

**Introduction**

**FICHE 1** ▶ Définition et propriétés générales des protéines

**Acides aminés : structure**

**FICHE 2** ▶ Structure générale et classification des acides aminés

**FICHE 3** ▶ Acides  $\alpha$ -aminés standard apolaires

**FICHE 4** ▶ Acides  $\alpha$ -aminés standard polaires

**Acides aminés : propriétés physico-chimiques**

**FICHE 5** ▶ Caractère amphotère des acides  $\alpha$ -aminés

**FICHE 6** ▶ Stéréochimie et activité optique des acides  $\alpha$ -aminés

**FICHE 7** ▶ Propriétés spectrales des acides  $\alpha$ -aminés

**FICHE 8** ▶ Réactivités chimiques des acides  $\alpha$ -aminés

**Protéines : structure**

**FICHE 9** ▶ Liaison peptidique

**FICHE 10** ▶ Structure primaire

**FICHE 11** ▶ Structure secondaire

**FICHE 12** ▶ Structure tertiaire

**FICHE 13** ▶ Structure quaternaire

**Protéines : propriétés physico-chimiques**

**FICHE 14** ▶ Propriétés physico-chimiques des protéines

**Métabolisme des acides aminés et des protéines dans l'organisme humain**

**FICHE 15** ▶ Métabolisme des protéines et des acides aminés : généralités

**FICHE 16** ▶ Métabolisme des acides aminés

**FICHE 17** ▶ Synthèse des protéines par traduction

**FICHE 18** ▶ Modifications post-traductionnelles

**FICHE 19** ▶ Dégradation des protéines

**Fonctions des protéines**

**FICHE 20** ▶ Multiplicité des fonctions des protéines

**FICHE 21** ▶ Certaines protéines globulaires sont des enzymes

**FICHE 22** ▶ Les protéines fibreuses sont des protéines de structure

Les protéines (du grec *protos*, premier) sont des molécules biologiques de première importance, **nécessaires à la vie**. Elles sont présentes dans tous les organismes vivants et participent à de nombreuses fonctions biologiques pour ne pas dire toutes.

La diversité des fonctions des protéines est la conséquence de la diversité de leurs structures tridimensionnelles, c'est-à-dire des formes qu'elles adoptent dans l'espace.

Cette diversité de structure est d'autant plus remarquable que les protéines naturelles sont des polymères formés, dans la plupart des cas, à partir de seulement 20 monomères différents.

## Les protéines sont des polymères d'acides $\alpha$ -aminés

Les monomères entrant dans la composition des protéines sont les **acides  $\alpha$ -aminés protéinogènes**. Ces acides aminés sont incorporés dans les protéines au cours de la traduction.

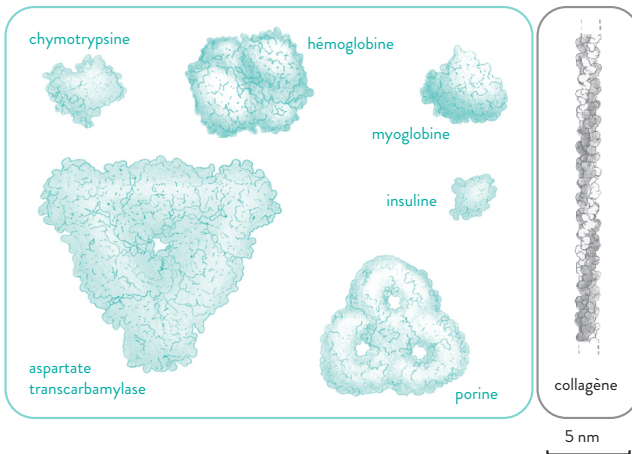
### DÉFINITIONS

Une **protéine** est un polymère linéaire d'acides aminés dans lequel chaque acide aminé est uni au suivant par une liaison peptidique.

Plusieurs termes désignent les composés protéiques selon le nombre d'acides aminés qui les composent : un **oligopeptide** est composé d'un petit nombre d'acides aminés (jusqu'à une dizaine), un **polypeptide** est composé de plusieurs dizaines d'acides aminés (jusqu'à une centaine) et une **protéine** contient généralement plus d'une centaine d'acides aminés.

## Diversité structurale des protéines

Les protéines sont caractérisées par une grande diversité structurale.



**Figure 1 – Exemples de protéines globulaires (en vert) ou fibreuses (en gris)**

(d'après *Biochimie, tout le cours en fiches* sous la direction de Norbert Latruffe)

Elles peuvent être classées dans deux grandes catégories, selon leur forme tridimensionnelle (fig. 1) :

- les **protéines globulaires** sont les plus nombreuses. Elles sont caractérisées par une **forme sphéroïde**. Certaines sont hydrosolubles, c'est-à-dire solubles dans un milieu aqueux. Ceci est le cas de nombreuses enzymes comme la chymotrypsine et l'aspartate transcarbamylase, de protéines de transport comme l'hémoglobine et la myoglobine ou d'hormones telles que l'insuline. D'autres, comme certaines protéines membranaires à l'image de la porine, sont liposolubles, c'est-à-dire solubles dans les lipides.
- les **protéines fibreuses (fibrillaires)** sont caractérisées par une **forme allongée**. Le collagène en constitue un exemple remarquable, puisqu'il s'agit de la protéine la plus abondante dans le règne animal.

La diversité des structures et, par conséquent, des fonctions des protéines est la conséquence de plusieurs facteurs comme :

- le nombre total d'acides aminés qui les composent, responsable de leur taille;
- la combinatoire (séquence) de ces acides aminés;
- les modifications des acides aminés pouvant survenir après la synthèse des protéines (modifications post-traductionnelles) telles que la glycosylation et la phosphorylation;
- le pH (potentiel hydrogène) qui modifie l'état d'ionisation des groupements ionisables présents dans les protéines.

### ► Certaines protéines sont liées aux membranes

Les **membranes cellulaires** sont des structures essentielles à la vie, dont le rôle principal est de permettre la compartimentation : les membranes plasmiques des cellules procaryotes et eucaryotes séparent le milieu extracellulaire du milieu intracellulaire (ou cytoplasme) alors que les membranes endocellulaires des cellules eucaryotes séparent le milieu interne des organites (noyau, mitochondrie...) du cytoplasme. Les membranes sont aussi impliquées dans le transport de substances entre les deux compartiments qu'elles séparent.

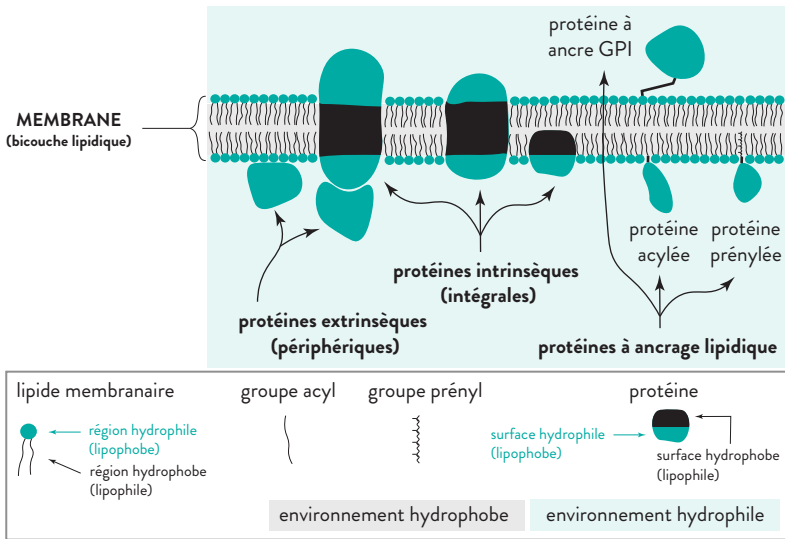
Les membranes cellulaires sont des **bicouches lipidiques**. Une bicouche lipidique est formée de deux feuillets de lipides amphiphiles dont les régions hydrophiles sont localisées au niveau des deux faces externes de la bicouche et les régions hydrophobes à l'intérieur de celle-ci.

Les **protéines** liées aux membranes cellulaires (bicouches lipidiques) peuvent s'associer avec la bicouche lipidique selon trois modes principaux (fig. 2) :

- les **protéines membranaires intrinsèques** (ou intégrales) sont encastrées dans la bicouche lipidique. Elles forment des interactions hydrophobes avec les parties hydrophobes de lipides de la bicouche. Elles peuvent traverser la bicouche en interagissant avec les deux feuillets de lipides ou bien être ancrées dans un seul des deux feuillets. Dans certains cas, la quasi-totalité de la protéine se situe dans la bicouche, dans d'autres cas, une partie de la protéine s'étend hors de la bicouche, d'un seul côté ou des deux côtés de celle-ci;

- les **protéines membranaires extrinsèques** (ou périphériques) sont présentes à la surface de la bicouche, soit d'un côté, soit de l'autre. Elles forment des interactions faibles (électrostatiques, hydrogène...) avec les parties hydrophiles des lipides ou des protéines intrinsèques;
- les **protéines à ancrage lipidique** sont fixées à la bicouche par liaison covalente à une ancre de nature lipidique. C'est le cas des protéines à ancre GPI (Glycosyl Phosphatidyl Inositol), des protéines acylées et des protéines prénylées (voir fiches 8 et 18).

Les trois modes d'interaction entre les protéines et la bicouche lipidique ne sont pas exclusifs. Ainsi, certaines protéines intrinsèques possèdent un ancrage lipidique.



**Figure 2 – Différents types de protéines membranaires**