



VOIE TECHNOLOGIQUE

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Lexique et culture

ENSEIGNEMENT

COMMUN

PROTÉINE

Thématiques associées : biotechnologies et santé publique

Principes et méthode

L'objectif est de faire émerger la ou les définitions possibles du terme grâce à son étude lexicale dans sa dimension scientifique, historique et culturelle.
Plutôt que de partir d'une définition déjà constituée, un dévoilement progressif de celle-ci amènera les élèves à s'approprier et à maîtriser le mot et le concept au terme de la séance. Quelques définitions simples et la liste des mots clés à maîtriser en lien avec le terme étudié, en accord avec les programmes, sont rappelées.

Définition simple

On désigne par protéine un polymère biologique tridimensionnel élaboré à partir de la combinaison d'une vingtaine de monomères appelés acides aminés.

Étape 1 : La découverte du mot en contexte scientifique

Pour amorcer l'étude, le professeur fait découvrir à ses élèves le mot en contexte scientifique grâce à une sélection de textes courts à lire, en français ou en langue étrangère. Il peut retenir les propositions ci-dessous ou en choisir d'autres, en fonction du champ disciplinaire et de ses objectifs.

Texte 1

Les protéines sont au cœur de l'action dans les processus biologiques. Elles fonctionnent comme des enzymes, pour catalyser l'ensemble complexe des réactions biochimiques que l'on appelle la vie. Les protéines sont les régulateurs de ces réactions, à la fois directement comme constituant majeur de ces enzymes et indirectement comme messagers biochimiques, appelés hormones, et comme récepteurs de ces hormones. Elles transportent et mettent en réserve des produits biologiquement importants [...]. Sous forme de fibres musculaires [...], les protéines assurent le mouvement mécanique coordonné de nombreux processus biologiques. Les protéines du système immunitaire constituent un système de défense indispensable chez les animaux supérieurs. Cependant, les protéines ont également des rôles passifs, comme le collagène qui donne aux os, tendons et ligaments, leur résistance élastique caractéristique.

Donald et Judith G. Voet, *Biochimie*, Bruxelles, De Boeck Université, traduction de la 2^e édition américaine par Yves Gaudemer, 1998

Texte 2

Les protéines sont formées de longues chaînes polypeptidiques. Ceci constitue la structure primaire des protéines. Mais chaque protéine a en réalité une structure tridimensionnelle, une conformation, qui lui est propre, établie et maintenue par d'autres types de liaisons que la liaison peptidique ; on dit que la protéine « native » a une structure secondaire, tertiaire et même quaternaire dans certains cas.

Jacques-Henry Weil, *Biochimie générale : cours et exercices corrigés*, Paris, Dunod, 10^{ème} édition, 2005

Étape 2 : L'histoire du mot

Le professeur fait découvrir aux élèves l'origine du mot, son sens selon son étymologie et son histoire grâce à une courte citation tirée d'un texte antique. Il accompagne cette découverte par la projection d'une image.

Origine et composition du mot

Le nom français « protéine » est formé sur le radical de l'adjectif grec *πρωτεῖος* (*protéios*) « qui occupe le premier rang » auquel est ajouté un suffixe d'origine latine, *-ine* (du latin *-ina*), qui sert à former, dans le vocabulaire de la chimie, des noms désignant une substance chimique ou un produit impliquant un traitement chimique (caféine, cocaïne, colchicine, digitaline, nicotine, etc.). Dans le vocabulaire de la biochimie, comme c'est le cas ici avec « protéine », le suffixe *-ine* sert à former des noms désignant un produit d'origine animale ou une substance produite par un organisme vivant (albumine, caséine, insuline, etc.).

L'emploi de l'adjectif grec *protéios* pour créer ce mot se justifie par le fait que les protéines ont été, lors de leur découverte, considérées comme la base de toute matière vivante.

Le terme est introduit en français en 1838 (cf. article de G. J. Mulder, « Sur la composition de quelques substances animales », publié dans le *Bulletin des sciences physiques et naturelles en Néerlande*¹, 1838, p. 111²) pour désigner certains composants du sang que le savant vient d'isoler et qu'il considère comme des agents primaires et essentiels des fonctions biologiques³.

Une autre théorie voudrait que « protéine » fasse référence, comme l'adjectif protéiforme, au dieu grec Protée qui pouvait changer de forme à volonté. Les protéines adoptent en effet de multiples formes et assurent de multiples fonctions. Mais ceci ne fut découvert que bien plus tard, au cours du XX^e siècle.

Consulter également les fiches consacrées aux préfixes et aux suffixes.

1. Ancien nom pour désigner les Pays-Bas (cf. adjectif français *néerlandais*).

2. L'article est disponible à l'adresse suivante : <https://www.biodiversitylibrary.org/item/20629#page/110/mode/1up>

3. G. J. Mulder traite notamment dans son article de l'albumine de l'œuf.

Le mot en V. O.

Le professeur projette au tableau une citation très courte tirée d'un texte antique, donnée dans sa langue originale : c'est l'occasion de voir et d'entendre grâce à [un enregistrement](#) quelques mots en grec ou en latin, immédiatement suivis de leur traduction.

L'extrait retenu est tiré des Vies parallèles du penseur Plutarque (env. 46-125 après J.-C.), qui compare ici d'un point de vue moral les vies du général romain Sylla et du général grec Lysandre, dont l'ascendant sur ses compatriotes spartiates était indéniable.

᾽Οθεν ὁ μὲν πολλακίς τὴν ἀρχὴν ἀποδοὺς τοῖς πολίταις ἀνέλαβε πολλακίς· διέμενε γὰρ ἡ τιμὴ τῆς ἀρετῆς ἔχουσα τὸ πρῶτεϊον·

Aussi les citoyens lui rendirent-ils l'autorité chaque fois qu'il la plaça entre leurs mains, parce qu'il conservait toujours la vertu qui donne la véritable **supériorité**.

Plutarque, *Comparaison de Lysandre et de Sylla*, 1, 4

Le mot et le concept

Tout en développant le bagage lexical des élèves, le professeur associe la maîtrise du lexique scientifique et l'enrichissement culturel. C'est par les mots qui font concept que l'on accède au sens de la pensée et à l'élaboration des théories.

Le médecin grec Hippocrate, surnommé le père de la médecine, affirmait déjà l'importance de l'alimentation pour la bonne santé et évoquait dans ses traités des aliments protéinés sans les nommer ainsi.

Mais ce n'est qu'au début du XIX^e siècle que le chimiste néerlandais Gerardus Johannes Mulder (1802-1880) sera capable d'isoler les protéines et de les définir comme indispensables et majoritaires dans le poids sec des cellules animales. C'est la raison pour laquelle l'un de ses confrères suédois, Jöns J. Berzelius (1779-1848), considéré comme l'un des fondateurs de la chimie moderne, lui suggéra dans une lettre le nom de « protéine » pour les désigner.

Au cours du XX^e siècle, lorsque l'on découvrit que les protéines adoptaient de multiples formes et assuraient de multiples fonctions, on imagina un lien étymologique avec le dieu grec Protée qui pouvait changer de forme à volonté (sémantisme présent dans l'adjectif « protéiforme »).

La diversité de composition et de structure des protéines, qui sont constituées d'un ou plusieurs polymères, combinaison non aléatoire de vingt acides aminés différents, fait qu'au début du XX^e siècle on leur attribuait à tort le rôle de support de l'information génétique dans les cellules⁴. L'ADN, polymère de quatre nucléotides uniquement, semblait par comparaison trop simple avant l'élucidation du code génétique.

4. La combinaison ordonnée des 20 acides aminés, appelée séquence, n'est pas aléatoire car elle est porteuse de l'information, après traduction de l'information génétique portée par les gènes.

Ces macromolécules sont en fait support et produit de l'information génétique. C'est par la production de protéines que les cellules vivantes expriment les caractères programmés dans leur génome.

Le mot et l'image

Le professeur projette une image pour accompagner l'étude du mot et propose à cette occasion une lecture originale et augmentée.

L'image retenue représente [la structure tertiaire de la GFP](#) (*Green Fluorescent Protein*), protéine fluorescente verte issue de la méduse *Aequorea victoria*. En modifiant la représentation dans l'onglet « commande » puis « représenter en rubans », et en appuyant sur le clic gauche de la souris, il est possible de visualiser la structure tridimensionnelle, structure spatiale de la GFP.

Étape 3 : Appropriation du terme dans ses différents contextes

Le mot et ses principaux emplois

Le professeur présente diverses formulations scientifiques dans lesquelles les élèves retrouvent le terme « protéine ». En fonction de sa progression et de ses objectifs, il choisit de développer tel ou tel aspect de son étude.

Une protéine est un biopolymère de plus de 100 acides aminés de la série L liés par des liaisons peptidiques. La séquence d'acides aminés constitue la structure primaire de la molécule. Cette chaîne va acquérir un niveau de structure secondaire puis tertiaire, voire parfois quaternaire aboutissant à une protéine fonctionnelle. Chacun de ces deux niveaux dépend de la structure primaire ou séquence de la protéine.

Les protéines sont des macromolécules qui peuvent avoir de nombreuses fonctions :

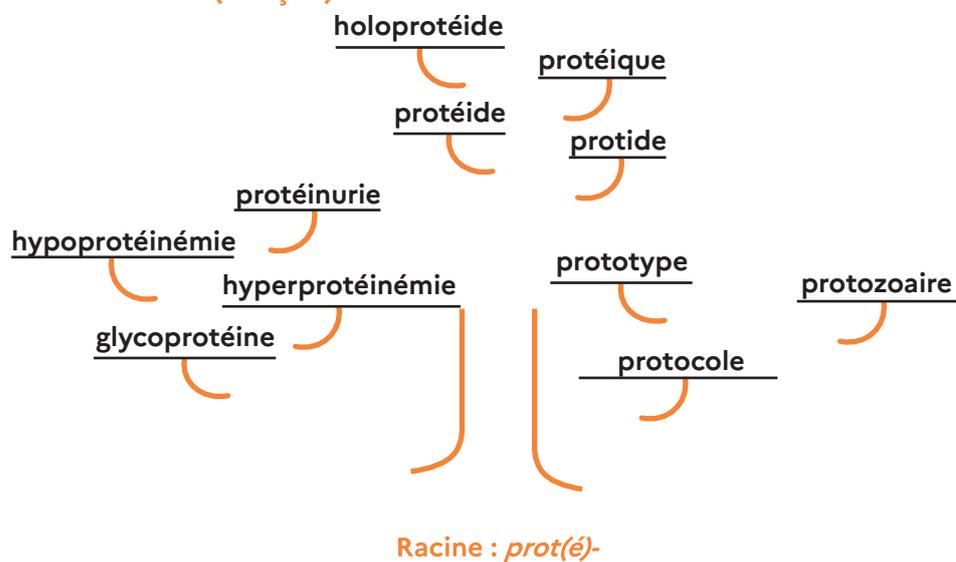
- fonctions de structure : architecture de la cellule et des membranes, structure et résistance des tissus ;
- fonctions de reconnaissance spécifique : de nombreuses protéines se lient spécifiquement à une autre molécule comme les enzymes, les transporteurs, les récepteurs, les anticorps, les hormones.

Dénaturation des protéines : désorganisation de la structure spatiale (structures secondaire, tertiaire, quaternaire) des édifices protéiques sans rupture de liaisons peptidiques covalentes.

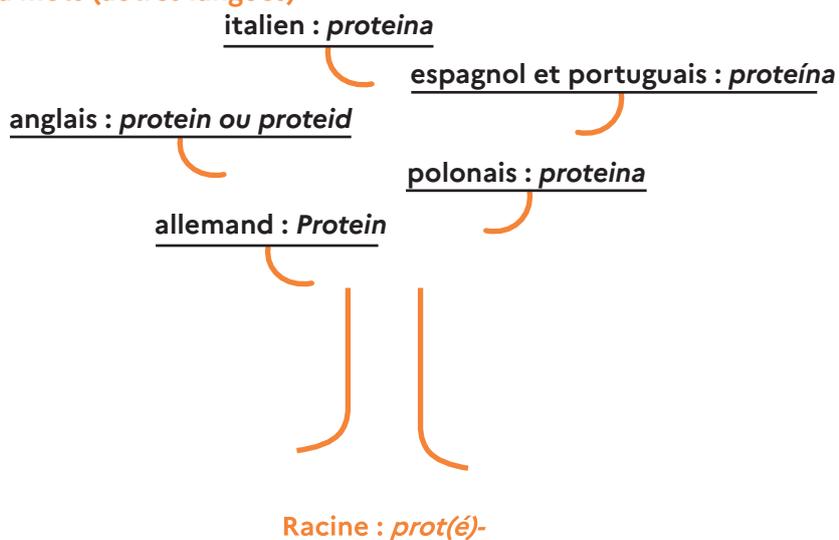
Protéine recombinante : protéine produite par « expression » d'un gène d'intérêt introduit dans le génome d'une cellule qui ne la produit pas naturellement. L'expression d'un gène est sa traduction en protéine par la machinerie cellulaire, on dit que le gène est « exprimé ».

Les mots de la famille

Premier arbre à mots (français)



Second arbre à mots (autres langues)



Retrouvez éduscol sur



Étape 4 : Ouverture culturelle et humaniste

Une sélection de textes, d'extraits facilement accessibles ou de références artistiques et culturelles prolonge la découverte et l'étude du mot selon divers axes problématiques.

• L'importance de l'alimentation

Cette espèce de diarrhée survient surtout chez les individus à chair dense, quand, ainsi constitués, ils sont mis au régime de la viande, car les veines resserrées ne reçoivent pas les aliments introduits ; une pareille complexion n'a pas de stabilité, elle tourne rapidement au mal ou au bien, et dans des corps ainsi disposés, le summum de vigueur ne persiste que peu de temps. Mais les complexions plus lâches et plus velues s'accommodent davantage du régime de viande, supportent mieux la fatigue, et le summum de la vigueur y est plus durable. [...] Dans les cas où il survient des douleurs des viscères à la suite soit d'exercices, soit de toute autre fatigue, il convient de se reposer à jeun, et d'user de la boisson qui, introduite dans le corps en la moindre quantité, fera évacuer le plus d'urine, afin que les veines qui sont dans les viscères ne soient pas distendues par la réplétion ; car c'est de cette façon que naissent les tumeurs et les fièvres.

Hippocrate, *Du régime salubre*, chapitre 7, traduction E. Littré, 1840

• Demain, encore des protéines ?

Dans le film de science-fiction *Soleil vert* (Richard Fleischer, 1973), les hommes ne se nourrissent plus que de petits carrés de différentes couleurs, les « soleils verts » : ces derniers sont censés être constitués de protéines artificielles, planctons et autres algues, mais ils s'avèrent être composés des protéines extraites de cadavres humains – seules protéines encore présentes à la surface de la terre. L'intrigue, librement inspirée de celle du roman éponyme de Harry Harrison (1966), se déroule par anticipation en 2022 et combine dans une dystopie le genre du roman policier et de la science-fiction : l'enquête sur le meurtre d'un riche homme d'affaires permet de découvrir un monde pauvre et surpeuplé où les océans sont mourants, la canicule présente toute l'année, les ressources épuisées et la pollution omniprésente.

• Les protéines, un sujet d'inspiration pour l'art contemporain

Les découvertes scientifiques ont souvent inspiré les artistes : c'est aussi le cas pour les protéines.

Le travail sur la visualisation moléculaire a ainsi initié des projets de sculpture⁵.

Des recherches artistiques et scientifiques ont également été menées en création musicale contemporaine : l'encodage des protéines donne ainsi lieu à de nouvelles « gammes », qui sont utilisées par Rie Takahashi et Jeffrey Miller pour créer des mélodies nouvelles⁶.

5. C'est le cas notamment de http://www.cgl.ucsf.edu/chimera/data/group-meeting-feb2013/sculpture_app.html

6. Pour aller plus loin, il est possible de découvrir la démarche de Takahashi et Miller dans un article de la revue *Sciences et avenir* : https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/la-musique-des-protéines_3846 ; pour une approche plus complète, voir l'article de Rie Takahashi et Jeffrey Miller dans la revue scientifique *Genome Biology* : <https://link.springer.com/article/10.1186/gb-2007-8-5-405>

- **L'art, un sujet de recherche contemporain sur les protéines**

À l'inverse, l'art peut aussi être un objet d'étude pour les scientifiques : la chercheuse au CNRS Caroline Tokarski, spécialiste en spectrométrie de masse en haute résolution, identifie les protéines, les lipides et les sucres dans les œuvres d'art comme dans les vestiges archéologiques. Son expertise et sa passion la mènent dans de nombreux musées à travers le monde pour percer les secrets des chefs-d'œuvre et mettre à jour les menaces qui pèsent sur leur conservation.

- **La biologie moléculaire, une histoire à l'origine des technologies de pointe pour la santé.**

L'histoire de la biologie moléculaire débute vraiment lors de la découverte de la double hélice de l'ADN, molécule porteuse de l'information génétique et auto répliquative.

En 1958, Francis Crick (1916-2004), cinq ans après avoir participé à la découverte de la structure de l'ADN, publie la « théorie fondamentale de la biologie moléculaire » (*central dogma of molecular biology*).

Il y exprime le fait que lorsque l'information spécifique est intégrée dans une protéine, après traduction de l'ARN vers les protéines grâce au code génétique, elle ne peut plus en sortir. En effet, il est possible d'avoir des transferts d'information des autres molécules informatives du vivant : de l'ADN vers l'ARN, de l'ADN vers l'ADN ou même de l'ARN vers l'ADN. En revanche, il n'y aura jamais de transfert d'information des protéines vers l'ARN ou des protéines vers l'ADN. Cette théorie est fondamentale pour le génie génétique et la thérapie génique : l'élaboration de nouvelles protéines actives est permise par modification dirigée de la molécule d'ADN grâce à des technologies de plus en plus ciblées.

Cette théorie fondamentale, toujours en vigueur aujourd'hui, se retrouve sous forme d'ébauche dans une note datant de 1956 publiée dans [un article commémoratif de la revue scientifique en accès libre PLOS Biology](#).

Des mots en lien avec le mot étudié : biomolécule, biochimie, protéome