

Acides-aminés

Stage de pré-rentrée 2024
Pôle Biochimie

Inspiré du cours du Professeur Carré

Tous droits réservés Tutorat Santé Brestois © Toute diffusion et reproduction,
totale ou partielle, de ce document est interdite



Petit message d'avertissement avant de commencer :

Nous vous rappelons que ce diaporama, réalisé par des étudiants, est une aide et **non un support de cours officiel** et ne peut donc pas être considéré comme un ouvrage de référence lors de l'examen de PASS ou de L.AS.

Il se base sur le **cours de l'année précédente** qui peut être **amené à être modifié** dans sa forme et son contenu au bon vouloir du professeur.

Have fun ;)

Sommaire

I. Généralités et définitions

II. Structure des AA

III. Rôles des AA

- I. Rôle structural
- II. Rôle biosynthétique
- III. Rôle bioénergétique

III. Classification des AA

- IV. Classification Biologique
- V. Classification Biochimique
- VI. Classification basée sur la polarité des chaînes latérales

IV. Propriétés physiques des acides aminés

- I. Formes ioniques des acides aminés
- II. Solubilité et polarité

V. Propriétés chimiques des acides aminés

- III. Propriétés dues à la fonction COOH
- IV. Propriétés dues à la fonction NH₂
- V. Propriétés dues à la chaîne latérale

VI. Méthodes d'étude des acides aminés

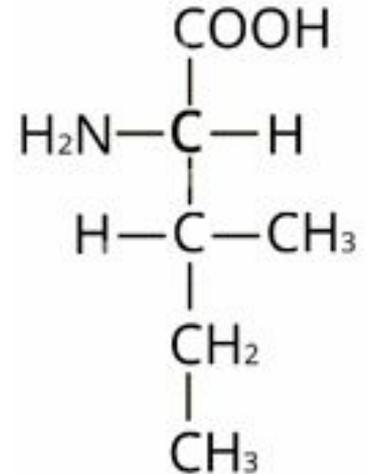
- VII. Chromatographie
- VIII. Electrophorèse

Généralités et définitions

Les acides aminés, ou acides α -aminés, ou AA, sont les unités monomériques constitutives des peptides et des protéines.

- Acide aminé : monomère, unité de base des peptides et des protéines.
- Peptide : oligomère ou polymère d'AA.
- Protéine : polymère avec un plus grand nombre d'AA que le peptide.

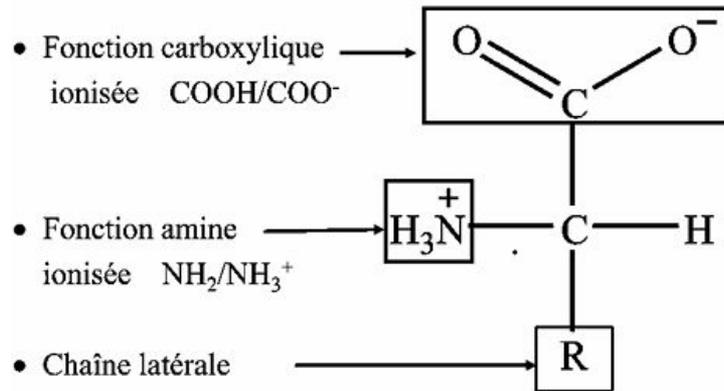
La masse moyenne d'un acide aminé est d'environ **110 Da**.



Généralités et définitions

Les **acides aminés** sont :

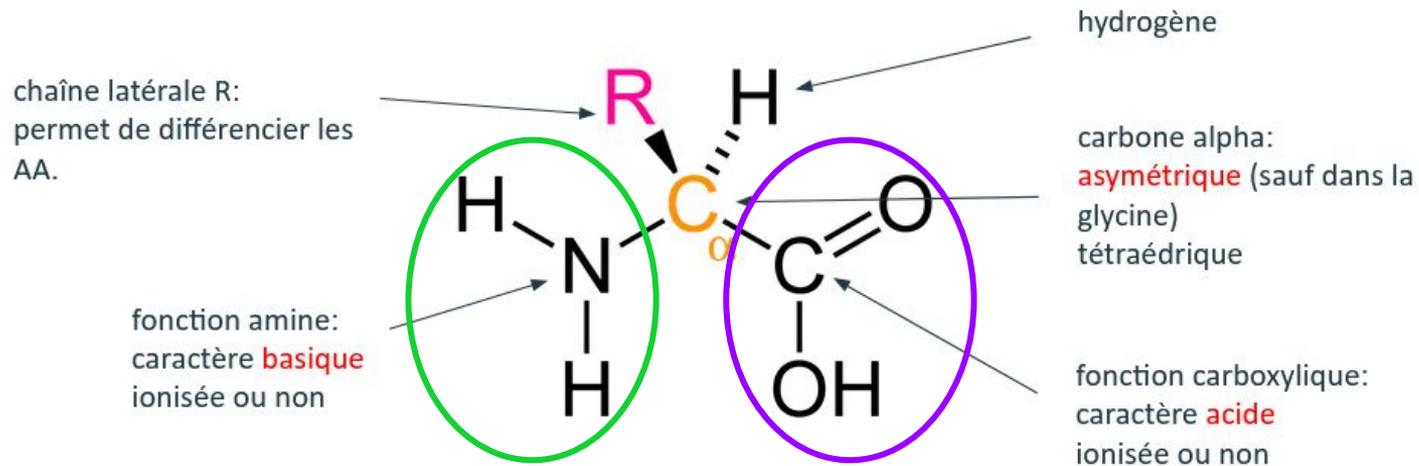
- **Des molécules amphotères** qui possèdent à la fois une fonction acide (COOH) et une fonction basique (NH₂) ;
- **Des molécules ionisables** (les fonctions carboxyliques sont ionisées selon le couple acido-basique COOH/COO⁻ et les amines sont ionisées selon le couple NH₂/NH₃⁺) **Cette ionisation dépend du pH du milieu.**



Rappel : Un acide (COOH) est capable de libérer des protons dans le milieu alors qu'une base (NH₂) est capable de fixer des protons du milieu.

Structure

Les **acides aminés** se composent d'un **carbone α tétraédrique (hybridé sp^3)** lié de façon covalente à une **fonction carboxylique acide**, à une **fonction amine** (basique), à un hydrogène H et à un **radical R**. C'est cette chaîne latérale R qui va permettre de différencier les AA.



Rôles des Acides aminés

- Rôle structural : 20 AA différents entrent dans la structure des peptides et des protéines. Ces dernières sont au nombre de 100 000 (environ) chez l'Homme et ont des fonctions très différentes. Leur synthèse s'effectue dans le cytoplasme des cellules, au cours de la traduction des ARN messagers.

L'enchaînement des AA constitue la structure laire des peptides et des protéines.

- Rôle biosynthétique : Précurseurs de molécules à activité biologique.
- Rôle bioénergétique :
 - Catabolisme oxydatif des AA (fournit de l'énergie+substrats pour le cycle de Krebs)
 - Energie non stockée.

Classification des acides aminés

Classification biologique

- 8 AA **indispensables** = non synthétisés par l'organisme
Val, Leu, Ile, Lys, Met, Thr, Phe, Trp
« Va Tripoter Lysine Mais Fais Le Très Isolément. »
- 2 AA **essentiels** = peuvent être remplacés par d'autres AA
Cys(-->Met), Tyr(-->Phe)

“ CM et tire-fesse”
- 2 AA **semi-indispensables**=synthèse possible mais insuffisante
Arg, His
- 8 AA **ni indispensables ni essentiels**
Gly, Ala, Asp, Glu, Asn, Gln, Ser, Pro

Classification des acides aminés

Classification biochimique

- AA aliphatiques à chaîne alkyle linéaire : Gly, Ala
- AA aliphatiques à chaîne alkyle ramifiée : Leu, Ile
- AA acides : Asp, Glu et leur dérivés amides: Asn, Gln
- AA basiques : Lys, Arg, His
- AA hydroxylés : Ser, Thr
- AA soufrés : Cys, Met
- AA aromatiques : Tyr, Trp, Phe
- Cas particulier : Pro

CLASSIFICATIONS DES 20 ACIDES AMINÉS NATURELS

○ Aliphatiques ● Soufrés ● Alcools ● Acides ● Basiques
● Amides ● Aromatiques ● Imminoacide

Gly	Ala	Val	Leu	Ile
Cys	Met	Ser	Thr	Pro
Asn	Gln	Tyr	Phe	Trp
Asp	Glu	Lys	Arg	His

Classification des acides aminés

Classification basée sur la polarité des chaînes latérales :

Polaires :

- Gly
- Asp et Glu (acides)
- Asn et Gln (amides)
- Ser et Thr (hydroxylés)
- Lys, His, Arg
(basiques)
- Cys
- Tyr

Apolaires :

- Ala, Val, Leu, Ile
- Pro
- Met
- Phe, Trp

Rappel : La polarité découle d'une répartition inhomogène des électrons d'une molécule, liée à des différences d'électronégativité entre les atomes. En cas de charges électriques réparties de manière inhomogène, la molécule est dite polaire (≠ ionisée).

!!\ Toutes les fonctions ionisables sont polaires mais toutes les fonctions polaires ne sont pas ionisables. !!

Propriétés physiques des AA

Formes ioniques des acides aminés

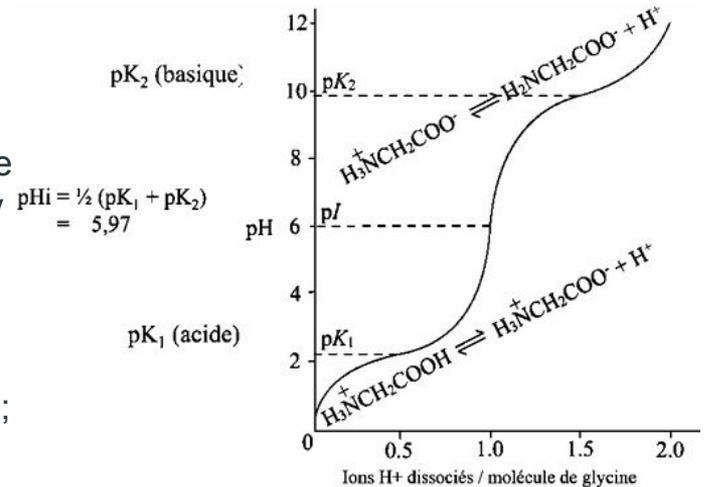
Point isoélectrique (pI ou pHi) : pH auquel l'acide aminé possède une charge nette nulle (charge 0). /!\ Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de charge sur la molécule ; il peut y en avoir mais elles vont s'annuler.

Chaque acide aminé va posséder un point isoélectrique différent :

- Les acides aminés basiques ont des pHi élevés (ex : Lys → 9,7) ;
- Les acides aminés acides ont des pHi bas (ex : Asp → 3,0).

Pourquoi c'est assez logique ?

Un AA basique accepte facilement un proton, donc il faudra beaucoup augmenter le pH (signe de la diminution de la concentration en H⁺ dans le milieu) pour que COOH cède un proton et que la forme soit neutre. Pour un AA acide, c'est l'inverse. En effet, plus le pH est bas, plus il y a de protons dans l'environnement et plus il est difficile d'en dégager.



Propriétés physiques des AA

Solubilité et polarité

Les acides aminés sont :

- Des solides blancs, bien cristallisés et difficiles à manipuler ;
- Peu solubles dans l'eau (la solubilité est fonction de la polarité de la molécule) ;
- Solubles dans les solvants organiques tels que les alcools ;
- Incolores en solution. La polarité dépend :

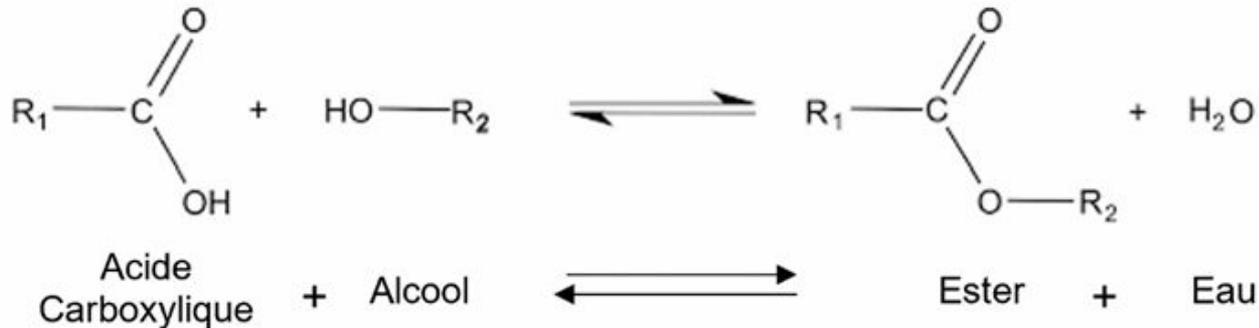
La polarité de l'acide aminé va dépendre :

- De la masse moléculaire de l'AA ;
- Des fonctions existantes ;
 - De la chaîne latérale ;
- De la longueur.

Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la fonction COOH

- Estérification

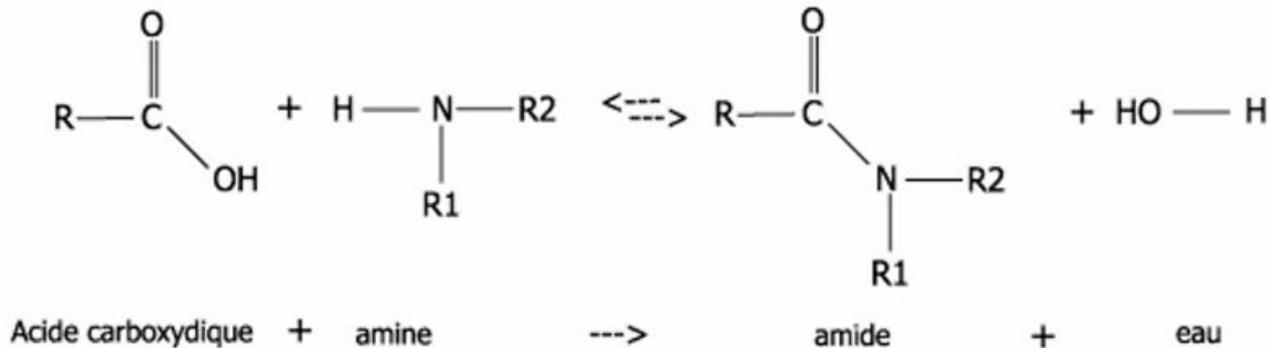


L'estérification consiste à ce qu'un alcool R'-OH agisse sur la fonction -COOH d'un acide carboxylique. Autrement dit, il s'agit d'une réaction de déshydratation intermoléculaire entre un alcool et un acide (car on a une perte de H₂O). A noter que les esters sont des liquides très utilisés pour la synthèse organique des peptides.

Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la fonction COOH

- Amidification

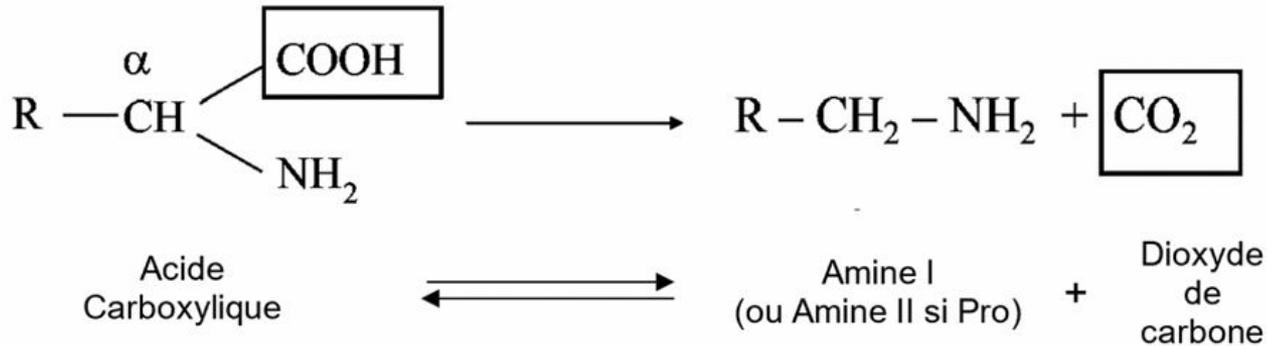


L'amidification repose sur l'action d'une amine (R1-NH-R2) sur la fonction -COOH d'un acide carboxylique. Elle aboutit à la formation d'un amide. Là encore, on a affaire à une déshydratation intermoléculaire. !\ Lors de cette réaction, il se forme une liaison amide (et non une fonction amide) !

Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la fonction COOH

- Décarboxylation

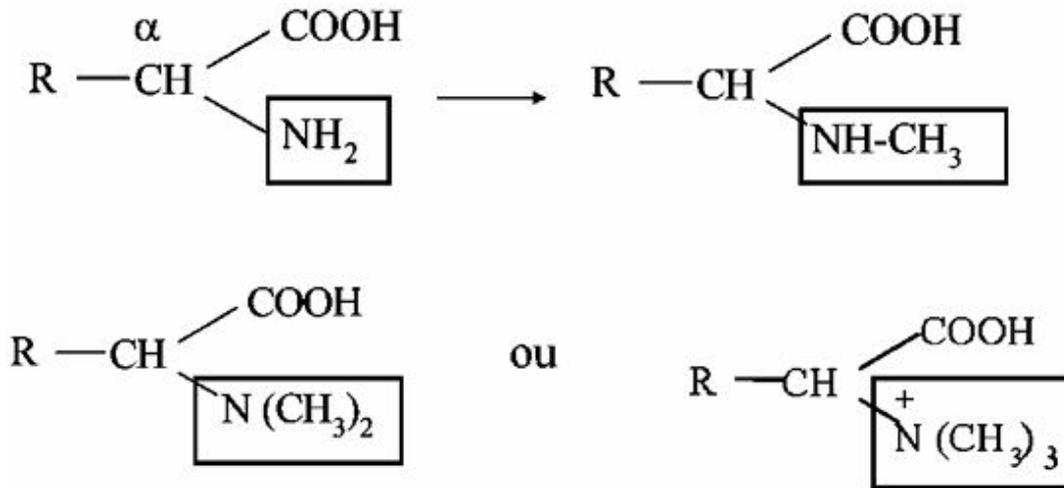


Diverses décarboxylations jouant un rôle physiologique important ont lieu dans le corps.
exemple : His → histamine (immunité, allergies)

Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la fonction NH₂

- N-alkylation



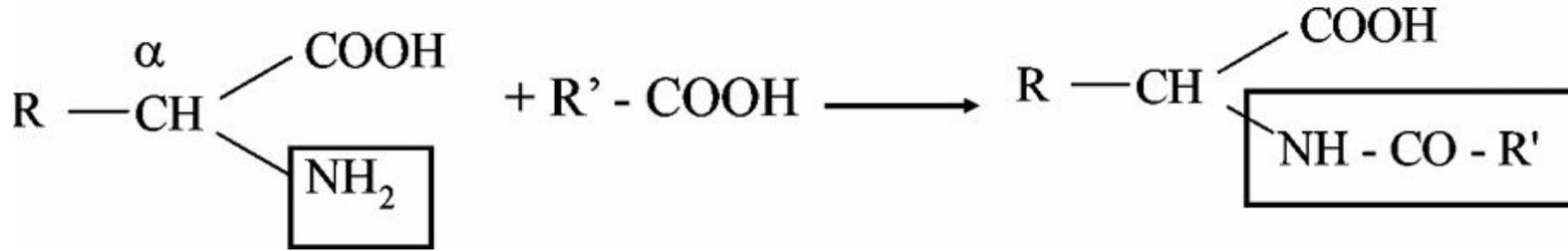
Cette réaction consiste en la fixation d'un résidu alkyl (= chaîne hydrocarbonée à n carbone CH₃, C₂H₅, etc.) sur l'azote.

Exemple ci-contre : fixation de 1, 2 ou 3 CH₃ (méthylation) sur le N.

Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la fonction NH₂

- N-acylation



Cette réaction consiste en la fixation d'un radical acyl (= radical d'acide gras), formant alors un dérivé N-acylé contenant une liaison amide (encadrée dans l'exemple ci-dessus).

Pour rappel : une liaison amide ≠ une fonction amide

Propriétés chimiques des AA

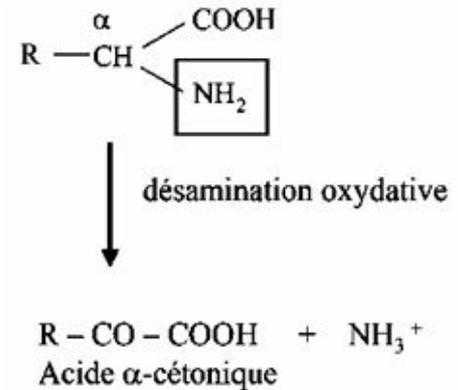
Propriétés dues à la fonction NH₂

- Désamination



Cette réaction est une désamination « de base »

Ici, nous avons une désamination particulière appelée la désamination oxydative. Elle constitue une étape importante du métabolisme des AA. Elle consiste en une désamination associée à une oxydation du C α , donnant alors un acide α -cétonique (R-CO-COOH) et de l'ammonium (NH₃⁺).



Propriétés chimiques des AA

Propriétés dues à la chaîne latérale

Les deux propriétés les plus utilisées sont :

- Le pH_i , pour les chromatographies et électrophorèses ;
- L'absorption UV, pour les AA aromatiques;

L'absorption des UV est une propriété due aux liaisons doubles. Or un acide aminé aromatique possède par définition un cycle plan avec au moins une double liaison (1, 3, 5, 7...). Ainsi, les AA aromatiques auront suffisamment de liaisons doubles pour absorber les UV contrairement aux autres AA qui n'en n'ont pas suffisamment (que celle dans COOH).

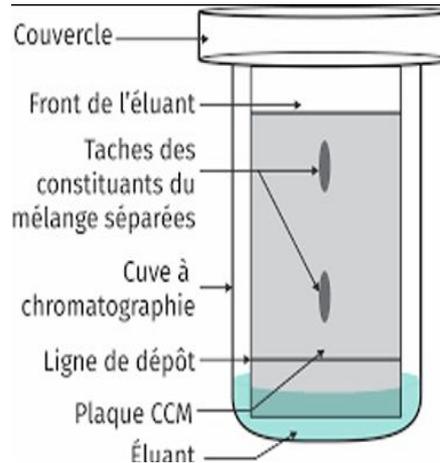
Méthodes d'étude des acides aminés

Chromatographie

- Chromatographie de partage sur couche mince

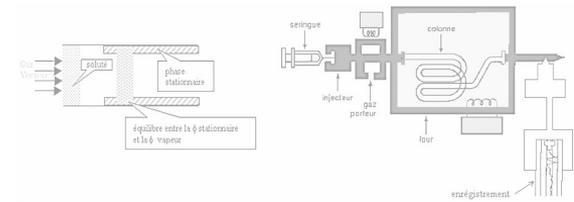
La chromatographie de partage sur couche mince est une technique basée sur la différence de coefficient de partage (polarité) entre les divers AA par rapport au solvant ou mélange de solvants utilisé. Un AA polaire est soluble dans un solvant polaire et ne l'est pas dans un solvant apolaire. C'est l'inverse pour les AA apolaires. La couche mince peut être de silice, de cellulose ou bien de papier.

**Les vapeurs de solvant permettent de faire migrer les AA.
Plus la solubilité est importante, plus la migration de l'AA le sera aussi.**



- Chromatographie en phase gazeuse

Principe : Les AA sont volatilisés dans une phase gazeuse (gaz vecteur) au contact d'une colonne dont la composition interne varie. Certains d'entre eux ont une plus grande diffusion que les autres ; ils sortent +/- rapidement. On détermine alors leur temps de rétention. Chaque AA possède un temps de rétention qui lui est propre.



Méthodes d'étude des acides aminés

Chromatographie

- Chromatographie échangeuse d'ions

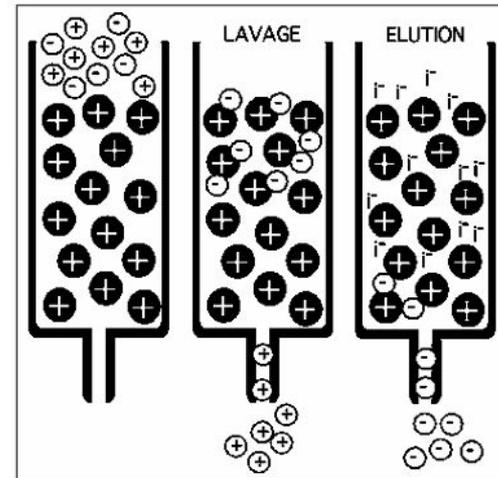
La chromatographie échangeuse d'ions est basée sur la différence de charge (et donc de pHi) entre les divers AA.

Il y a deux types de chromatographie en fonction de la résine utilisée :

- Résine chargée +
- Résine chargée -

Il faut considérer que la chromatographie se fait en 3 étapes :

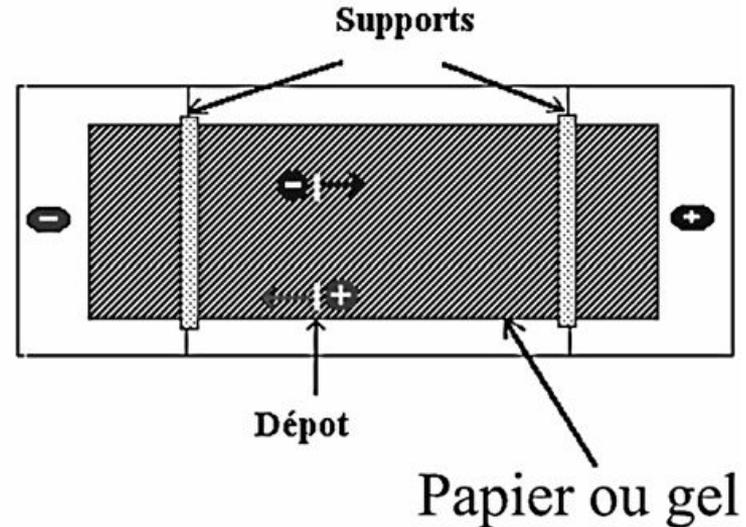
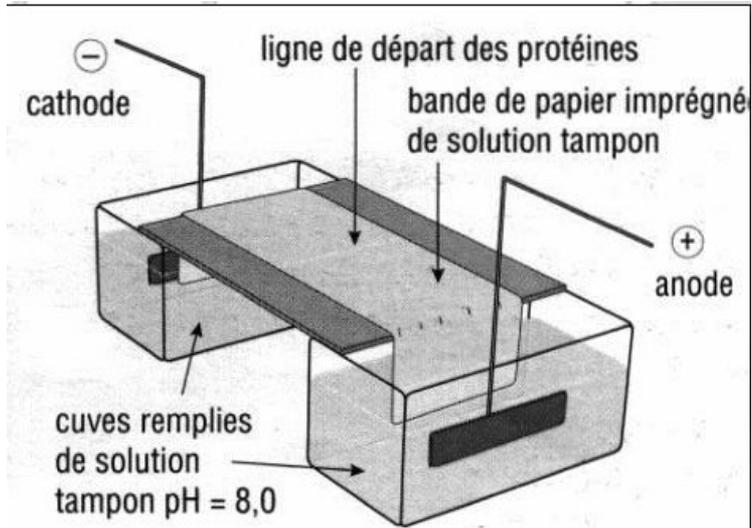
- 1ère étape : addition des molécules à analyser sur la résine.
- 2ème étape : lavage. → Les résidus d'AA à charge + passent à travers la résine sans être retenus. → Les résidus à charge - sont retenus car ils interagissent avec les charges + de la phase stationnaire.
- 3ème étape : élution par un solvant à pH approprié pour récupérer les résidus chargés -.



Méthodes d'étude des acides aminés

Electrophorèse

L'**électrophorèse** est une technique qui permet de séparer les AA sous l'action d'un champ électrique. Les AA étant incolores, on se doit d'utiliser un révélateur coloré en fin d'expérience pour révéler leur position sur le support.



VRAI ou FAUX

Les acides aminés sont les unités polymériques constitutives des peptides et des protéines.

VRAI ou FAUX

Les acides aminés sont les unités **polymériques** constitutives des peptides et des protéines.

FAUX

Les acides aminés sont les unités **monomériques** constitutives des peptides et protéines.

Pour rappel :

- Acide aminé : monomère, unité de base des peptides et des protéines.
- Peptide : oligomère ou polymère d'AA.
- Protéine : polymère avec un plus grand nombre d'AA que le peptique.

VRAI ou FAUX

Les acides aminés se composent d'un carbone α tétraédrique lié de façon covalente à une fonction amine, à une fonction carboxylique, à un hydrogène H et à un radical R.

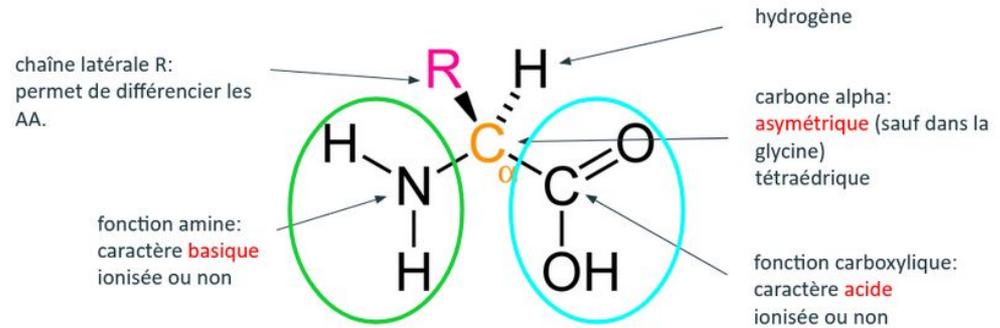
VRAI ou FAUX

Les acides aminés se composent d'un carbone α tétraédrique lié de façon covalente à une fonction acide, **à une fonction carboxylique**, à un hydrogène H et à un radical R.

FAUX

! \ La fonction acide = fonction carboxylique ! \

Les **acides aminés** se composent d'un **carbone α tétraédrique** (hybridé sp^3) lié de façon covalente à une **fonction acide**, à une **fonction amine** (basique), à un hydrogène H et à un **radical R**.



VRAI ou FAUX

Le point isoélectrique correspond au moment où l'acide aminé possède une charge nette nulle.

VRAI ou FAUX

Le point isoélectrique correspond au moment où l'acide aminé possède une charge nette nulle.

VRAI

Point isoélectrique (pI ou pHi) : pH auquel l'acide aminé possède une charge nette nulle (charge 0). /!\ Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de charge sur la molécule ; il peut y en avoir mais elles vont s'annuler.