

ORGANISATION GENERALE DE LA CELLULE

I- Généralité

La cellule est l'unité fondamentale de la vie. Un organisme humain est constitué d'environ cent mille milliards de cellules toutes différentes les unes des autres, et se sont spécialisées au cours de la vie embryonnaire pour façonner notre corps.

- Une cellule présente toutes les caractéristiques fondamentales du vivant : elle transfère différentes formes d'énergie de manière à effectuer un travail ; elle exprime une information génétique contenue dans des acides nucléiques ; elle échange avec son milieu de vie ; elle peut se reproduire, et enfin, elle meurt.
- Même si les cellules semblent être de très petite taille, elles présentent une très grande complexité mettant en jeu des centaines de milliers d'interactions de tous ordres, entre gènes, protéines, petites molécules, cytosquelette.

La découverte de la cellule : une date, un outil, deux hommes...

En 1663, l'anglais R. Hooke a réalisé des observations de tissus végétaux à l'aide d'un microscope rudimentaire, inventé quelques années avant par Van Leewenhoek. Le liège lui est apparu alors comme une juxtaposition de boîtes auxquelles il donna le nom de cellule. La biologie cellulaire est une science relativement jeune, car elle date d'environ 150 ans ; elle s'est affirmée comme discipline à part entière seulement après l'énoncé de la **théorie cellulaire**. Son objectif initial était de décrire avec un maximum de précision toutes les structures caractéristiques des cellules animales, végétales ou des êtres unicellulaires, leurs modifications au cours de la vie des cellules, la diversité de celles-ci au sein des organismes ou au cours du développement embryonnaire... **Les progrès de la biologie cellulaire ont montré que les lésions cellulaires, ou encore les anomalies des phénomènes de reconnaissance et de communication entre les cellules, jouent un rôle déterminant dans le mécanisme de physiopathologies de très nombreuses maladies.**

II-Classification

Le monde des cellules est subdivisé en deux grands groupes qui sont fondamentalement différents sur la base de **leur structure interne** et de **leur organisation générale** ; il s'agit des **Procaryotes** et des **Eucaryotes (Tableau 1)**. Les premiers recouvrent les Bactéries, au sens large, tandis que les seconds sont représentés à la fois par des micro-organismes unicellulaires : les Protistes, mais surtout par des êtres pluricellulaires : les Algues, les Champignons, les Végétaux et les Animaux.

Tableau 1. Structures de cellules eucaryotes et procaryotes.

Structure cellulaire	Cellule procaryote	Typique animal eucaryote cellulaire
Membrane cellulaire	Oui	Oui
Paroi cellulaire	Oui	Non
Centrioles	Non	Oui
Chromosomes	Un à long ADN brin	Beaucoup
Cils ou flagelles	Oui, simple	Oui, complexe
Réticulum endoplasmique	Non	Oui (quelques exceptions)
Complexe de golgi	Non	Oui
Lysosomes	Non	Commun
Mitochondries	Non	Oui
Noyau	Non	Oui
Peroxisomes	Non	Commun
Ribosomes	Oui	Oui

Au sein des Procaryotes, on décrit en outre une discontinuité tout aussi fondamentale, beaucoup plus discrète et de découverte assez récente, qui non seulement les sépare en deux ensembles, mais qui subdivise en fait l'ensemble du monde vivant en trois règnes primaires : les **Eucaryotes** dont l'ADN est contenu dans un noyau, les **Eubactéries** caractérisées par une paroi cellulaire à peptido-glycanes, les **Archées**, qui présentent des lipides particuliers dans leur membrane.

A- Les Eucaryotes

La cellule eucaryote renferme essentiellement :

- **Un noyau:** contenant sous la forme d'ADN, les informations nécessaires au maintien des caractéristiques et à la synthèse des protéines spécifiques de l'espèce. Il contient, dans le nucléoplasme, la chromatine et le nucléole et, il est séparé des autres constituants cellulaires par l'enveloppe nucléaire. Cette dernière possède deux membranes, l'une externe en relation avec le cytoplasme et l'autre, interne, séparée de la chromatine par la lamina. Un espace périnucléaire sépare ces deux membranes. Des pores nucléaires ouverts dans l'enveloppe, offrent aux substances exogènes ou endogènes une possibilité de transit, aussi bien dans le sens noyau-cytoplasme que dans le sens cytoplasme-noyau.
- **Une membrane plasmique:** double couche lipidique associée à des protéines transmembranaires et périphériques. Elle est recouverte par le cell-coat.
Le rôle de la membrane plasmique est essentiellement le maintien de l'intégrité de la cellule. Sa face externe entre en relation avec le milieu extracellulaire et sa face interne avec le milieu intracellulaire. Ces deux faces ne possèdent pas la même structure et les mêmes fonctions : on parle d'asymétrie membranaire. La membrane plasmique possède des récepteurs membranaires et peut présenter des microvillosités et des jonctions intercellulaires.
- **Un cytosquelette:** est un réseau de fibres de nature protéique, organisé en trois dimensions dans le cytoplasme, et constitué par l'ensemble des microtubules, des microfilaments et

des filaments intermédiaires. Ils jouent les rôles suivants:
-Un rôle structural: il est responsable de la forme des cellules.
-Un rôle organisateur : il gère la division cellulaire.
-Un rôle dans le déplacement de la cellule et des organites.

- **Le centrosome:** localisé près du noyau formé de deux centrioles qui sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. A partir de ce centrosome, partent tous les microtubules. Lors de la division cellulaire, le centrosome se dédouble. Chaque centrosome va migrer vers un pôle de la cellule.
- **Un système endomembranaire:** regroupe essentiellement le réticulum endoplasmique (RE), l'appareil de Golgi, les lysosomes qui communiquent entre eux par l'intermédiaire de vésicules formées par bourgeonnement de leur membrane.
- **Le réticulum endoplasmique:** est un ensemble de cavités anastomosées limitées par une membrane. Le RE peut présenter des ribosomes : réticulum endoplasmique granuleux ou rugueux (REG ou RER) ou en être dépourvu : réticulum endoplasmique lisse (REL). Le REG participe, grâce aux ribosomes qui lui sont associés, à la synthèse des protéines destinées à l'exportation et à la plupart des protéines membranaires. Les ribosomes libres traduisent les ARNm en protéines destinées soit au cytosol, soit aux organites tels que les peroxysomes et les mitochondries. Le REL est impliqué dans la synthèse des lipides.
- **L'appareil de Golgi:** est constitué par un empilement de saccules (les dictyosomes) associés à des vésicules. L'appareil de Golgi modifie, trie, emballe et expédie les produits élaborés par le RE. Il intervient dans la glycosylation et, est le principal distributeur de nouvelles membranes synthétisées par le RE.
- **Les lysosomes:** sont limités par une membrane et renferment des hydrolases capables de lyser la majorité des molécules endogènes ou exogènes.
- **Les peroxysomes:** sont des organites sphériques ou ovalaires, qui ont pour rôle de détoxifier la cellule en dégradant certaines molécules (les acides gras, l'alcool...) grâce à la β -oxydation. Cette réaction produit du peroxyde d'hydrogène (l'eau oxygénée H_2O_2).
- **Les mitochondries:** limitées par une double membrane. La membrane externe est très perméable. La membrane interne, peu perméable, présente des crêtes qui s'insèrent dans la matrice mitochondriale, elles contiennent la chaîne respiratoire et la machinerie de synthèse d'ATP dont l'hydrolyse délivre une partie de l'énergie nécessaire au fonctionnement de la cellule. La matrice contient de l'ADN mitochondrial, et le matériel nécessaire à la synthèse des protéines.
- **Les inclusions :** sont des gouttelettes contenant des substances de réserve, ou des pigments. Les inclusions n'ont pas de rôle fonctionnel.

B- Les Eubactéries

- Les bactéries constituent un groupe très diversifié d'organismes microscopiques unicellulaires, **de forme très variable** mais qui possèdent en **commun un plan général d'organisation** et un certain nombre de caractères structuraux.
- En général, la cellule bactérienne est entourée d'une **paroi résistante** (un complexe de lipides, de polysaccharides et de polypeptides). Elle est limitée par une **membrane plasmique** constituée par une bicouche lipidique contenant des protéines intramembranaires. **Le chromosome bactérien (nucléotide)** est sous forme d'un filament disposé en boucle fermée qui occupe le centre de la bactérie. Il n'est pas séparé du cytoplasme par une enveloppe. Le cytoplasme est riche en protéines et renferme **des ribosomes**.

- Les bactéries peuvent aussi posséder :
 - une capsule** de nature polysaccharidique.
 - des inclusions** (glycogène, lipide, ...) qui sont des réserves de substances.
 - des expansions**: pili et flagelles.
- Les scientifiques classent généralement les bactéries en fonction de deux caractéristiques: **l'épaisseur de leur paroi** et leur **forme**.
- Pour déterminer l'épaisseur des parois cellulaires bactériennes, les scientifiques utilisent une technique appelée **coloration de Gram**. Ils teintent les bactéries avec un colorant appelé **cristal violet (coloration de violet gentiane et de fuchsine)**. Une paroi cellulaire épaisse conservera sa couleur violette, contrairement à une paroi mince.
- Les bactéries à **Gram positif** ont des parois cellulaires épaisses, **elles retiennent** le colorant (lorsqu'elles sont colorées, elles apparaissent bleues ou violettes). Le peptidoglycane entoure la membrane cytoplasmique de la bactérie. Il constitue la partie la plus externe. **La couche de peptidoglycane des bactéries Gram positif est plus épaisse** que celle des bactéries Gram négatif. Ex : les **staphylocoques**.
- Les bactéries à **Gram négatif** ont des parois cellulaires minces. Elles sont beaucoup **plus perméables au colorant**. Lorsqu'elles sont colorées, elles apparaissent roses ou rouges.
Leurs parois sont beaucoup plus complexes et constituées d'une **couche fine de peptidoglycane** qui repose sur la membrane plasmique entourée par élément supplémentaire; **une membrane externe**. Ex : *Escherichia coli*.
- Les bactéries peuvent également être regroupées en trois principaux ensembles en fonction de leur **forme**. Il s'agit notamment **des bactéries sphériques (les coques ou cocci), en forme de bâtonnets (les bacilles), et spiralées ou autres**.

C- Les Archées

- Les archées, anciennement appelées archéobactéries, sont des **microorganismes unicellulaires**. Les archées sont **très semblables aux bactéries** sur le plan **morphologique** et également **métabolique**. D'une taille similaire à celle des bactéries (**0,1-15 µm**), les archées possèdent un unique **chromosome circulaire**; se divisent par **scission binaire** et présentent souvent **des flagelles protéiques** permettant de se déplacer. Selon l'espèce, on trouve des archées en forme de **coques, de grappes, de bâtonnets et de filaments**.
- Sur le plan moléculaire, les archées sont bien plus semblables aux eucaryotes qu'aux bactéries. En effet, certaines de leurs protéines, notamment celles impliquées dans le traitement de l'information: **réplication, réparation et transcription de l'ADN**, sont beaucoup plus proches de celles des eucaryotes que de celles des bactéries. Dans de nombreux cas, les archées et les eucaryotes utilisent une même protéine que l'on ne retrouve pas chez les bactéries. Cependant, les archées possèdent des caractéristiques uniques qui les distinguent des deux autres grands groupes. Leurs **ARNr sont différents** des ARNr des bactéries et des eucaryotes. Aussi, leurs enveloppes ne contiennent pas de **peptidoglycane** (comme presque toutes les bactéries). Elles sont formées généralement par une couche protéique qui recouvre la membrane plasmique. Aussi, les phospholipides des archées diffèrent totalement de ceux des eucaryotes et des bactéries. Ce sont **des éthers d'isoprenol**, un alcool à longue chaîne, et non des esters d'acides gras.

- Les archées se distinguent par la variété et l'originalité des biotopes qu'elles occupent. Certaines sont connues pour leur capacité à vivre dans des conditions extrêmes (anaérobies, à forte salinité ou chaleur, à grande profondeur...) et occupent diverses niches écologiques (marécages, profondeurs de l'océan, eaux salées, sources acides chaudes...). Cependant, il existe beaucoup d'archées vivant dans des biotopes plus courants et très variés comme le sol, les lacs, la mer ou l'intestin et les poumons des mammifères.
- **Quelques exemples:** *Picrophilus* prolifère dans l'acide sulfurique de lacs **volcaniques**, *Pyrobaculum* vit au fond des réservoirs de **pétrole** chaud, *Thermoplasma acidophilum* a été isolée dans des résidus de mines de **charbon** en combustion lente ;

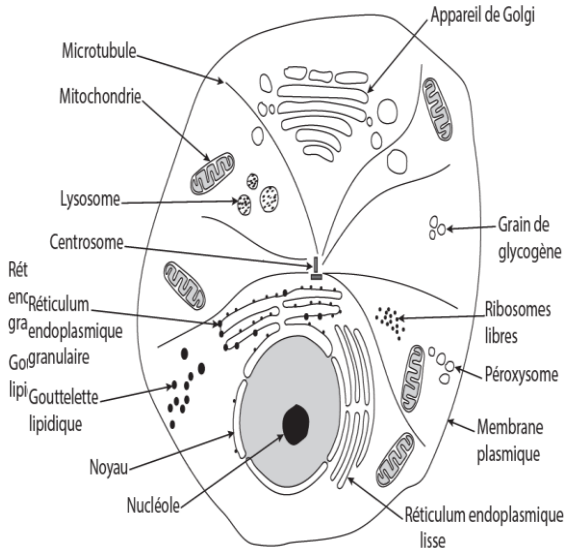
III- Les virus

- Les virus sont **des agents pathogènes** qui ne peuvent se reproduire en dehors d'une cellule **hôte**. Ce sont des **parasites obligatoires**. Ils sont dépourvus de cytoplasme et de vrai noyau, ils contiennent **un acide nucléique (ADN ou ARN) associé à des protéines**.
- Il existe des virus à **ADN (exemple virus de l'hépatite B) et des virus à ARN (exemple virus du sida; Covid 19)**.
- Le virus nécessite une cellule hôte pour pouvoir se multiplier. Chaque virus possède à sa surface une protéine capable de se lier à un composant membranaire particulier de sa cellule hôte. Le virus n'a pas de métabolisme propre ni de capacité intrinsèque à produire des protéines codées par son génome à ARN ou ADN. Il **utilise la machinerie de la cellule hôte pour produire ses propres protéines et répliquer son génome. En effet, le virus pénètre dans une cellule hôte, détourne l'équipement de l'hôte afin de répliquer son matériel génétique et commander la synthèse de protéines virales**. Par la suite, il ya assemblage et encapsidation des nouvelles particules virales et libération des virions en dehors de la cellule hôte en provoquant la lyse des cellules qu'ils infectent. D'autres virus sont capables de s'intégrer dans le génome de l'hôte et l'ADN viral se réplique au même rythme que l'ADN auquel il est intégré. Sous l'effet de divers facteurs, ils peuvent quitter ce cycle latent en s'excisant du génome. Les virus entrent ainsi dans un cycle lytique et redeviennent capables de se répliquer activement avant de sortir de la cellule.

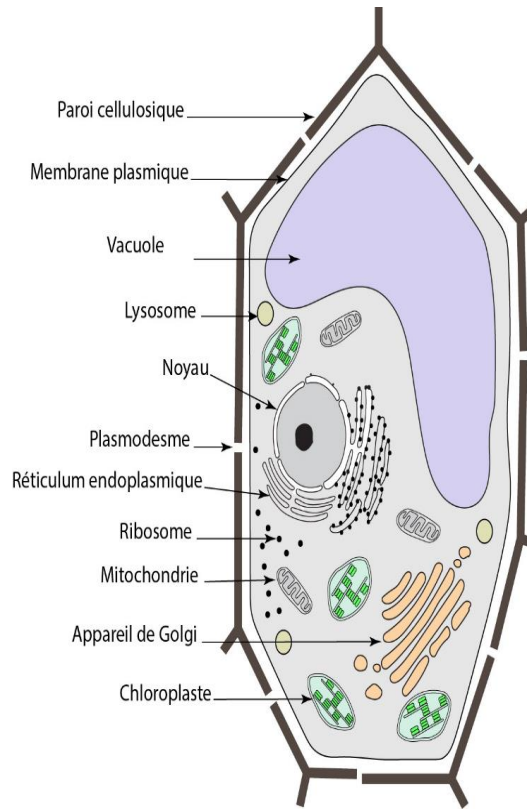
Exemple de maladie virale: cas du Covid19

- **Les coronavirus (CoVs)**, sont des **virus à ARN** responsables **d'infections respiratoires et digestives** chez de nombreux mammifères et oiseaux, ils sont divisés en quatre genres (*AlphaCoVs*, *BetaCoVs*, *GammaCoVs* et *DeltaCoVs*). Leur nom vient de leur conformation avec la présence de spicules formant une sorte de couronne. **En janvier 2020, un nouveau betacoronavirus, le SARS-CoV-2**, est isolé en Chine chez des patients de la ville de Wuhan présentant un tableau de pneumonie virale sévère. **En février 2020, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) attribua le nom de COVID-19** pour désigner la maladie causée par ce virus. Les virus mutent et produisent différentes lignées. Ainsi, au côté du derniers variant Omicron BA.1, sont apparus les variants BA.2 et BA.3 La plupart des mutations n'ont que peu ou pas d'incidence sur les propriétés du virus. Cependant, certaines mutations peuvent affecter les propriétés du virus et influencer, par exemple, sur la facilité avec laquelle il se propage, la gravité de la maladie qu'il entraîne ou l'efficacité des vaccins, des médicaments, des outils de diagnostic ect..
- Le virus a fait jusqu'à présent 6,54 millions de décès à travers le monde.
- Les recherches sur le virus et sur un nouveau vaccin á ADN sont en cours.

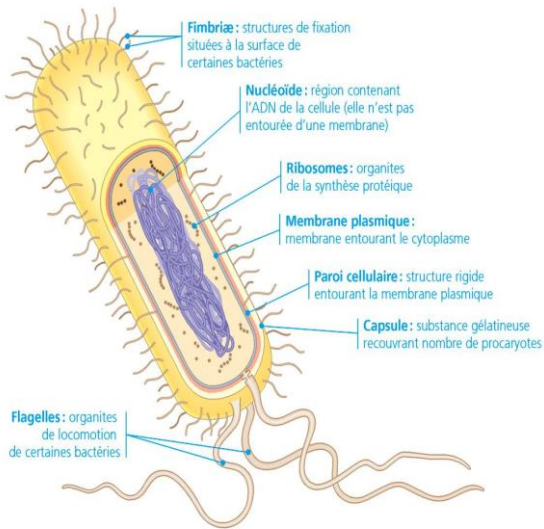
Organisation générale de la cellule



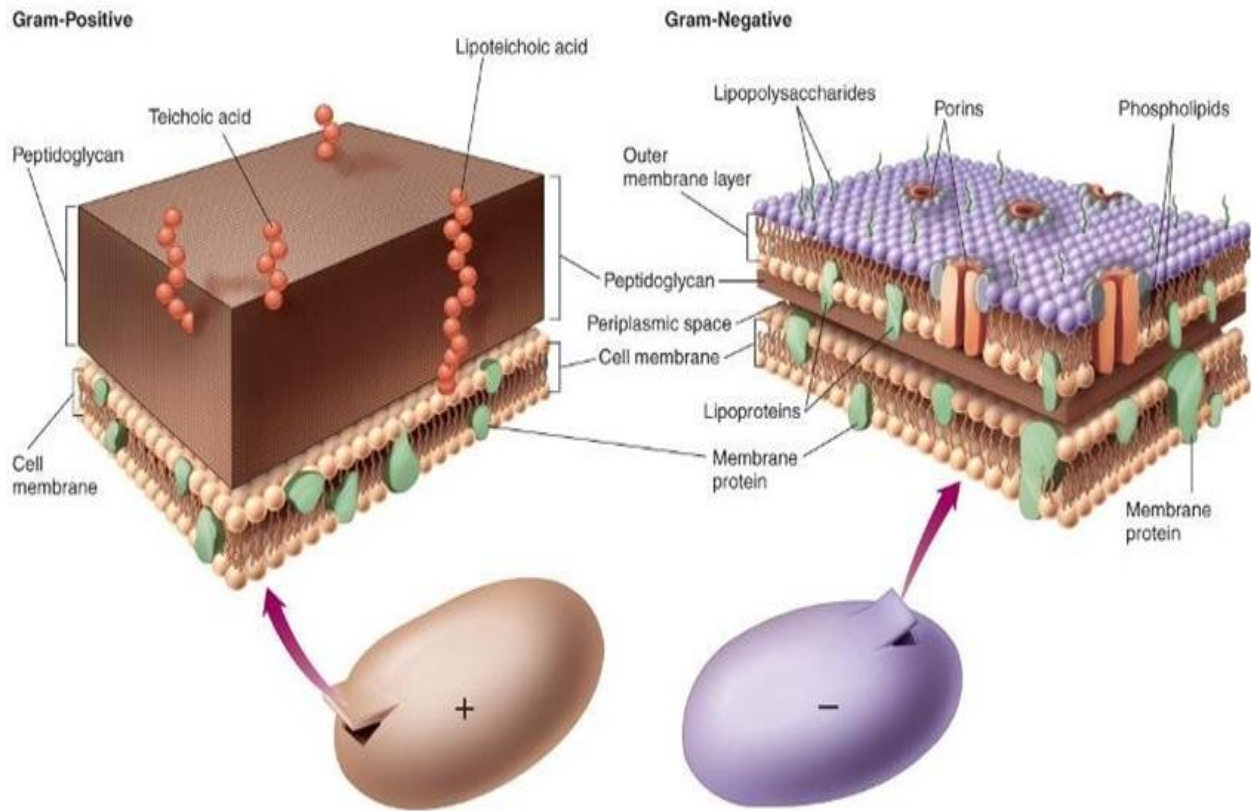
Structure d'une cellule animale



Structure d'une cellule végétale



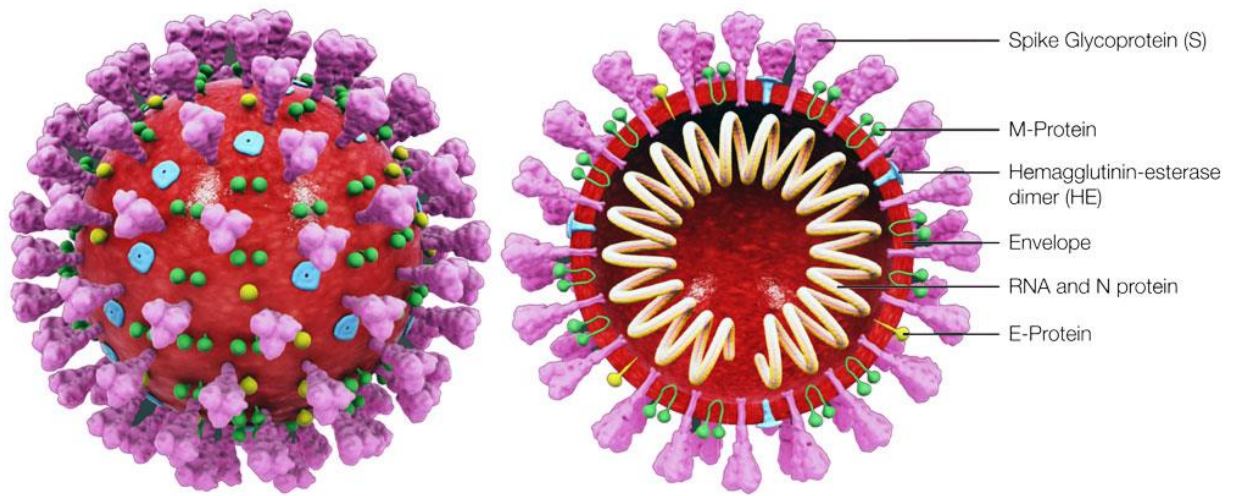
Structure d'une bactérie



Différence entre Gram+ ou Gram-

FORMES DE BACTÉRIES

SPHÉRIQUES (COQUES)	EN FORME DE BÂTONNETS (BACILLES)	SPIRALÉES (ET AUTRES)
<p><i>Streptococcus pyogenes</i> provoque une angine streptococcique</p> <p><i>Streptococcus pneumoniae</i> provoque une pneumonie</p> <p><i>Micrococcus luteus</i> provoque une mauvaise odeur aux aisselles</p> <p><i>Staphylococcus aureus</i> peut provoquer des infections aux sinus et des intoxications alimentaires</p>	<p><i>Bacillus anthracis</i> provoque la maladie du charbon</p> <p><i>Salmonella enterica</i> provoque la typhoïde</p> <p><i>Clostridium botulinum</i> provoque le botulisme</p>	<p><i>Vibrio cholerae</i> provoque le choléra</p> <p><i>Helicobacter pylori</i> peut provoquer des ulcères de l'estomac</p> <p><i>Treponema pallidum</i> provoque la syphilis</p>



Structure du Covid 19