

UE 1B :
Biomolécules, génome, bioénergétique,
métabolisme

ACTUALISATION
Fiche de cours n°1

Acides aminés
Peptides

- Notion tombée 1 fois au concours
- Notion tombée 2 fois au concours
- Notion tombée 3 fois ou plus au concours

LES ACIDES AMINES (AA)			
	Formule générale	<ul style="list-style-type: none"> Fonction acide carboxylique COOH Fonction amine NH₂ Chaîne latérale R qui confère les propriétés physico-chimiques des AA 	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \diagup \\ \text{R}-\text{CH}^{\alpha} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array}$
	2 groupes d'AA	<ul style="list-style-type: none"> Présents dans les protéines <ul style="list-style-type: none"> 20 AA Tous de série L Protéinogènes : constitutifs de toutes les protéines Modifiables de façon post-traductionnelle = maturation A l'état libre dans les cellules en tant qu'intermédiaires métaboliques <ul style="list-style-type: none"> Très nombreux > 300 De la série L et D 	
	Synthèse protéique	<ul style="list-style-type: none"> AA voués essentiellement à la synthèse de protéines 	
	Élimination	<ul style="list-style-type: none"> Sous forme d'urée : molécule hydrosoluble éliminée dans les urines 	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \diagup \\ \text{O}=\text{C} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array}$
	Intermédiaire métabolique	<ul style="list-style-type: none"> Exemple : Utilisation dans le cycle de Krebs 	

LES ACIDES AMINÉS PRÉSENTS DANS LES PROTÉINES CLASSIFICATION	
	<ul style="list-style-type: none"> Par ordre de complexité structurale
	<ul style="list-style-type: none"> Détermine la position dans les protéines <ul style="list-style-type: none"> Hydrophobes ou apolaires à l'intérieur Hydrophiles ou polaires à l'extérieur
	<ul style="list-style-type: none"> Non synthétisables par l'Homme Doivent être apportés par l'alimentation sous peine de carence

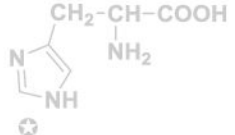
AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
ALIPHATIQUES					
Glycine	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	GLY	Apolaire ☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2C☆ ▪ Pas de carbone asymétrique ▪ Petite taille ▪ Entraîne une grande flexibilité <ul style="list-style-type: none"> ○ Retrouvée dans les régions à forte courbure ▪ Encombrement stérique faible 	Non☆
Alanine	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ALA	Apolaire ☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3C☆ ▪ Groupement méthyle 	Non☆☆
Valine ☆☆	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	VAL	Apolaire ☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 5C ▪ Ramifié☆ 	Oui☆
Leucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	LEU	Apolaire ☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6C ▪ Ramifié☆ ▪ Le plus répandu dans les protéines 	Oui
Isoleucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	ILE	Apolaire ☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6C ▪ Ramifié☆ ▪ 2C asymétriques 	Oui

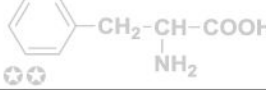
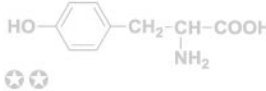
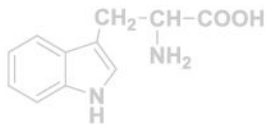
AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
CYCLIQUE A AMINE SECONDAIRE ☆					
Proline		PRO	Apolaire ☆	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cycle : conformation rigide <ul style="list-style-type: none"> ○ Diminution de la flexibilité structurale : retrouvée dans les coudes ▪ Très important dans le collagène 	Non☆

AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
AVEC FONCTION ALCOOL : HYDROXYLÉS					
Sérine☆☆	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	SER☆	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3C ▪ Phosphorylable☆☆☆ 	Non☆☆
Thréonine	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	THR	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4C ▪ Alcool secondaire ▪ Phosphorylable☆☆ 	Oui☆

AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
SOUFRÉS					
Cystéine	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	CYS	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> 3C Fonction thiol <ul style="list-style-type: none"> Formation d'un pont disulfure entre 2 cystéines formant la cystine 	Non
Méthionine	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $ $ NH_2	MET	Apolaire	<ul style="list-style-type: none"> 5C Donneur de radical CH_3 méthyle 	Oui

AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
DICARBOXYLIQUES OU ACIDES ET LEURS AMIDES					
Acide Aspartique ou Aspartate	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ASP	Polaire chargé ionisable	<ul style="list-style-type: none"> 4C Répandu Chargé (-) à pH physiologique : toujours dissocié dans la cellule 	Non
Asparagine	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ASN	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> 4C Dérivé amidé de l'acide aspartique 	Non
Acide Glutamique ou Glutamate	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	GLU	Polaire chargé ionisable	<ul style="list-style-type: none"> 5C Assez répandu Chargé (-) à pH physiologique : toujours dissocié dans la cellule 	Non
Glutamine	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	GLN	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> 5C Dérivé amidé de l'acide glutamique Transport de groupements $-\text{NH}_2$ 	Non

AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
BASIQUES☆☆					
Lysine	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	LYS☆	Polaire ⬤ chargé	<ul style="list-style-type: none"> 6C☆ 	Oui☆☆
Arginine	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}}{\text{C}}=\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	ARG☆	Polaire chargé	<ul style="list-style-type: none"> 6C☆ Groupeur guanidyl Libère de l'urée et de l'ornithine lors d'un clivage enzymatique par l'arginase 	Non☆
Histidine ⬤		HIS☆	Polaire chargé	<ul style="list-style-type: none"> 6C☆ Noyau imidazole☆☆ : imidazolalanine Peut être protonée : caractère basique moins important que Lys et Arg 	Non

AA présents dans les protéines : CLASSIFICATION					
AROMATIQUES					
Phénylalanine		PHE	Apolaire ⬤	<ul style="list-style-type: none"> Absorbe dans les UV à 260nm Noyau benzène ou phényl 	Oui☆☆☆
Tyrosine⬤		TYR	Polaire non chargé	<ul style="list-style-type: none"> Absorbe dans les UV⬤ à 280nm Phosphorylable☆☆ Noyau phénol 	Non☆☆
Tryptophane ☆☆		TRP	Apolaire	<ul style="list-style-type: none"> Absorbe dans les UV à 280nm Noyau indole (benzène + pyrrole) = indolalanine Détruit par HCl 	Oui

AA présents dans les protéines : MODIFIÉS DANS LES PROTÉINES MODIFICATIONS POST-TRADUCTIONNELLES				
Formation de ponts disulfures	▪ Cystéine	▪ Cystine	▪ Importante pour la stabilité de la structure dans l'espace des protéines	
Amidation	▪ COOH terminal	▪ Fonction amide CO-NH ₂	Modification de charge	
Hydroxylation	▪ Proline☼☼ ▪ Lysine☼	▪ 4-OH PRO ▪ 5-OH LYS	▪ Présence dans le collagène ▪ Stabilisation de la fibre de collagène : protection contre les protéases	• Scorbut ○ Si carence en vitamine C ☹ Défaut d'hydroxylation du collagène
Phosphorylation	▪ Sérine☼☼☼ ▪ Thréonine☼☼ ▪ Tyrosine	▪ O-phosphosérine ▪ O-phosphothréonine ▪ O-phosphotyrosine	• Régulation enzymatique	
Méthylation	▪ Lysine☼	▪ N-méthyllysine	▪ Présent dans la myosine : muscle ▪ Présent dans les histones : régulation de la compaction de la chromatine : épigénétique	
Carboxylation	▪ Acide glutamique☼☼	▪ γ carboxy-GLU☼	▪ Présent dans les facteurs de coagulation du sang ▪ « Pince » chargée (-) fixant le Ca ²⁺	• Vitamine K essentielle à la carboxylation : si carence alors hémorragies • Anti-vitamine K utilisés pour diminuer la coagulation

ACIDES AMINÉS NON PRÉSENTS DANS LES PROTÉINES		
	▪ Intermédiaires métaboliques ▪ Ils ne sont pas tous acides α aminés	
	▪ Fonction amine sur le carbone β	$\begin{array}{c} \beta \quad \alpha \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$
	▪ Homologue supérieur avec 1 CH ₂ en plus de la cystéine	$\text{SH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{COOH} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array}$
	▪ Homologue inférieur avec 1 CH ₂ en moins de la lysine ▪ Précurseur du cycle de l'urée	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{COOH} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array}$

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES ACIDES AMINÉS		
	Ionisation selon le pH	<ul style="list-style-type: none"> Les AA possèdent : <ul style="list-style-type: none"> Charge positive en milieu acide Charge négative en milieu basique Charge neutre au pH isoélectrique (pHi) <ul style="list-style-type: none"> Acide aminé sous forme de zwitterion ou forme dipolaire avec une charge positive et une charge négative La nature de la chaîne latérale peut influencer la charge
	Exemple de l'alanine	$ \begin{array}{ccccc} & & pK_1 = 2,3 & & pK_2 = 9,7 \\ & & K_1 & & K_2 \\ H_3C-CH-COOH & \rightleftharpoons & H_3C-CH-COO^- & \rightleftharpoons & H_3C-CH-COO^- \\ & & & & \\ ^+NH_3 & & ^+NH_3 & & NH_2 \\ \text{acide} & & \text{Zwitterion neutre} & & \text{basique} \\ +1 & & 0 & & -1 \end{array} $ <p>pH Charge</p>
	Tous AA	<ul style="list-style-type: none"> Absorption des UV à des longueurs d'onde < 230 nm
	AA Aromatiques ☼	<ul style="list-style-type: none"> Pic d'absorption supplémentaire <ul style="list-style-type: none"> PHE à 260 nm TYR et TRP à 280 nm

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS FONCTION COOH : DECARBOXYLATION		
	<ul style="list-style-type: none"> Transformation d'acides aminés en amines Libération de CO₂ Réalisées in vivo par des enzymes spécifiques : décarboxylases <ul style="list-style-type: none"> Enzymes spécifiques qui nécessitent le phosphate de pyridoxal comme coenzyme Amines formées avec souvent un rôle physiologique important= amines biogènes 	$ \begin{array}{c} R-CH \begin{array}{l} \nearrow COOH \\ \searrow NH_2 \end{array} \\ \downarrow \text{CO}_2 \\ R-CH_2-NH_2 \end{array} $

Propriétés chimiques : DÉCARBOXYLATION DE LA FONCTION COOH EXEMPLES D'AMINES		
	AA transformé	<ul style="list-style-type: none"> Histidine ☼
	Enzyme spécifique	<ul style="list-style-type: none"> Histidine décarboxylase
	Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"> Synthétisée par les mastocytes 2 rôles physiologiques <ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la sécrétion : ↗HCl et ↗pepsinogène <ul style="list-style-type: none"> Par stimulation des récepteurs H2 au niveau de l'estomac Réaction inflammatoire qui s'accompagne d'une forte vasodilatation ou ouverture des vaisseaux et d'une bronchoconstriction <ul style="list-style-type: none"> Par fixation de l'histamine sur les récepteurs H1 au niveau des cellules endothéliales et du muscle bronchique Choc anaphylactique possible en cas de libération excessive d'histamine Utilisation possible d'anti-histaminiques inhibiteurs des récepteurs H1

Propriétés chimiques : DÉCARBOXYLATION DE LA FONCTION COOH EXEMPLES D'AMINES		
	AA transformé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sérine☼ décarboxylée en éthanolamine <ul style="list-style-type: none"> ○ Éthanolamine transformée en choline par méthylation <ul style="list-style-type: none"> – Choline transformée en acétylcholine
	Enzyme spécifique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choline-acétyl transférase <ul style="list-style-type: none"> ○ Transforme la choline en acétylcholine
	Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuromédiateur excitateur majeur du système nerveux central (SNC)
	AA transformé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acide glutamique☼☼☼
	Enzyme spécifique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Glutamate décarboxylase
	Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuromédiateur majeur du SNC☼ ▪ Rôle inhibiteur
	AA transformé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tryptophane
	Enzyme spécifique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tryptophane hydroxylase <ul style="list-style-type: none"> ○ TRP en 5-hydroxy-TRP ▪ 5-OH TRP décarboxylase <ul style="list-style-type: none"> ○ 5-hydroxy-TRP en 5-OH tryptamine appelé sérotonine
	Propriétés biologiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuromédiateur du SNC ▪ Régulation de l'humeur

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS FONCTION NH ₂ : TRANSAMINATION		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferts de NH₂ entre un AA et un acide α cétonique ▪ Réalisée par une transaminase ou amino-transférases <ul style="list-style-type: none"> ○ La transaminase nécessite le phosphate de pyridoxal☼☼ comme coenzyme 	$ \begin{array}{c} \text{AA1} + \text{Ac } \alpha \text{ céto 2} \\ \downarrow \uparrow \\ \text{Ac } \alpha \text{ céto 2} + \text{AA2} \end{array} $
	ASAT : Aspartate transaminase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ASP☼ + α-cétoglutarate → oxaloacétate + GLU☼
	ALAT : Alanine transaminase	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ALA☼ + α-cétoglutarate → Pyruvate + GLU☼☼☼
	Application médicale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marqueurs d'une cytolyse hépatique qui détruit des hépatocytes <ul style="list-style-type: none"> ○ Dosées dans le sérum car présence en abondance☼

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

 FONCTIONS COOH et NH₂

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissant oxydant ▪ Détruit les groupements COOH et NH₂ faisant apparaître : <ul style="list-style-type: none"> ○ Une coloration pourpre ou violette sauf pour la proline et l'hydroxy-Proline qui donne une coloration jaune
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C'est la formation d'une fonction amide par condensation de la fonction acide carboxylique et de la fonction amine avec libération d'eau

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ACIDES AMINÉS

CHAÎNE LATÉRALE

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possible sur SER, THR et TYR
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TYR peut être iodée pour former la 3,5 diiodotyrosine <ul style="list-style-type: none"> ○ La 3,5 diiodotyrosine est un précurseur des hormones thyroïdiennes ☼
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effectué par le groupement thiol -SH des CYS ☼

FRACTIONNEMENT ET DOSAGE DES ACIDES AMINÉS

ÉLECTROPHORÈSE

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AA placés sur un support tamponné à pH déterminé soumis à un champ électrique ▪ Déplacement des AA en fonction de leur charge liée au pHi de l'AA et au pH du milieu <ul style="list-style-type: none"> ○ AA migre vers le pôle de charge opposée ○ Plus l'écart entre le pH et le pHi est important, plus l'acide aminé migre vite vers le pôle opposé
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH > pHi : AA chargé (-) migre vers le pôle (+) ▪ pH < pHi : AA chargé (+) migre vers le pôle (-) ▪ pH = pHi : AA neutre ne migre pas
	<p>Mélange: Ala, Asp, His, Arg pHi: 6 2.95 7.6 10.7</p> <p style="text-align: right;">Tampon pH 6.0</p> <p style="text-align: center;">Dépôt</p> <p style="text-align: center;">+ Asp Ala His Arg -</p>

FRACTIONNEMENT ET DOSAGE DES ACIDES AMINES CHROMATOGRAPHIE SUR RÉSINE ÉCHANGEUSE DE CATIONS	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résine chargée négativement <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple : groupements sulfonés SO_3^-
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AA introduits dans un tampon à pH acide <ul style="list-style-type: none"> ○ AA chargés (+) ○ AA s'accrochent à la résine
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation du pH et de la force ionique ▪ AA deviennent progressivement chargés (-) ▪ Ordre de sortie des AA : <ul style="list-style-type: none"> AA acides > AA polaires > AA neutres > AA basiques ▪ Suivi par absorption des UV

PEPTIDES

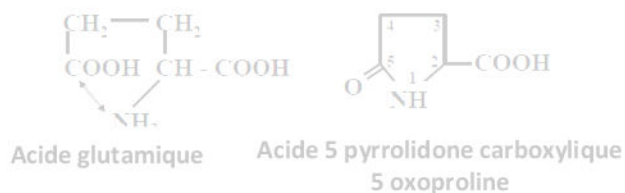
- Enchaînement d'AA reliés entre eux par une liaison peptidique
 - Un AA engagé dans une chaîne est appelé un résidu
- Entre 2 et 100 AA
- PM < 10 000 Da
- Résidu AA avec NH_2 libre placé à gauche ☺☺☺ = N-terminal
- Résidu AA avec COOH libre placé à droite ☺ = C-terminal
- Exemple : Leucyl-Glycyl-Alanine ou LEU-GLY-ALA ou LGA
- Leur hydrolyse acide libère uniquement **des acides aminés de la série L**
- La plupart des peptides sont réguliers

Hydrolyse acide

- Libération d'acides aminés de la **série L** ainsi que des **radicaux** particuliers

5-oxoProline

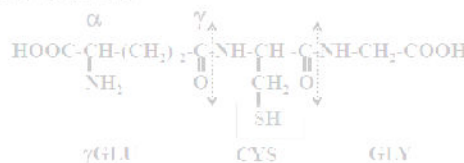
- Résultat de la cyclisation de l'**acide glutamique** entre la fonction acide carboxylique de sa chaîne latérale avec la fonction amine du α .



- Protection du peptide de la dégradation par les protéases qui ne reconnaissent pas ces structures

Glutathion réduit Ou G-SH

- Tripeptide
- Contient une **liaison pseudo-peptidique**
- **γ GLU-CYS-GLY**
 - C'est la fonction COOH de la **chaîne latérale** en γ de GLU qui réagit avec la fonction amine de la CYS




	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condensation des fonctions COOH et NH₂ communes des AA ▪ Élimination d'une molécule d'eau 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formes de résonance qui donne le caractère de double liaison partielle ▪ Structure plane <ul style="list-style-type: none"> ○ Atomes C, N, H, O et les 2 carbones α (Cα) dans le même plan formant un groupe peptidique ▪ Structure rigide sans rotation possible entre C et N 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appelées aussi degrés de liberté ▪ Entre Cα et N-H ▪ Entre Cα et C=O 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Configuration TRANS des Cα par rapport à C-N 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N appartient à un cycle donc : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de degré de liberté entre N et Cα ○ Rigidité ○ Changement brutal de direction de la chaîne peptidique dans les coudes 	

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A 260 ou 280 nm si présence d'un acide aminé aromatique : PHE, TRP ou TYR ☹️
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S'ils possèdent des chaînes latérales ionisables
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si les peptides sont suffisamment petits, de taille <10 000 Da, pour franchir les membranes semi-perméables de dialyse
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable en fonction de la composition en AA ▪ En fonction du pH du milieu ▪ Dépend : <ul style="list-style-type: none"> ○ Des extrémités NH₂ terminale et COOH terminale ; les fonctions engagées dans la liaison peptidique étant non ionisables. ○ Des extrémités ionisables des chaînes latérales : <ul style="list-style-type: none"> – COOH pour ASP et GLU – NH₂ pour LYS et ARG ▪ Bilan de charge : <ul style="list-style-type: none"> ○ A pH 1, on retrouve les formes COOH et NH₃⁺ ☹️☹️☹️ ○ A pH 6, on retrouve les formes COO⁻ et NH₃⁺ ○ A pH 11, on retrouve les formes COO⁻ et NH₂ ☹️☹️☹️

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES PEPTIDES	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rupture possible avec HCl 6N à chaud ☼ ▪ Libération de tous les acides aminés d'un peptide mais détruit le TRP ☼☼ ▪ Pour conserver TRP : hydrolyse en milieu alcalin
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comme pour les acides aminés, coloration pourpre ou jaune pour PRO et OH-PRO ▪ Ne fonctionne que pour les peptides inférieurs à 5 résidus
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctionne à partir de 4 résidus ▪ Formation d'un complexe de coordination avec le cuivre Cu^{2+} ▪ Coloration violette utilisable pour les dosages par spectrophotométrie : protéines du sérum humain par exemple.

QUELQUES PEPTIDES A TITRE D'EXEMPLE		
	Synthèse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Synthétisée par le foie <ul style="list-style-type: none"> ○ Sous forme d'un propeptide de 85 AA possédant un peptide signal ○ Clivée par la propeptide convertase ○ Formant un peptide mature de 25 AA contenant 4 ponts disulfures
	Fonction biologique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Présente dans le sérum et l'urine ▪ Régulateur de l'homéostasie du fer
	Caractère réducteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lié au groupement thiol -SH ▪ GSH s'oxyde en dimère de glutathion : le glutathion oxydé G-S-S-G
	Fonction biologique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antioxydant puissant dans les globules rouges (GR) <ul style="list-style-type: none"> ○ Maintien du fer de l'hémoglobine à l'état ferreux Fe^{2+}
	Insuline	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peptide ☼ sécrété par les cellules β des îlots de Langerhans du pancréas endocrine ▪ Action hypoglycémiante et anabolisante ▪ Synthèse : <ul style="list-style-type: none"> ○ Sous forme de pré-pro-insuline ○ Après clivage du peptide signal : pro-insuline stockée dans des vésicules de sécrétion ○ L'augmentation de la glycémie déclenche la coupure du peptide C et la sécrétion d'insuline mature. ▪ Structure : l'insuline mature contient 2 chaînes ☼ A et B reliées par 3 ponts S-S ☼ : 2 ponts interchaînes + 1 pont intrachaine pour A
	Glucagon	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peptide sécrété par les cellules α des îlots de Langerhans du pancréas endocrine ▪ Action hyperglycémiante : sécrété en réponse à une hypoglycémie ▪ Structure : 1 seule chaîne de 29 acides aminés ▪ Synthèse sous forme de pré-proglucagon, puis activation du proglucagon : formation de glucagon ▪ Action : principalement sur le foie, mais aussi sur les adipocytes en stimulant la destruction des graisses de réserve

QUELQUES PEPTIDES À TITRE D'EXEMPLE		
PEPTIDES HORMONAUX HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRES		
	Synthèse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Très abondants ▪ Sécrétés dans l'hypophyse constituée de 2 lobes <ul style="list-style-type: none"> ○ Lobe antérieur ou anté-hypophyse ○ Lobe postérieur ou post-hypophyse
	Fonction biologique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituent l'essentiel des hormones hypophysaires
	Fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hormones synthétisées par les cellules nerveuses et transportées par les axones vers la post-hypophyse
	Hormones post-hypophysaires	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ocytocine <ul style="list-style-type: none"> ○ Sécrétée lors de l'accouchement augmentant la contraction utérine☼ ▪ Vasopressine <ul style="list-style-type: none"> ○ Antidiurétique ou ADH en augmentant la pression sanguine ▪ Ocytocine et vasopressine ont des structures proches <ul style="list-style-type: none"> ○ Même nombre d'acides aminés avec seulement 2 AA de différence ○ 1 cycle lié à la présence d'1 pont disulfure ○ Amidification de l'extrémité C-terminale <ul style="list-style-type: none"> – Protection contre la dégradation
	Fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'hypothalamus sécrète un certain nombre de peptides d'actions hormonales ayant une action distance sur l'anté-hypophyse ▪ Passage par un système vasculaire porte vers l'anté-hypophyse
	Hormones hypothalamiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libérine ou Releasing Factor ou RF <ul style="list-style-type: none"> ○ Action stimulatrice entraînant la sécrétion des stimulines ou trophines par l'anté-hypophyse <ul style="list-style-type: none"> – Activation des glandes endocrines par les stimulines entraînant la sécrétion d'hormones ▪ Statine ou Inhibiting Factor ou IF <ul style="list-style-type: none"> ○ Action inhibitrice

PEPTIDES HORMONAUX HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRES						
EXEMPLES DE PEPTIDES DE L'AXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSE ANTÉRIEURE						
		TRF ou TRH : 3 AA Triptide modifié côtés N et C-terminal : PyroGLU-HIS-PRONH ₂ PyroGLU : GLU Cyclisé PRONH ₂ : amidation	CRF☼ : 41 AA			
	Stimuline Antéhypophysaire	TSH	POMC (PrOpioMélanoCortine) clivé en			
			ACTH☼	LPH	MSH	β-endorphines Met-enképhalines
	Action	Stimulation de la sécrétion d'hormones thyroïdiennes au niveau de la glande thyroïde	Activation du cortex surrénal☼ stimulant la production de cortisol	Activation de la lipolyse des adipocytes	Prolifération des mélanocytes	Action analgésique
Dérégulations		Tumeurs de l'hypophyse : adénomes à prolactine, adénome à ACTH ou corticotrope : sécrétion non régulée d'hormone				