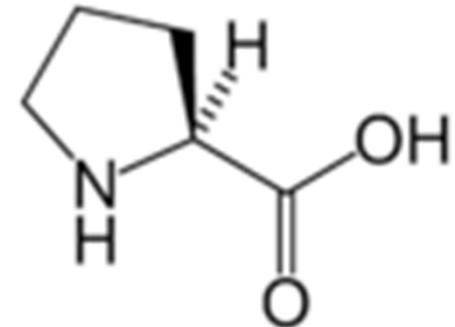
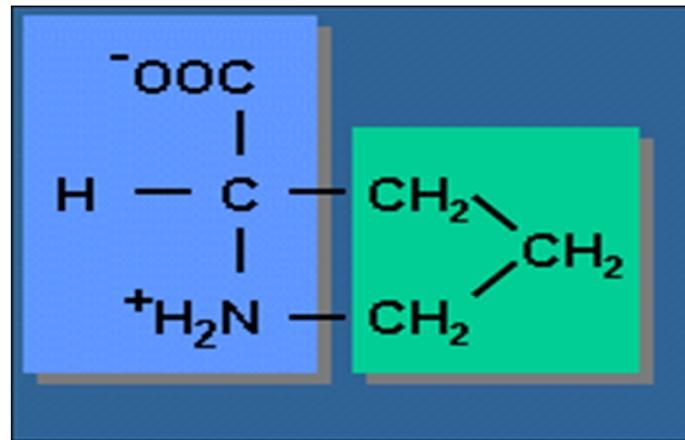
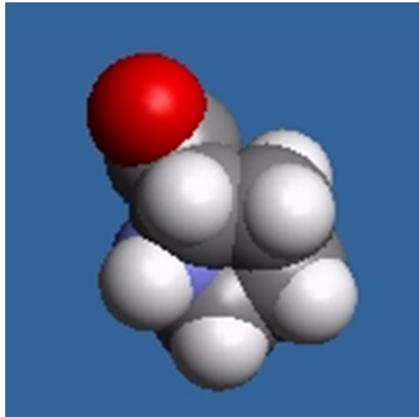


- Chaîne latérale avec groupement **amide**
- Acide aminé le plus abondant dans le sang
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

3 - ACIDE AMINÉ À CHAÎNE LATÉRALE CYCLIQUE



Proline (P ou PRO)



- Chaîne latérale cyclisée (pyrrolidine)
- Un acide aminé formé par oxydation du cycle : l'hydroxyproline est retrouvé en grande quantité dans certaines protéines comme le collagène
- Peu fréquent dans les protéines
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

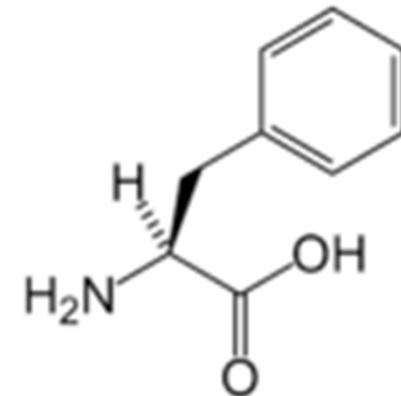
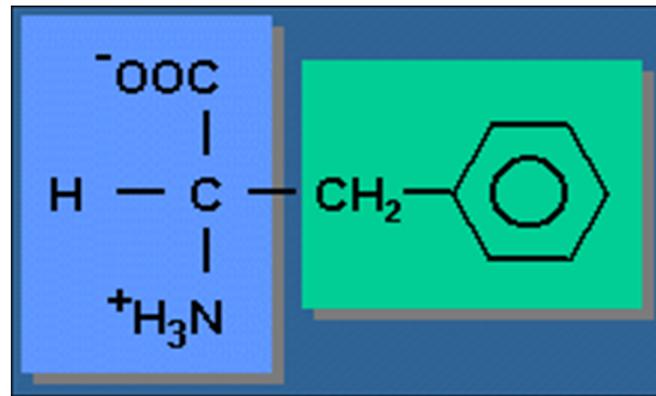
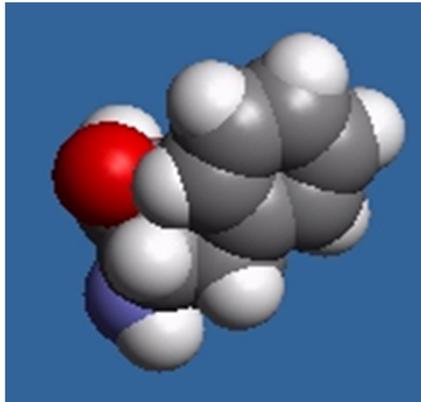
4 - ACIDES AMINÉS À CHAINES LATÉRALES AROMATIQUES

F - PHE

Y - TYR

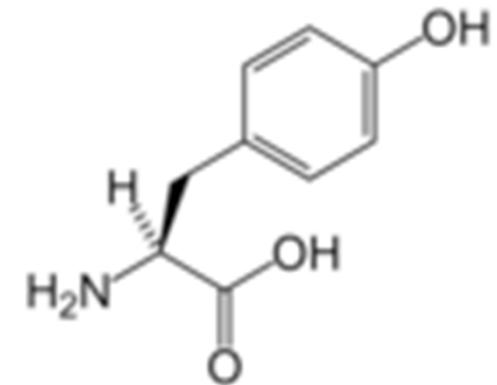
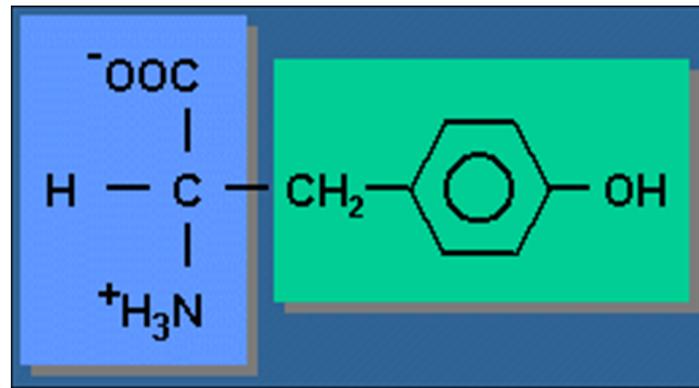
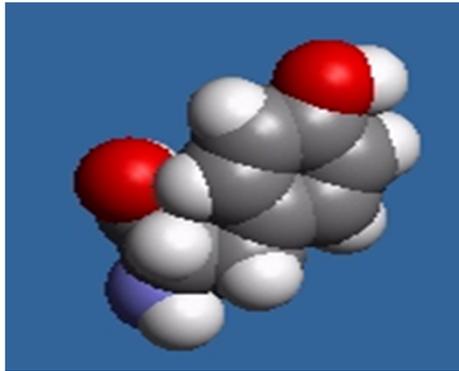
W - TRP

Phénylalanine (F ou PHE)



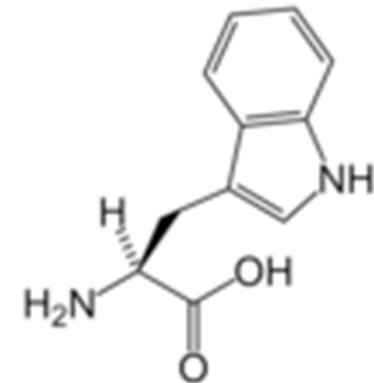
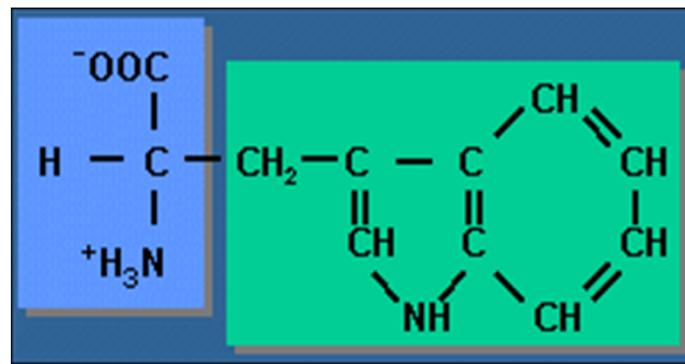
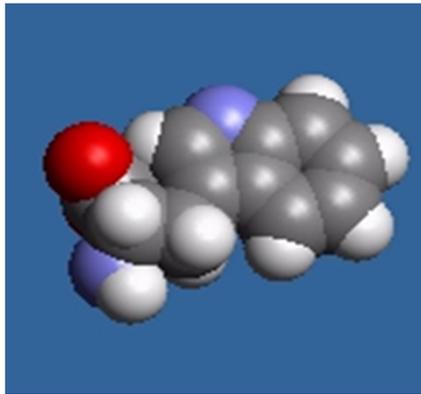
- Chaîne latérale aromatique (Phényl)
- Absorption de la lumière dans l'UV vers 280nm
- Un des acides aminés les plus hydrophobes, il est généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires, en contact avec les lipides
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Tyrosine (Y ou TYR)



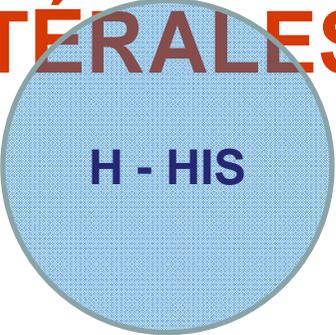
- Chaîne latérale aromatique (Phénol), ionisable à pH élevé
- Absorption de la lumière dans l'UV vers 280nm
- **Site de phosphorylation** dans de nombreuses protéines
- Acide aminé généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires, en contact avec les lipides
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Tryptophane (W ou TRP)

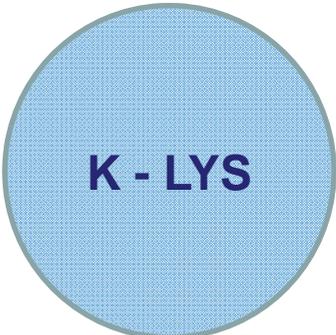


- Chaîne latérale aromatique (Indol)
- Absorption de la lumière dans l'UV vers 280nm
- Acide aminé généralement à l'intérieur des protéines solubles dans l'eau ou dans les hélices membranaires, en contact avec les lipides
- Précurseur du métabolisme de la sérotonine (hormone et neuromédiateur)
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

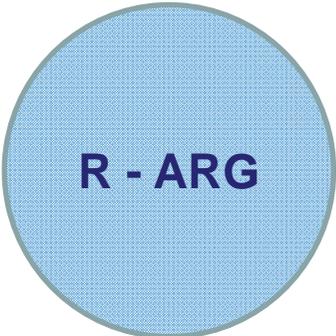
4 - ACIDES AMINÉS À CHAINES LATÉRALES CHARGÉES POSITIVEMENT



H - HIS

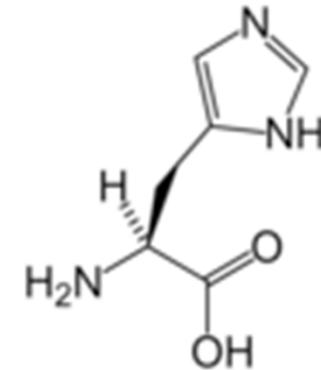
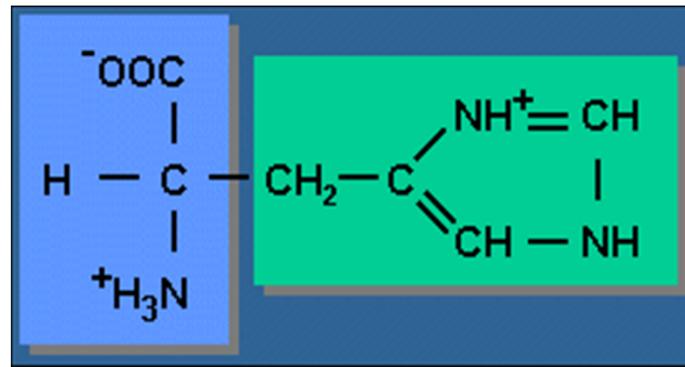
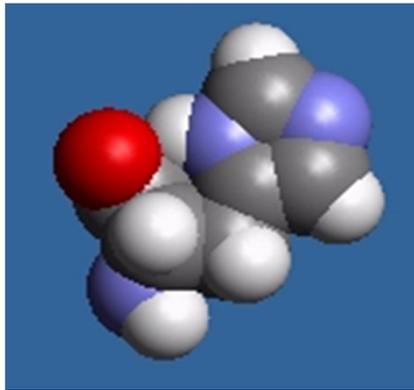


K - LYS



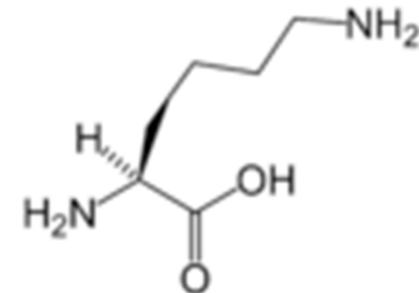
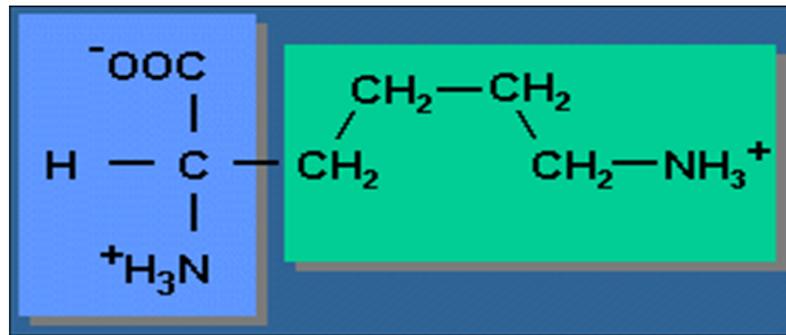
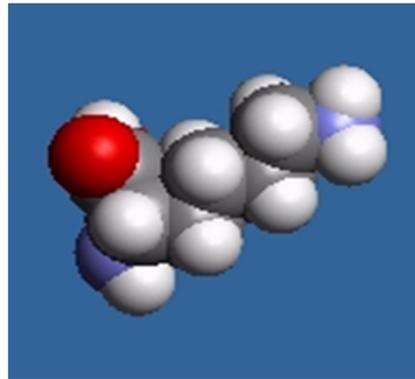
R - ARG

Histidine (H ou HIS)



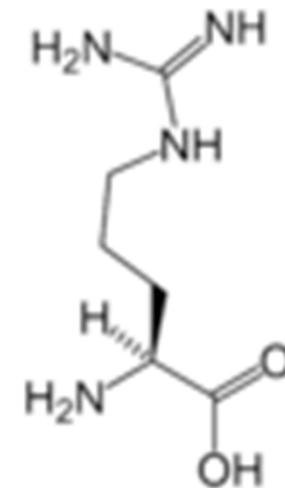
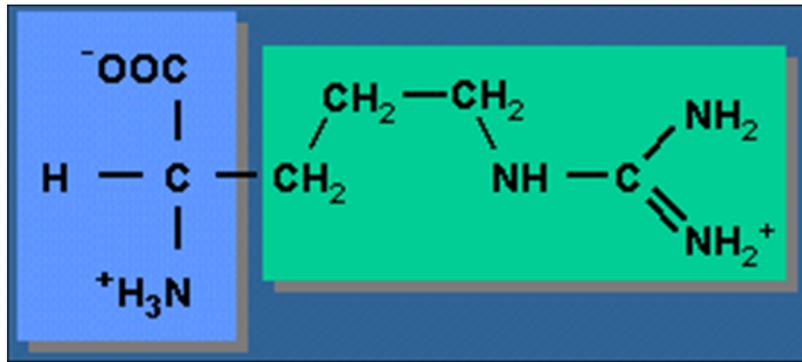
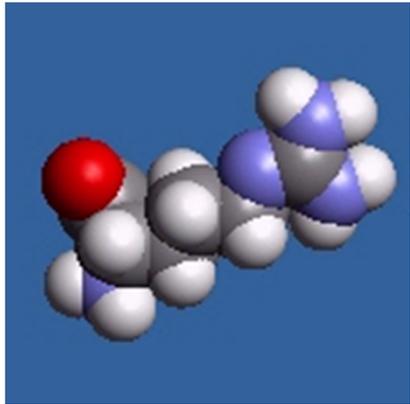
- Chaîne latérale Imidazole (aromatique)
- une base, au sens de la définition de Bronsted-Lowry, mais le pKa de la chaîne latérale est légèrement acide (pKa=6,0) pour des milieux physiologiques (à pH=7,5). Le pHi est neutre à 7,47.
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Lysine (K ou LYS)



- Chaîne latérale aminée, ionisable à pH acide
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

Arginine (R ou ARG)



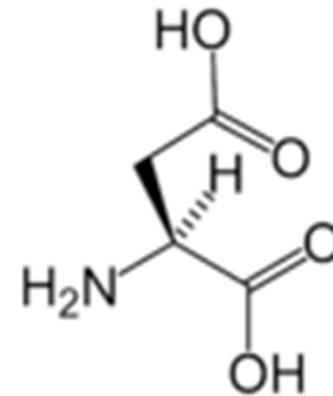
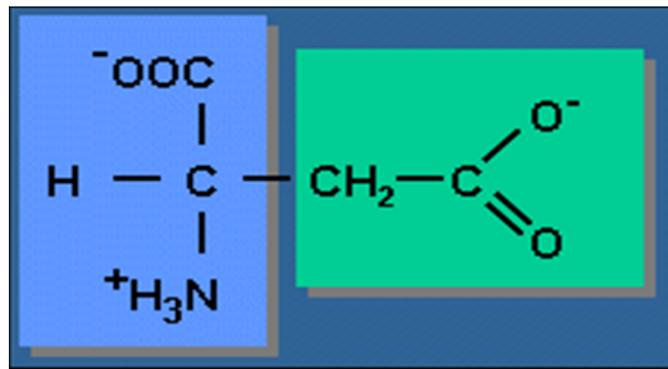
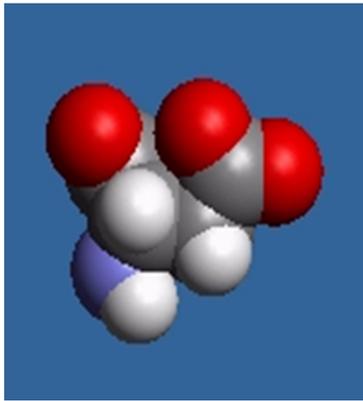
- Chaîne latérale avec groupement guanidinium
- Ionisable, toujours chargée aux pH physiologiques
- Acide aminé le plus basique et le plus hydrophile
- Impliquée dans le cycle de l'urée et donc dans le contrôle des composés azotés de l'organisme
- AA **essentiel** dans l'alimentation chez l'homme

4 - ACIDES AMINÉS À CHAINES LATÉRALES CHARGÉES NÉGATIVEMENT

D - ASP

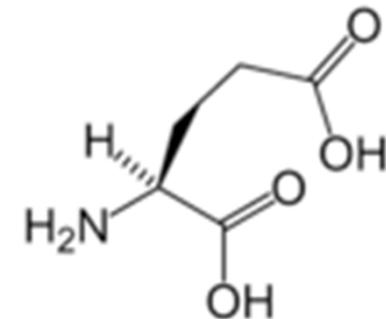
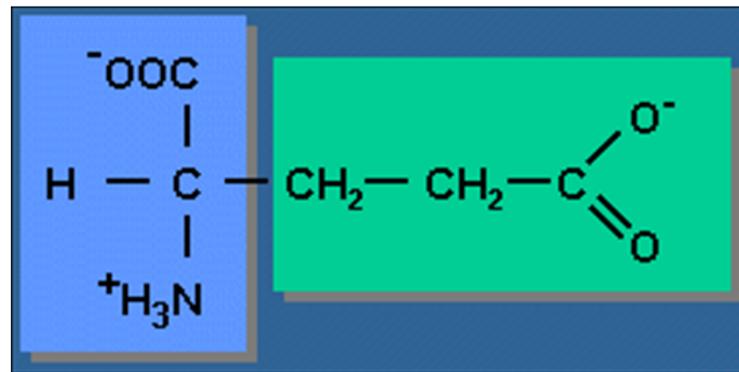
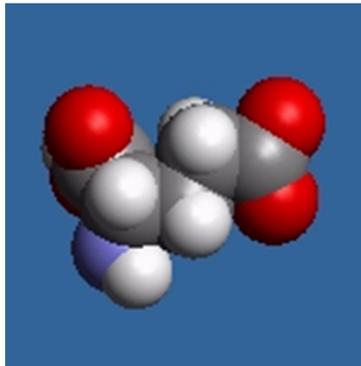
E - GLU

Acide Aspartique (D ou ASP)



- Chaîne latérale acide, ionisable à pH basique
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

Acide Glutamique (E ou GLU)

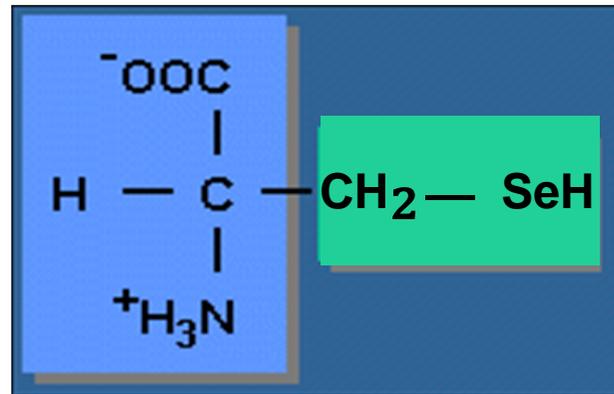


- Chaîne latérale acide, ionisable à pH basique
- Aussi un neuromédiateur, ainsi que le GABA (Acide gamma aminobutyrique) qui en dérive
- AA non essentiel dans l'alimentation chez l'homme

La Sélénocystéine (U ou SEC)

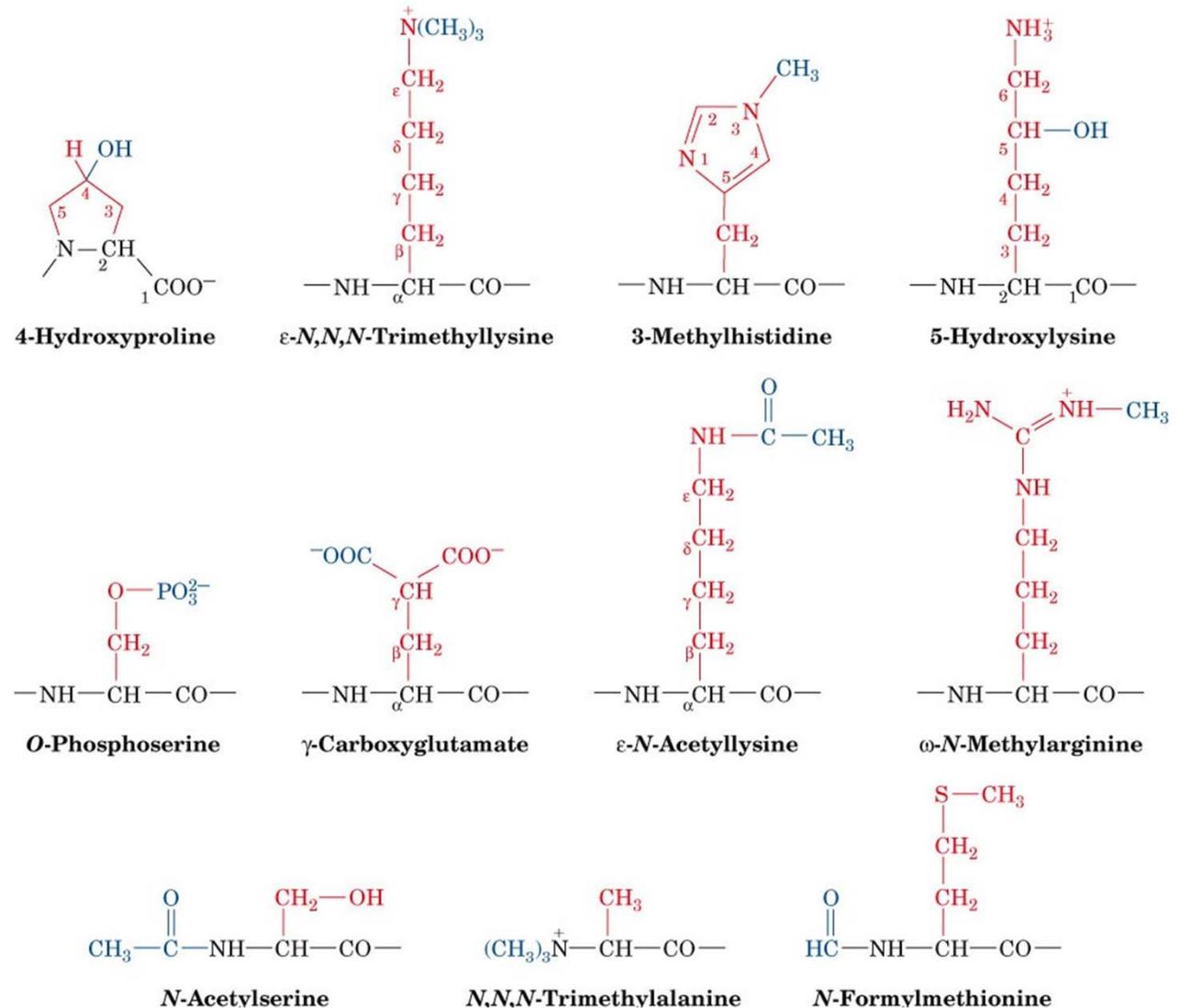
- Acide aminé rare, formé à partir de la sérine
- Incorporé dans les protéines par traduction du codon UGA, qui est normalement un **codon stop**.

SelenoCystéine



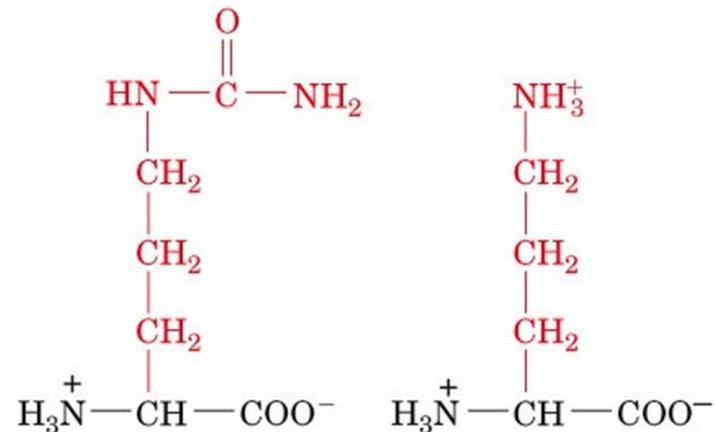
Acides aminés modifiés

• Il existe aussi des **acides aminés modifiés** après la traduction des protéines.



Autres acides aminés

- D'autres acides aminés comme l'**ornithine** ou la **citrulline** ne sont pas utilisés pour produire des protéines, mais entrent dans des métabolismes.



Citrulline

Ornithine

Les acides aminés essentiels

- F Phénylalanine
- L Leucine
- M Méthionine
- K Lysine
- I Isoleucine
- V Valine
- T Thréonine
- W Tryptophane
- H Histidine
- R Arginine

Moyen mnémotechnique:

« **Mets-le dans la valise, il fait trop d'histoires** »

Cette phrase est dérivée du code à trois lettres des acides aminés essentiels (excluant l'arginine):

Met-Leu-Val-Lys-Ile-Phe-Trp-His-Thr

(*acide aminé semi-essentiel,*

indispensable chez le nourrisson)

Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.