

De la cellule aux fonctions³

Objectifs pédagogiques

- Décrire une cellule et expliquer ses différents rôles.
- Citer les constituants de la cellule et leurs rôles.
- Décrire comment les molécules se déplacent dans et entre les cellules.
- Expliquer le lien entre le fonctionnement cellulaire et l'homéostasie générale de l'organisme.
- Énumérer les différentes fonctions et expliquer leurs liens entre elles.

SAVOIRS

Tous les êtres vivants sont constitués d'une substance : le **protoplasme**. De composition complexe, cette substance est en fait divisée en éléments microscopiques : les **cellules**.

Ces cellules peuvent être isolées ou se regrouper afin de constituer des êtres vivants unicellulaires (composés d'une seule cellule) ou pluricellulaires.

Le corps humain est constitué de milliards de cellules, regroupées et organisées dans un seul but : assurer le fonctionnement général de l'organisme et en particulier assurer l'équilibre entre toutes les grandes fonctions.

Dans ce but, les cellules se regroupent pour former des **tissus**, qui s'assemblent pour former des **organes**, l'ensemble constituant des **systèmes** qui chacun assure une **fonction** particulière.

La cellule

La cellule est le plus petit composant de l'être vivant. Elle est l'unité structurelle et fonctionnelle élémentaire. Elle prend de multiples formes et tailles, fruits de la différenciation cellulaire. Elle mesure environ 1 micron. Individuellement, elle est capable de respirer, de se nourrir, de dépenser de l'énergie, de se développer, de grandir et de se reproduire.

Pour fonctionner, chaque cellule doit disposer :

- **d'oxygène** : c'est l'élément indispensable apporté par les poumons. Il se combine aux nutriments pour créer de l'énergie ;
- **de nutriments** : ils proviennent de la digestion alimentaire. Les glucides sont indispensables au bon fonctionnement cellulaire ;
- **d'eau** : elle est la substance de base des sécrétions et excrétions (entrées et sorties) ;
- **de chaleur** : la température corporelle doit rester stable pour un fonctionnement général optimal.

Plusieurs cellules peuvent se regrouper pour se spécialiser dans une fonction bien définie. Ces combinaisons possibles constituent des tissus, des organes puis des fonctions qui assurent le fonctionnement de l'ensemble de l'organisme. La cellule est capable de produire

³ Auteur : Catherine Muller.

des mouvements (réponse mécanique), de la chaleur (réponse thermique), de transmettre un influx (réponse électrique) ainsi que de sécréter des substances à usage interne et/ou externe.

Elle est un véritable outil de communication avec son milieu (interne et externe) qui a pour but de maintenir l'homéostasie cellulaire. L'ensemble sera constitutif de l'**homéostasie** de l'ensemble de l'organisme.

Structure

Deux grands types de cellules existent : les cellules eucaryotes (qui comportent un noyau) et procaryotes (sans noyau). Toutes ont un corps cellulaire : le cytoplasme (qui contient le noyau) qui est entouré par la membrane cellulaire (ou plasmique).

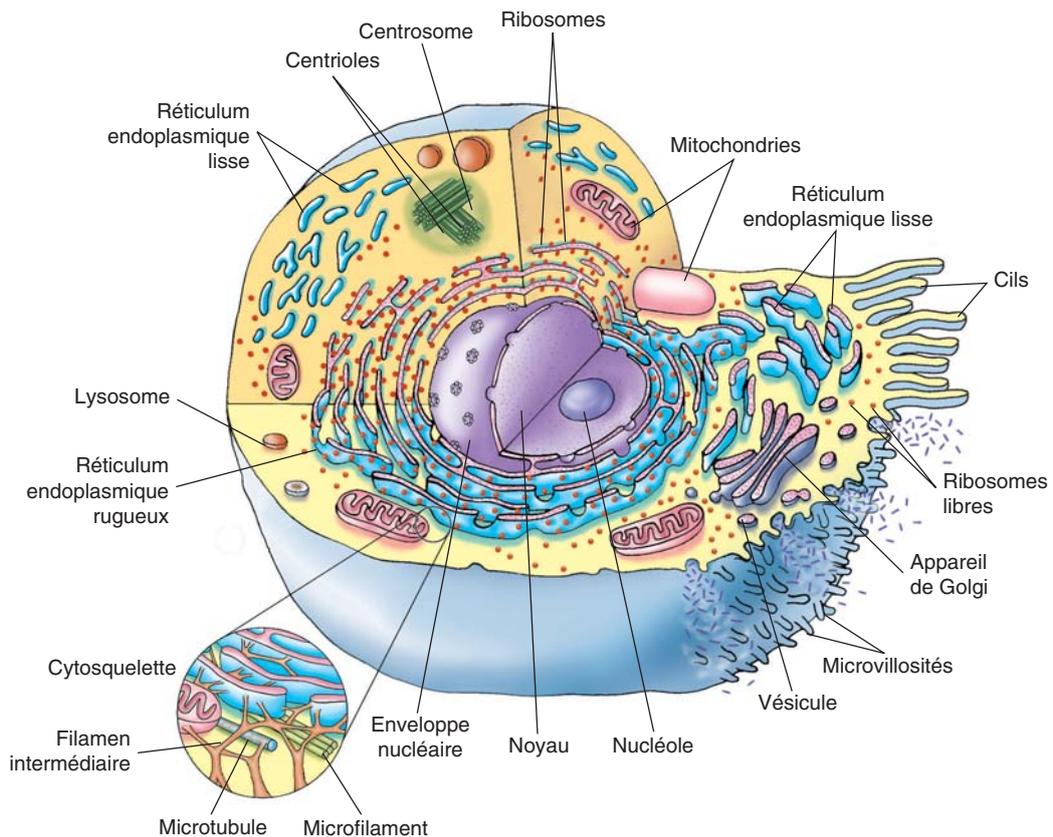


FIG. 1.1 La cellule

Les composants chimiques de la cellule

Plusieurs corps élémentaires composent la matière vivante :

- pour l'essentiel : carbone, oxygène, hydrogène et azote ;
- accessoirement : sodium, potassium, calcium, chlore, soufre, phosphore...

Ces corps élémentaires se regroupent pour former les molécules, dites « organiques » (dans le règne vivant, animal et végétal) et dites « minérales » (dans le règne animal).

Ils sont nombreux au sein de la cellule :

- l'élément principal est **l'eau** ;
- des **substances organiques** : glucides, protides, lipides ;
- des **composés minéraux** : sodium, potassium, magnésium, etc.

■ Le noyau

Le noyau est l'élément essentiel intracellulaire, en particulier parce qu'il contient la plupart du matériel génétique. Sa forme et sa taille sont variables, le plus souvent corrélées à celles de la cellule.

Il est composé de plusieurs éléments qui participent à l'ensemble des fonctions de la cellule. L'ensemble des éléments est contenu au sein de la membrane nucléaire.

Une cellule peut posséder plusieurs noyaux (les polynucléaires) ou aucun (les globules rouges).

Le noyau constitue le centre de l'activité de la cellule. Il est capable d'organiser la synthèse des protéines et la division cellulaire.

Il est composé de quatre éléments principaux : la **membrane nucléaire** (lieu d'échanges nucléo-cytoplasmiques), le **nucléoplasme**, les **nucléoles** et la **chromatine**, qui contient le matériel génétique de l'organisme, soit 46 chromosomes composés d'ADN (acide désoxyribonucléique-ADN).

C'est la chromatine qui s'individualisera en chromosomes au moment de la division cellulaire.

■ Le cytoplasme (ou protoplasme)

C'est une sorte de gel (le cytosol) composé de plusieurs organites, situés à l'intérieur de la cellule mais en dehors du noyau. Il représente environ la moitié du volume total de la cellule.

Il est soutenu par un réseau de fibres intracellulaires (le cytosquelette) qui permettent le maintien de la structure de la cellule et de l'ensemble de ses composants.

Sept organites composent le cytoplasme : ils assurent son fonctionnement et afin d'assurer la vie cellulaire, chacun ayant une forme et une fonction métabolique bien définie :

- **les mitochondries** : ce sont de fines granulations colorables pour être visibles au microscope électronique. Elles utilisent les nutriments de la cellule pour lui fournir l'énergie nécessaire pour assurer la respiration cellulaire. Elles sont plus nombreuses dans les organes nécessitant beaucoup d'énergie (foie et muscles par exemple). Elles produisent l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) ;
- **l'appareil de Golgi** : il n'y en a qu'un par cellule, situé près du noyau. Il joue un rôle dans l'activité sécrétoire de la cellule : pour cela, il récupère les protéines synthétisées par les ribosomes et les transporte vers la membrane cellulaire qui assurera leur passage vers le milieu extra-cellulaire ;
- **le réticulum endoplasmique** : il en existe deux types : lisse et granuleux. Son rôle consiste à synthétiser les protéines et les lipides et à transporter les substances à l'intérieur de la cellule ;
- **les lysosomes** : sorte de vésicules, les lysosomes contiennent des enzymes chargés d'assurer l'élimination des éléments internes du cytoplasme qui ne sont plus fonctionnels ainsi que la dégradation des substances qui ont envahi ou ont été digérés par la cellule (comme les bactéries, par exemple) ;
- **les ribosomes** : ils assurent la synthèse des protéines cellulaires à partir des acides aminés et de l'acide ribonucléique (ARN) ;

- **les centrioles** : leur fonction est de diriger la division cellulaire ;
- **les vacuoles** : sortes de réservoir pour des substances de réserve dont pourrait avoir besoin la cellule (la graisse, par exemple), elles servent aussi à stocker les déchets produits.

■ La membrane cellulaire (ou plasmique)

Elle entoure la cellule et la sépare du milieu extérieur. Elle assure à la fois sa protection et ses relations de communication et d'échange. Elle sert de barrière entre le milieu intra et extra-cellulaire, mais sa porosité permet le passage de substances, via des canaux et des récepteurs.

Elle est constituée de deux couches de lipides (des phospholipides, des glycolipides et du cholestérol) dans lesquelles sont incrustées des molécules protéiques et glucidiques.

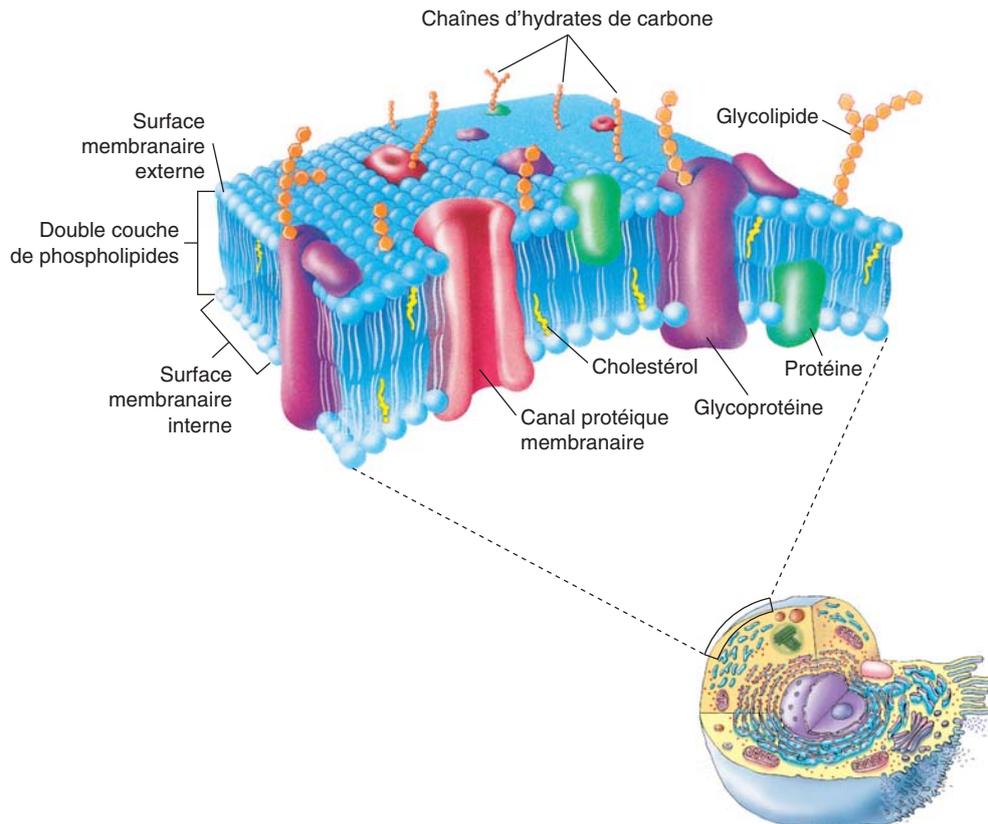


FIG. 1.2 La membrane

Les phospholipides ont deux pôles : une tête (hydrophile) et une queue (hydrophobe). Les protéines (qui traversent les deux couches) constituent des canaux permettant la diffusion membranaire.

Ces particularités anatomiques permettent d'envisager les échanges transmembranaires par une perméabilité sélective. Le transport des substances au travers de la membrane peut se réaliser de manière passive (par diffusion simple) ou active (par utilisation d'énergie et d'un support protéique).

Fonctions de la cellule

Les trois fonctions principales de la cellule, lui sont utiles afin de grandir, se multiplier et mourir. Elle est par ailleurs douée de sensibilité et de mobilité si sa fonction l'exige.

La respiration

La respiration cellulaire se fait au niveau des mitochondries : elles sont chargées d'apporter l'oxygène et de rejeter le gaz carbonique et l'hydrogène.

Après transformation du glucose, l'énergie produite est directement utilisable : c'est le cycle de Krebs.

Les cellules aérobies doivent capter l'oxygène dans le milieu extérieur, les anaérobies produisent elles-mêmes leur oxygène.

La nutrition

Il est essentiel pour la cellule de trouver les nutriments nécessaires à son fonctionnement. Elle trouve les matières nécessaires grâce à la porosité de la membrane cellulaire. Pour cela, elle consomme des aliments organiques et/ou minéraux dans un but énergétique et plastique (pour assurer sa croissance). Elle utilise deux moyens :

- la phagocytose ;
- la pinocytose.

La croissance, la reproduction

Une cellule est capable de se reproduire grâce à la division cellulaire (sauf les cellules nerveuses). Le but est bien de se régénérer et de transmettre son patrimoine génétique.

La division concerne tous les éléments de la cellule : le procédé est « relativement » simple concernant la membrane et le cytoplasme, mais il se révèle plus complexe concernant le noyau. C'est la division de la chromatine qui doit se faire équitablement pour respecter le matériel héréditaire. Pour cela, deux phénomènes coexistent :

- la **mitose**, qui permet à la cellule mère de se diviser en deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule mère. Ce mode de division concerne les cellules somatiques (toutes les cellules sauf les cellules sexuelles : spermatozoïdes et ovules) ;
- la **méiose**, qui consiste pour la cellule à se diviser en deux cellules filles, en transmettant la moitié de son patrimoine constituant et génétique. Ce mode de division concerne les cellules sexuelles.

Les échanges transmembranaires

La structure de la membrane cellulaire permet une perméabilité sélective. Les échanges se font à travers la membrane de manière passive (par diffusion) ou active (via l'intervention des protéines).

Le déplacement des molécules a lieu du lieu le plus concentré vers le lieu le moins concentré grâce à une perméabilité sélective de la membrane. Plusieurs phénomènes sont possibles :

- l'**osmose** permet les mouvements de l'eau jusqu'à un point d'équilibre (rôle dans l'équilibre hydro-électrolytique de l'organisme). C'est un phénomène passif ;
- la **filtration** permet le passage de l'eau et des solutés ;
- l'**endocytose** permet l'absorption d'éléments solides ou liquide par déformation de la membrane (phagocytose et pinocytose) ;
- l'**exocytose** permet l'évacuation des éléments contenus dans les vacuoles vers l'extérieur, par contact direct entre la vacuole et la membrane.

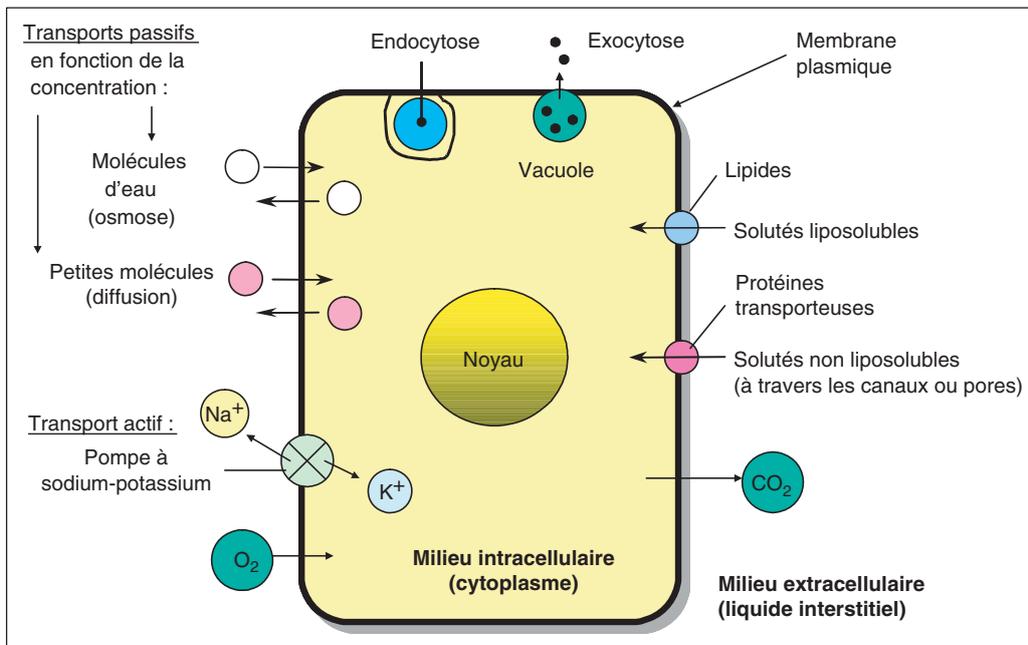


FIG. 1.3 Mouvements membranaires

L'ensemble de ces phénomènes régit les mouvements de substances dans l'organisme. L'eau corporelle totale occupe environ 60 % du poids du corps : les mouvements entre les compartiments liquidiens de l'organisme (extra et intracellulaire) permettent de participer à **l'homéostasie** générale et au fonctionnement coordonné des différents tissus et fonctions de l'organisme.

L'information génétique

L'acide désoxyribonucléique (ADN) est présent dans le noyau et les mitochondries. Sa structure a la forme d'une double hélice, formée d'une suite de nucléotides liés par des liaisons hydrogène. Les nucléotides sont principalement composés d'un radical phosphate, de désoxyribose et de bases azotées (l'adénine, la guanine, la thymine et la cytosine).

L'ADN se divise par mitose : chaque molécule se divise en deux molécules d'ADN, identiques entre elles et à la cellule initiale.

L'acide ribonucléique (ARN) est synthétisé à partir de l'ADN. Sa composition est légèrement différente : il ne possède qu'une seule hélice et est plus court. La base thymine est remplacée par une base uracile. L'ARN sert d'étape intermédiaire à la synthèse des protéines par transfert du noyau vers le cytoplasme.

Les tissus

Dans le corps humain, organisme pluricellulaire, il y a nécessité de spécialisation d'un certain nombre de cellules, afin d'assurer une répartition des tâches et une fonctionnalité individuelle et collective. Dans ce but, la différenciation cellulaire montre la capacité cellulaire à se spécialiser, de manière physiologique. Ces groupements de cellules spécialisées sont appelés des **tissus**. Un tissu est composé de plusieurs cellules juxtaposées dans un espace limité, réunies pour assurer une même fonction. Les cellules qui le composent sont multiples et différentes en tailles, formes et fonctions.

Un ensemble de tissus différents concourant à une même fonction constitue un organe, un ensemble d'organes associés dans une même fonction constitue un appareil. Quatre grandes familles de tissus composent l'organisme.

Le tissu épithélial

Le tissu épithélial est un tissu composé de cellules juxtaposées.

La morphologie des tissus épithéliaux peut varier de façon très importante en fonction de leurs rôles et activités. Il existe deux sortes de tissu épithélial : les **épithéliums de revêtement** (qui protègent les tissus entre eux) et les **épithéliums glandulaires** (qui forment une glande sécrétant des éléments qui seront utilisés par d'autres organes).

Il sert à recouvrir le corps et se pigmenter (la peau), les cavités (les alvéoles pulmonaires), les organes creux (endocarde cardiaque) et les glandes. Il peut se calcifier (émail des dents), se kératiniser (cornée), augmenter leur sensibilité (cellules auditives) ou encore se mouvoir (cellules des narines).

Le tissu conjonctif et de soutien

C'est un tissu formé à la fois de cellules et de fibres baignant dans une substance fondamentale, essentiellement composée de collagène. Il occupe les espaces entre les organes : il peut servir de remplissage ou d'emballage. C'est le tissu le plus développé de l'organisme.

Il est constitué de :

- cellules conjonctives unissant et soutenant l'ensemble des cellules entre elles ;
- cellules mobiles, avec un rôle important de phagocytose (exemple : les cellules sanguines) ;
- cellules entrecroisées : le collagène et les fibres élastiques ;
- cellules interstitielles qui comblent les espaces entre les cellules et les fibres.

Ses principales fonctions sont d'assurer la liaison, la protection, le transport et l'isolation.

Certains tissus associent tissu épithélial et tissu conjonctif : c'est le cas des **séreuses** et des **muqueuses**, ce qui explique la présence de deux couches, plus ou moins différenciées. Les séreuses enveloppent les viscères (péricarde, plèvre, péritoine, vaginale) et les muqueuses tapissent la cavité de tous les organes creux et des orifices naturels.

Les deux feuilletts composant ces tissus (feuillet viscéral et feuillet pariétal) peuvent glisser l'un sur l'autre, ce qui explique une certaine mobilité des organes dans leur loge.

Chaque feuillet est lui-même constitué de deux couches : un épithélium simple et un tissu conjonctif.

Les tissus spécialisés

Ce sont les tissus osseux, musculaire, nerveux, sensoriels, etc. (cf. les chapitres spécifiques de cet ouvrage).

L'organisation du corps

L'ensemble de ces cellules et des tissus assure l'organisation du corps. Les différents niveaux de fonctionnement (cellulaire, tissulaire, organique et systémique) permettent une importante complexité et des interactions permanentes.

Ce fonctionnement à la fois individuel et collectif (parce que complémentaire) permet une fonctionnalité qui différencie les fonctions vitales et non vitales.

Les fonctions vitales sont assurées par les systèmes cardio-vasculaire, respiratoire, urinaire et digestif. Leur but est de satisfaire tous les besoins cellulaires.

Les fonctions non vitales garantissent la protection du corps, la régulation, la locomotion et la protection. Tous ces appareils, interdépendants, doivent pouvoir faire face aux modifications permanentes de l'environnement afin d'assurer **l'homéostasie**.

TABEAU 1.1 Le corps humain est constitué de plusieurs systèmes

Système	Fonction
Système de transport	Le sang
	Le système cardio-circulatoire
	Le système lymphatique
Système de communication	Le système nerveux
	Le système endocrinien
	Les cinq sens
Système permettant l'apport et l'élimination	Le système respiratoire
	Le système digestif
	Le système urinaire
Système de protection et de survie	La peau
	Le système immunitaire
	Le système locomoteur
	Le système reproducteur

S'ENTRAÎNER

QUESTION 1

Cochez la bonne réponse : vrai ou faux.

Pour fonctionner, une cellule doit absolument disposer :

- a. de gaz carbonique Vrai Faux
- b. d'oxygène Vrai Faux
- c. de glucides Vrai Faux
- d. d'eau Vrai Faux
- e. de chaleur Vrai Faux

QUESTION 2

Entourez la (ou les) bonne(s) réponse(s).

La cellule est composée :

- a. d'une membrane
- b. d'un noyau
- c. du cytoplasme
- d. des trois à la fois
- e. d'aucun des trois

QUESTION 3

Entourez la (ou les) bonne(s) réponse(s).

Parmi les tissus suivants, lesquels sont fondamentaux en histologie ?

- a. Le tissu musculaire
- b. Le tissu squelettique
- c. Le tissu nerveux
- d. Le tissu conjonctif
- e. Le tissu épithélial

QUESTION 4

Citez les corps élémentaires qui composent la matière vivante.

QUESTION 5

Expliquez le rôle du noyau cellulaire.

QUESTION 6

Citez les différentes activités de la cellule.

QUESTION 7

Annotez le schéma de la cellule.

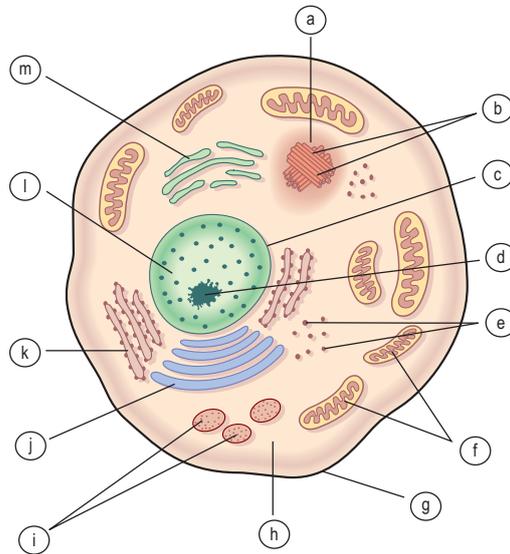


FIG. 1.4 La cellule

ÉLÉMENTS DE RÉPONSES

QUESTION 1

a. faux ; b. vrai ; c. vrai ; d. vrai ; e. vrai.

QUESTION 4

Les corps élémentaires qui composent la matière vivante sont : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote ; le sodium, le potassium, le calcium, le chlore, le soufre, le phosphore...

QUESTION 5

Le noyau constitue le centre de l'activité de la cellule, capable d'organiser la synthèse des protéines et la division cellulaire.

QUESTION 7

a. Centrosome ; b. Centrioles ; c. Enveloppe nucléaire ; d. Nucléole ; e. Ribosomes ; f. Mitochondries ; g. Membrane plasmique ; h. Cytoplasme ; i. Granules sécrétoires ; j. Appareil de Golgi ; k. Réticulum endoplasmique rugueux (avec ribosomes) ; l. Noyau ; m. Réticulum endoplasmique lisse.

1. Définissez le tracé d'un ECG normal

Expliquez les différentes ondes qui le composent et leur signification en lien avec l'activité électrique du cœur.

2. Cochez la bonne réponse : vrai ou faux

La crosse de l'aorte donne naissance :

Aux artères coronaires gauches et droites Vrai Faux

Au tronc artériel brachio-céphalique Vrai Faux

À l'artère carotide primitive gauche Vrai Faux

À l'artère sous-clavière gauche Vrai Faux

À l'artère thyroïdienne moyenne Vrai Faux

3. Définissez ce qu'est le tissu nodal

Citez les nœuds dont il est composé.

Expliquez la physiologie du système nerveux intrinsèque du cœur.

4. Cochez la (ou les) bonne(s) réponse(s)

Les déterminants du débit cardiaque sont :

La précharge

La viscosité du sang

La contractilité

La post-charge

La fréquence cardiaque

5. Cochez la (ou les) bonne(s) réponse(s)

Les facteurs déterminants de la pression artérielle sont :

Le volume d'éjection systolique

Les résistances vasculaires systémiques

La fréquence cardiaque

Les trois à la fois

Aucun des trois