

PSP td n°1

Introduction, Grands niveaux d'organisation

I. Organisation et spécifiés des constituants de l'être vivant

La biologie correspond à l'étude des êtres vivants caractérisés par leur organisation complexe, elle permet ainsi d'avoir une vue d'ensemble de l'homme et de son fonctionnement, de la molécule à l'organe.

L'origine du vivant se corrèle à l'apparition des premières molécules du vivant.

Théorie de la soupe primitive :

A la base, l'atmosphère étant riche en NH₃, CH₄, CO₂, H₂O, était soumise à de fortes radiations UV et de violents cataclysmes naturels. Les molécules se sont attachées les unes aux autres, se sont regroupées pour faire de plus grosses molécules comprenant C, H, O et N, formant ainsi l'apparition de la vie.

La naissance de la notion de cellule date du 17^{ème} siècle permettant la 1^{ère} observation des cellules végétales avec un « microscope » rudimentaire.

Le terme « cellule » provient de *cellula* désignant la chambre du moine.

Au 19^{ème} siècle le microscope optique a permis la visualisation de la cellule animale, 2 fois plus petite que la cellule végétale.

Au 20^{ème} siècle apparition du microscope électronique, 1000X plus petit, fournissant la possibilité de voir les différentes structures de la cellule. (1 nm = 10⁻⁹ m)

La cellule

Tous les organismes sont constitués de cellules

Cellule végétale = rectangulaire

Cellule animale = sphère

C'est l'unité constitutive morphologique et physiologique de tous les organismes vivants (taille 7 à 20 μm). On distingue deux types de cellule :

- la **cellule procaryote** (en latin avant noyau) est un être unicellulaire dont le matériel génétique n'est pas contenu dans un noyau (ex : bactérie, bactériophage, virus...).

- la **cellule eucaryote** est compartimentée et elle possède un noyau qui protège le matériel génétique.

La morphologie de la cellule est étroitement liée à sa fonction ;

- L'entérocyte, cellule intestinale dont la paroi importante lui permet d'être productive
- Le spermatozoïde doté d'un tubercule lui permettant de bouger rentrer dans l'ovule
- Le neurone, long et effilé, reçoit et envoie des neurotransmetteurs

Les cellules sanguines

Les globules rouges (hématies érythrocytes) transportent l'oxygène car sont composés de l'hémoglobine et de fer permettant de se lier avec l'O₂.

Les globules blancs correspondent aux lymphocytes, sentinelles qui détectent les cellules extérieures au corps et aux macrophages qui dans un second temps vont détruire ces corps étrangers.

Les cellules musculaires se localisent :

- soit sur les os ou la peau (les muscles faciaux permettant l'expression sont des cellules longues contractiles)
- soit sur les parois du corps (cellules plus petites mais moins contractiles)
- soit dans les parois des organes viscéraux creux (effort moteur moins important, cellules encore plus petites et moins fournies en protéine contractile)

Le neurone est un exemple de morphologie adaptée à la fonction d'intégration et de transmission du signal nerveux (5 à 10% du cerveau). Elle est constituée par des paraboles, les dendrites, pour recevoir les neurotransmetteurs et l'axone pour en émettre.

II. Les six grands niveaux « hiérarchique » d'organisation de l'être vivant

1. Niveau chimique

Constituant moléculaire du vivant

2. Niveau cellulaire

Ex hématie

3. Niveau tissulaire

Un ensemble de cellules ayant la même fonction et donc la même structure

Ex os peau sang

4. Niveau organique

Partie d'un corps formé de tissus organisé remplissant une fonction particulière

Ex : l'estomac composé de cinq tissus

5. Niveau des systèmes ou appareils

Ensemble d'organe ayant une fonction particulière ou multiple

Ex : le système digestif

6. Niveau de l'organisme

Ensemble dynamique constitué par les organes vivant et leurs fonctions

III. Structure de la cellule

En dépit d'une grande diversité, les cellules ont une structure commune.

1) Au niveau chimique

Le corps humain est à 80% composé de 4 atomes :

- Carbone (C)
- Hydrogène (H)
- Oxygène (O)
- Azote (N)

Les 20% restants sont composés de :

- Phosphore (P)
- Souffre (S)
- Fe Zn M Au...

Les principales molécules sont constitués par :

- les *glucides* sont des sucres apportant de l'énergie, ils forment l'ADN, et participent à la reconnaissance cellulaire.
- les *lipides* sont des graisses qui apportent de l'énergie et constituent les membranes.
- les *protéines* fournissent de l'énergie, structurent la forme de la cellule et permettent son fonctionnement. Elles correspondent à l'expression de l'ADN.

2) Au niveau structurel

Les cellules eucaryotes sont délimitées par une membrane plasmique qui contient le noyau et le cytoplasme. Ce dernier est constitué d'une substance fondamentale (le hyaloplasme ou cytosol) soit une solution aqueuse riche en molécules organiques dans laquelle sont réparties des inclusions fondamentales.

3) Au niveau fonctionnel

Toutes les cellules partagent des fonctions de base identiques afin d'assurer leur intégrité :

- **Echange transmembranaire** ; afin de puiser les éléments nécessaires dans le milieu et sécréter des molécules. Ex les hormones
- **L'anabolisme soit la synthèse de molécules** : entretien des structures, réplication de l'ADN, synthèses d'enzyme, d'hormones, etc.....
- **La catabolisme soit la dégradation de molécules** : destruction de toxines et des « molécules usées ».
- **production d'énergie** : ATP (adénosine triphosphate) = ADP (adénosine bi phosphate) + Pi (phosphate inorganique) avec libération d'énergie et de chaleur (réactions exothermique)
- **La division cellulaire** : toutes les cellules ont un jour possédé cette fonction même si certaines l'ont perdu (ex des neurones qui peuvent être considérés comme des cellules mûres)

IV. Toutes les cellules d'un organisme portent le même matériel génétique

Le matériel génétique, codé sur l'ADN, correspond à l'ensemble des gènes.

Une cellule zygote est une cellule provenant de la fusion des 2 gamètes portant le matériel génétique qui sera commun à toutes les cellules de l'organisme, puis elle sera l'objet de divisions cellulaires successives et de différenciation. Elle est à la base des 10.000 milliards de cellules présentes chez les êtres vivants.

1. La différenciation cellulaire

Toutes les cellules portent le même matériel génétique et morphologique. Après la prolifération cellulaire, elles vont se spécialiser.

2. La différenciation cellulaire

Elle permet à la cellule d'acquérir ses caractéristiques structurales et fonctionnelles. Toutes les cellules possèdent la même information génétique mais celle-ci ne s'exprime pas en totalité. Le profil d'expression génique va dépendre de l'environnement cellulaire.

Ex : dans le foie, seuls les gènes correspondants aux hépatocytes vont s'exprimer.

A. Membranes, noyau, cytosquelette et organites cellulaires : structures et fusions

I. La membrane (plasmique)

1) Structure

Elle correspond à la frontière extérieure de la cellule. Elle se présente sous la forme d'un double feuillet continu de phospholipides contenant des protéines qui peuvent servir de pompes et ou de canaux. Ainsi les protéines enchâssées dans la membrane peuvent changer de position.

2) Fonctions

a. Séparation de milieux riches en eau

La membrane est la frontière entre le milieu extracellulaire (interstitiel) et le milieu intracellulaire (cytoplasme). Les milieux cytoplasmiques et extracellulaires sont de composition chimique très différente. C'est ainsi que la cellule maintient le bon équilibre entre les compositions des comportements intracellulaires et extracellulaires séparés par la membrane cellulaire. Cet équilibre chimique et de température correspond à l'homéostasie.

b. La cellule assure son homéostasie grâce au transport membranaire

Pour les petites molécules, telles que l'eau, le glucose, les acides aminés, l'oxygène et le dioxyde de carbone, le transport peut être facilité par une protéine canal ou une protéine transporteuse. Pour les ions, le passage membranaire se fait à l'aide de canaux ioniques.

Pour les grosses molécules, la cellule a recours à des processus d'endocytose et d'exocytose

L'endocytose est un mécanisme d'entrée des macromolécules dans la cellule. La molécule va se fixer sur des récepteurs membranaires, traverser la membrane dans une vésicule et être relâché dans le cytoplasme.

L'exocytose permet la sécrétion de macromolécules vers le milieu extracellulaire. La molécule va être emballé dans une vésicule membranaire qui transitera vers la membrane, pour fusionner avec celle-ci, pour finalement être libéré dans le milieu extracellulaire.

c. La membrane porte des protéines réceptrices

La cellule reçoit de l'information par l'intermédiaire de sa membrane. En effet, celle-ci est constituée de protéines réceptrices d'hormones ou de neurotransmetteurs.

d. La membrane porte des éléments de connaissance cellulaire

Les cellules du système immunitaire distinguent, à l'aide de leur membrane, le soi (les cellules et éléments de l'organisme) du non-soi (les cellules et organismes étrangers au corps). Ces éléments membranaires permettent aux bactéries et virus de reconnaître les cellules à infecter, comme le HIV qui infecte les lymphocytes T4.

II. Le réticulum endoplasmique

1) Structure :

Il est constitué par un réseau de feuilletts aplatis, de sacs et tunnels membranaires, en continuité avec le noyau. Les neurones en sont très riches (corps de Nissl).

2) Fonctions

On repère deux types de réticulums endoplasmiques :

- RE lisse : synthèse de lipides et des membranes plasmiques
- RE rugueux (RER): contient des ribosomes permettant la synthèse de protéines et de membranes plasmiques

III. Les ribosomes

Ce sont des structures granulaires qui sont soit libres et situées dans le cytosol soit liées et localisées dans le RER. Les ribosomes lisent le code génétique inscrit sur l'ADN puis le transcrivent en protéines.

IV. L'appareil de Golgi

Il est situé en continuité avec le réticulum endoplasmique. Il est constitué de sacs empilés et aplatis entourés par une membrane.

Son rôle est la modification, le tri et l'emballage (tel le service postal) des macromolécules sécrétées par la cellule (via l'exocytose) ou à envoyer dans le milieu intracellulaire.

Parmi les vésicules golgiennes on distingue les lysosomes qui permettent la digestion des nutriments, des substances étrangères et des organites endommagés. Ils correspondent à la poubelle de la cellule.

Le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi sont tous les deux primordiales pour la sécrétion de macromolécules dans l'organisation cellulaire :

- synthèse des macromolécules dans le RE
- triage et adressage dans l'appareil de Golgi
- transport vers la membrane puis exocytose

V. Le cytosquelette

Il est constitué par un réseau complexe de filaments protéiques classés selon le diamètre de leur structure : micro filaments, filaments intermédiaires, microtubules. Ces dernières correspondent à des rails parcourus par des protéines motrices.

Le cytosquelette sert donc à transporter les molécules dans la cellule.

Ex : dans le neurone, le cytosquelette est utilisé pour le transport axonal antérograde (sortie) et rétrograde (entrée). Il permet entre autre de faire transiter les molécules du corps cellulaire du neurone vers la synapse.

VI. La mitochondrie

Elle représente la centrale électrique de la cellule. C'est le seul organite qui porte son propre matériel génétique. Anciennement une bactérie, elle a réalisé une symbiose avec la cellule. Elle correspond au siège de la respiration cellulaire. Elle utilise l'acide pyruvique et l'oxygène afin de produire l'énergie de la cellule sous forme d'ATP (Adénosine Tri Phosphate)

VII. Le noyau cellulaire

Il contient l'ADN. Il est le siège de la transcription de l'ARN et de la réplication de l'ADN.

VIII. Conclusion

Les êtres vivants sont constitués d'un ensemble complexe de systèmes fonctionnels organisés de manière hiérarchisée. La cellule est l'unité fonctionnelle de base du vivant. Les cellules d'un organisme, bien que portant la même information génétique, ont des fonctions variables dépendantes de leur structure. L'organisation cellulaire fait intervenir différentes structures (membranes, organites, noyau) dont l'action doit être coordonnée de manière adéquate. Ce système complexe et dynamique assure aux cellules la capacité de s'adapter à leur milieu, assurant ainsi l'intégrité de l'organisme dont elles font partie.

PSP td n° 2

La structure élémentaire de la matière ou chimie de la vie

La vie résulte de l'effet cumulatif des interactions entre les nombreuses substances chimiques qui constituent les cellules d'un organisme.

Quelques définitions :

Matière : tout ce qui occupe un espace et qui possède une masse (la lumière est composée de photons n'ayant pas de masse et donc ne correspond pas à de la matière).

Atome : plus petit constituant de la matière. (concept remontant à la Grèce Antique). Chaque atome possède ses propres caractéristiques.

Elément : substance composée d'un seul type d'atome.

Il existe 92 éléments naturels tels que le cuivre, l'argent, l'hydrogène...
D'autres sont synthétiques.

Les états de la matière

Le même corps peut exister sous 3 états différents selon les conditions de température et de pression : solide, liquide et gaz.

Solide : forme définie, fortes interactions entre molécules (T - ; P +)

Liquide : forme indéfinie, interactions moyennes entre molécules

Gaz : forme indéfinie, pas d'interactions entre molécules (T + ; P -)

Il y a changement d'état lorsque varient les conditions de température et de pression, il y a modification de l'état d'un corps à un autre. On repère ainsi les transformations :

Solidification – fusion ; évaporation – condensation (liquéfaction) ; sublimation – condensation

Les principaux constituants des molécules organiques représentant 80% de la matière vivante sont : le carbone (C), l'hydrogène (H), l'oxygène (O), l'azote (N), le phosphore (P), le soufre (S).

On distingue également les éléments servant à la génération de l'influx nerveux comme le sodium (Na) et le potassium (K) ainsi que ceux nécessaires au transport de l'oxygène tel que le fer (Fe) et enfin les éléments essentiels aux réactions enzymatiques comme le zinc (Zn) et le manganèse (Mn).

A. Les atomes : constituants de la matière

I. Représentation et notion d'atome

Le terme atome vient du grec (atomos = indivisible). Il est de l'ordre de l'Angström (10^{-10} mètre) et se trouve constitué d'un noyau composé de neutrons (pas de charge) et de protons (charge +) autour duquel gravite un nuage d'électrons (charge -).

Le nombre de protons est égal au nombre d'électrons. L'atome est électriquement neutre (charge = 0)

	Nb de masse	A	X
Numéro atomique (nombre de protons et électron)		Z	

Exercice : Structure fondamentale de la matière
- numéro atomique et nombre de masse

Élément	Fe	Mg	C	O
A	59	24	12	16
Z	26	12	6	8
Nb électrons	26	12	6	8
Nb protons	26	12	6	8
Nb neutrons	33	12	6	8

Ex 2 : Numéro atomique et nombre de masse (suite)

Numéro atomique Z 25

Nb de masse A 54

25 électrons

II. Structure électronique de l'atome

1) Généralités

Les électrons gravitent autour du noyau des atomes de façon ordonnée et hiérarchique : en orbitales ou couches.

Loi correspondant aux 3 premières couches du nuage électronique : chaque couche peut recevoir au maximum 8 électrons sauf la 1^{ère} qui n'en accepte que 2. Les gaz rares ont chacun une quantité d'électrons permettant aux différentes couches d'être saturées.

Ex : le néon a 8 électrons dans la 2^{ème} couche.

2) Ordre et modalité de répartition des électrons

On remplit tout d'abord une couche et lorsqu'elle est pleine on passe à l'orbitale supérieur.

Les électrons vont se répartir seuls, ce sont les électrons célibataires. Quand le nombre d'électrons est supérieur à 4 dans la couche, les électrons suivants s'associent avec des électrons célibataires déjà présents formant ainsi des doublets d'électrons non liants (interférence de phase).

3) Représentation de Lewis

Elle ne symbolise que la dernière couche d'électronique (la + externe ou la couche de valence), celle qui détermine les propriétés de l'atome. Ce sont les électrons célibataires qui permettent la liaison avec les autres molécules.

Un électron célibataire y est noté :

Un doublet d'électrons : —

B. Règle de l'octet : molécules et ions

I. La règle de l'octet

La dernière couche électronique (la plus externe ou couche de valence) détermine les propriétés de l'atome. Lorsque la couche externe est pleine d'électrons, l'atome se stabilise. Ainsi les gaz rares (hélium, argon, néon) qui ont des couches de valence saturées sont des composés non réactifs et inertes. Ils n'interagissent pas avec d'autres atomes. Par contre les atomes comportant des couches de valence non saturées seront en recherche de stabilité, et doivent ainsi la compléter. Ainsi ces atomes vont s'associer avec d'autres afin de saturer leur couche de valence.

Exemple : le dihydrogène



Dihydrogène H₂ stable

Il y a formation de liaisons chimiques impliquant uniquement des électrons d'atomes et non les autres particules élémentaires de l'atome.

Règle de l'Octet : Les atomes caractérisés par $Z > 4$ tendent à posséder 8 électrons sur leur couche périphérique afin d'acquérir un état stable.

Ex : dans la molécule du difluor (F_2), les atomes de fluor (F) possèdent chacun 8 électrons sur leur couche périphérique.

II. Les ions

Certains atomes peuvent capter ou perdre un électron. L'atome n'est alors plus électriquement neutre (déséquilibre entre charge protons et électrons)

Na est un atome qui possède 11 électrons dont un se trouve seul sur la couche de valence. Instable, l'atome va chercher à se libérer de ce célibataire. Ainsi, avec 11 protons (+) et 10 électrons (-), l'ion Na^+ sera électriquement positif.

Atome qui a perdu un électron = cation (+)

Atome qui a gagné un électron = anion (-)

III. Molécules et liaisons chimiques

Les atomes ont une tendance spontanée à chercher une configuration électrique stable. Une molécule est un assemblage d'atomes par liaisons chimiques.

1) Liaisons covalentes

Mise en commun de 2 électrons « célibataires » provenant de 2 atomes différents.

Ex :

H_2	H-H	liaison simple
O_2	O=O	Liaison double
H_2O	H-O-H	2 liaisons simples

2) La liaison ionique

De nombreuses substances donnent des ions lorsqu'elles sont dissoutes dans l'eau. Il y a mise en commun d'électrons. Deux ions porteurs de charges opposées sont liés de manière *électrostatique*.

Na 11 électrons et Cl 17 électrons

L'atome de sodium donne un électron à l'atome de chlore.

Na^+ cation (10 électrons) Cl^- anion (18 électrons)

La liaison ionique n'est pas une liaison forte car les deux ions ne sont pas liés mais aimantés.

Ex 4. Représentation de Lewis

Structure électronique des atomes :

- C ($Z=6$) => 4 électrons célibataires
- O ($Z=8$) => 2 électrons célibataires et 2 couples d'électrons
- F ($Z=9$) => 1 électron célibataire et 3 couples.
- Mg ($Z=12$) => 2 électrons célibataires

Ex 5

	Protons	Neutrons	Electrons
H+	1	1	0
Ar	18	22	18
O²⁻	8	8	10
Fe³⁺	26	30	23
Pu	94	145	94
Cu²⁺	29	34	27

Ex 6

La *liaison covalente*, c'est la mise en commun d'un doublet d'électrons entre 2 atomes, dans le but que chacun des atomes complète leur couche de valence respective selon la règle de l'octet.

La *valence d'un élément* correspond au nombre de liaisons covalentes qu'un atome peut réaliser. Il est déterminé par le nombre d'électrons célibataires portés par la couche électronique externe de l'atome.

H est monovalent, O et F sont bivalents, C est tétravalent, N est trivalent, F est monovalent

3) La polarité

Liaison ionique : charge + sur un ion et – sur un l'autre

Liaison covalente : paire d'e- plus attiré par un atome qu'un autre.

Certaines liaisons chimiques sont polarisées.

Les molécules polaires

Il s'agit de molécules dans lesquelles la charge électronique n'est pas répartie de façon homogène.

Cause : certains atomes ont une faculté d'attraction des électrons qui est plus grande que d'autres

La faculté d'attirer les doublets d'e- s'appelle l'électronégativité.

Exemple de la molécule d'eau.

Dans les liaisons O-H, les e- sont plus attirés vers O que H car le pouvoir électronégatif de l'oxygène est plus important que celui de l'hydrogène créant ainsi un déséquilibre de charge : O se charge en – et H en +

L'eau est une molécule polaire.

NB : les molécules polaires sont capables de se diluer dans l'eau (elles sont hydrophiles)

Les molécules apolaires

Il s'agit de molécules dans lesquelles la charge électronique est répartie de façon égale

Cause : il n'existe pas de différence d'électronégativité suffisante entre les atomes qui les composent.

Exemple du méthane (CH₄)

Il n'existe pas de différence de charge dans ces molécules.

Elles ne peuvent entrer en interaction avec les molécules polaires, « elles les fuient », on dit que les molécules apolaires sont hydrophobes.

L'eau hydrophile ne se mélange pas avec l'huile qui apolaire et hydrophobe.

4) La liaison hydrogène (liaison type Van der Waals)

Les atomes interagissent entre eux pour former des molécules (via des liaisons chimiques).

Les molécules elles-mêmes peuvent former des liaisons notamment des liaisons hydrogènes (ex. de l'eau).

Les molécules d'eau s'attirent en raison de leur polarité (+ et - s'attirent) : la région négative d'une molécule (O) attire les régions positives d'une autre molécule d'eau, c'est à dire un H : on parle de liaison hydrogène.

Conditions pour former une liaison hydrogène :

- Il faut une *liaison covalente* entre H et un atome plus électromagnétique que lui.
- L'atome lié à l'H de façon covalente possède au moins un *doublet d'électrons* non-liant sur sa couche périphérique.

Liaisons fréquentes dans les molécules possédant O-H ou N-H

Mécanismes biologiques dans lesquels interviennent des liaisons hydrogènes

- permet la forme en double hélice de l'ADN
- conditionne la forme courbaturée des protéines
- dans le transport des ions
- utilisé dans le site actif des enzymes pour maintenir la molécule lors de sa dégradation

Les molécules du vivant

A. Eau et sels minéraux

L'eau est présente dans toutes les matières vivantes. Sans eau liquide, il ne pourrait y avoir de vie. L'eau est le solvant dans lequel le contenu cellulaire est dilué. La chimie de la vie est conditionnée par les interactions entre l'eau et les différentes molécules organiques. Il est nécessaire de comprendre les interactions atomiques et moléculaires pour comprendre la chimie de la vie :

95% d'eau pour le fœtus

70 % d'eau chez l'homme adulte

90 % d'eau pour la salade, alors que la graine de salade en contient moins de 10%.

L'eau liquide est indispensable à la vie grâce à 5 caractéristiques :

- Solvant pour les molécules polaires et pour les ions (sels minéraux).
- Milieu de dispersion dans lequel les molécules peuvent circuler rapidement et facilement.
- Grande inertie thermique : grande capacité à garder sa chaleur, c'est à dire garder une température stable.
- Fournisseur de liaisons hydrogène.
- Conducteur électrique (indispensable pour la propagation du signal nerveux).

B. Les Glucides

Ce sont des **sucres** qui synthétisés par les végétaux qui sont transmis aux animaux par l'intermédiaire de l'alimentation.

Ils présentent de nombreuses fonctions dans un organisme:

- Energie
- Structure (chez les plantes)
- Constituant de l'ADN

On admet 3 types de glucides qui sont les oses, les oligosaccharides et polysaccharides.

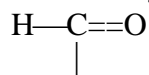
I. Les Oses

1) Structure

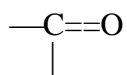
Les oses sont des monosaccharides, soit des sucres simples, très solubles dans l'eau.

De formule générale $C_nH_{2n}O_n$, ils contiennent tous des groupements :

- Aldéhydes (on parle d'aldose)



- Cétones (on parle de cétose)



Ces sucres sont classés d'après le nombre de carbone (trioses, tétroses, pentoses, hexoses, etc...)

On trouve :

- les trioses (3C) ex. glycéraldéhyde
- les pentoses (5C) ex. ribose
- les hexoses (6C) ex. glucose

Les monosaccharides sont des molécules cycliques par la formation de ponts oxydiques.

2) Fonctions

Le glucose est un substrat énergétique de la cellule. Celui-ci est transformé en pyruvate par glycolyse. Ensuite le pyruvate rentre dans la mitochondrie pour être associé à l'oxygène et ainsi former de l'ATP.

La ribose est une composante structurale de l'ADN. L'ADN correspond bien à l'Acide DésocytRIBO Nucléique

II. Les Oligo et Polysaccharides

1) Structure

Les oligosaccharides sont formés par liaison de quelques oses :

Glucose + Fructose = Saccharose

Les polysaccharides sont eux formés par une multitude d'oses. On repère :

- Le glycogène présent dans le foie
- La cellulose primordiale pour la structure et la charpente des plantes tel que le bois
- L'amidon équivalent du glycogène pour les plantes telles que les pommes de terre

2) Fonctions

Le glycogène est une méta-molécule constituée par de nombreuses molécules de glucose.

Stocké dans le foie et un peu dans les muscles, il constitue les réserves de glucose de l'organisme. La réaction chimique de glycogénolyse permet, en cas de besoin c'est à dire lorsque les muscles sont en hypoglycémie, la libération dans le sang de glucose à partir du glycogène stocké.

3) Les glycoprotéines

Des polysaccharides peuvent être fixés sur les protéines membranaires, constituant ainsi les marqueurs cellulaires.

C. Les lipides

Ce sont des **corps gras** insolubles dans l'eau, pouvant être trouvés dans l'alimentation ou bien être néo-synthétisés par l'organisme.

Les lipides sont à la base de nombreuses fonctions dans l'organisme:

- Energie
- Constituant des membranes cellulaires
- Hormones (communication cellulaire, influence sur le cerveau)

On distingue les lipides simples tels que les acides gras et glycérides ainsi que les lipides complexes comme les stéroïdes.

I. Les lipides simples

1) Les acides gras

Constitué par une longue chaîne aliphatique (c'est à dire d'une succession de $-CH_2-$), les acides gras sont des molécules apolaires, donc non solubles dans l'eau.

Les acides gras sont classés en fonction :

- de leur longueur
- du nombre de double liaison qu'ils comportent

On différencie également les acides gras insaturés (une ou plusieurs doubles liaisons) des acides gras saturés (aucune double liaison). Les acides gras insaturés sont meilleurs pour l'organisme que

les saturés car ils ne bouchent pas les artères et leur point de congélation est plus bas (capacité à rester sous forme liquide plus longtemps).

2) Les glycérides

Les glycérides constituent la forme de stockage des acides gras dans la cellule et sont constitués d'un glycérol (3 fonctions alcool) et de 1, 2 ou 3 acides gras.

II. Les lipides complexes

1) Les phospholipides

Ils représentent l'essentiel des lipides complexes. Ils sont formés par un glycérol autour duquel on trouve :

- un groupe phosphate complexe qui est hydrophile
- un glycéride à 2 chaînes d'acides gras, qui est hydrophobe

Les phospholipides sont à la fois hydrophiles et hydrophobes, ce sont des molécules amphiphiles. Ceux-ci peuvent être classés en fonction de leur groupement hydrophile et de la nature de leur glycéride hydrophobe.

Exemple : si le groupement est la choline, on parle de phosphatidylcholine

2) Fonctions des phospholipides

Ce sont les principaux constituants de la membrane cellulaire. Les propriétés amphiphiles des phospholipides expliquent la fluidité et la dynamique des frontières intra et extra cellulaires.

III. Les stéroïdes

1) Structure

Tous les stéroïdes sont dérivés du stéroïde de base : le cholestérol
Ces molécules possèdent toutes un noyau « phénanthrène ».

Le cholestérol est le précurseur de nombreuses molécules :

- hormones sexuelles
- hormones corticosurréaliennes
- vitamine D

2) Fonctions

Le cholestérol entre dans la composition des membranes et:

- ⇒ permet de rigidifier les membranes biologiques
- ⇒ réguler la fluidité des membranes biologiques

Les hormones sexuelles permettent l'expression des caractères sexuels primaires et secondaires. De part leur structure, les stéroïdes sont hydrophobes, ils passent donc facilement les membranes, en particulier la barrière hémato-encéphalique (barrière protectrice du cerveau). Les hormones sexuelles ont une influence sur le cerveau sur le plan:

- cognitif
- de l'humeur
- de l'état mental
- comportemental en général

D. Les protides

1) Généralités

Proto signifie premier et montre l'importance fondamentale de ces molécules.

Les protides comprennent :

- Les acides aminés: constituants de base.
- Les peptides: chaîne formée d'un nombre limité (<100) d'acides aminés.
- Les protéines; chaîne formée de plus de 100 acides aminés pouvant en contenir jusqu'à plusieurs milliers.

Les protéines présentent une grande variété de structure et donc une grande variété de fonction. Avec les protéines, on visualise encore mieux la relation structure/fonction des molécules. Dans une cellule, à chaque fonction correspond une ou plusieurs protéines

Quelques exemples:

- La contraction musculaire
- Génération du signal nerveux électrique: protéines canaux pour le calcium et le potassium

La séquence d'une protéine est codée par le gène qui lui correspond. Le gène comprend le programme d'élaboration de la protéine (cf. partie génétique)

2) Constituants

Les briques élémentaires des protides sont les acides aminés. Il existe ainsi une vingtaine d'acides aminés naturels, chacun étant désigné par une lettre.

Exemple:

A = Alanine

V = Valine

Y = Tyrosine

Cette vingtaine d'acides aminés est commun à l'ensemble du monde vivant.

Les différents acides aminés diffèrent par leur radical (R.) et peuvent être soufrés, cycliques, etc....) Ces structures confèrent les propriétés chimiques de l'acide aminé (acide, basique, hydrophile, hydrophobe, etc....) Tous les acides aminés sont formé par un R, un groupement amine et un groupement acide carboxylique.

Ces molécules peuvent se lier entre elles en formant des liaisons peptidiques au niveau des ribosomes. Le groupement amine d'un acide aminé va s'associer avec le groupement acide carboxylique d'un autre et ainsi former une liaison peptidique libérant par la même occasion une molécule d'eau.

3) Structure

Il existe 4 niveaux de structure, primaire à quaternaire.

i) Structure primaire

Séquence (succession) rigoureuse d'acides aminés car sous dépendance du code génétique. La protéine correspond à un mot écrit avec un alphabet à 20 caractères.

ii) Structure secondaire

Certaines parties de la protéine entre les aa.

Environnement hydrophobe pour les protéines transmembranaires

iii) Structure tertiaire

C'est la disposition de l'ensemble de la chaîne d'aa dans l'espace.

Il s'agit d'une structure stable grâce aux liaisons hydrogènes et ponts disulfures entre a.a.

iv) Structure quaternaire

La plupart des grosses protéines sont formées par plusieurs chaînes protéiques (= sous-unité)

Exemple : l'hémoglobine composée de 4 sous unités. On dit que l'hémoglobine est tétramérique.

4) Rôle des protéines

i) Les protéines récepteurs

Elles sont le plus souvent portées par les membranes.

La fixation d'un ligand (un neurotransmetteur) sur son récepteur va entraîner la propagation d'un signal à l'intérieur de la cellule.

Si le récepteur est tronqué => impossibilité d'accueillir le ligand => pathologies

ii) Les protéines de structure

Elles forment une charpente donnant la forme aux cellules.

E. Les acides nucléiques

Introduction

Composés quaternaires (C, H, O, N)

Support de l'information génétique qui aboutira à l'ensemble des protéines nécessaires à assurer les fonctions de l'organisme.

Deux grands types d'acides nucléiques sont présents dans l'organisme:

- ADN
- ARN (acide ribonucléique)

Molécules complexes formées de l'enchaînement d'un grand nombre de monomères : les nucléotides

Les nucléotides, élément de base des acides nucléiques, correspond à l'association de trois grands éléments:

- une base
- un sucre (ribose dans le cas de l'ARN et désoxyribose dans le cas de l'ADN)
- un groupement phosphate

I. Les bases azotées

5 bases majeures, entrent dans la structure des nucléotides.

La base peut appartenir : soit à la série pyrimidique
soit à la série purique

1. Les bases pyrimidiques

La caractéristique principale est d'avoir une structure de base dérivant de la pyrimidine, formée d'un seul cycle :

- Cytosine (C)
- Uracile (U)
- Thymine (T)

2. Les bases puriques

La structure de base dérive de celle de la purine, qui elle, possède un squelette carboné à deux cycles :

- Adénine (A)
- Guanine (G)

II. Les nucléosides

Le nucléoside correspond à l'association d'une base avec le sucre (ribose ou désoxyribose)
Une liaison covalente fixe les bases à un pentose.

BASE	Abréviati on	NUCLEOSI DE
Adénine	A	Adénosine
Guanine	G	Guanosine
Cytosine	C	Cytidine
Uracile	U	Uridine
Thymine	T	Thymosine

III. Les nucléotides

Ce sont des esters- phosphates de nucléosides.

La phosphorylation concerne l'hydroxyle d'un seul ou de plusieurs carbones du pentose : le nucléotide est un nucléoside mono-, di- ou tri- phosphate.

Les acides nucléiques sont des polymères de nucléotides.

IV. Les acides nucléiques

ADN = acide désoxyribonucléique

ARN = acide ribonucléique

1. Les caractéristiques de composition

Ces deux types d'acide se distinguent par deux différentes qualitatives fondamentales :

- La première concerne le pentose (ribose ou désoxyribose) qui donne le nom aux deux types d'acides nucléiques.
- La deuxième se trouve dans les 4 bases constitutives : l'une des pyrimidines diffère.

Acide nucléique	Pentose	Nucléosides 5 phosphate	Nucléosides 5 phosphate
		Pyr	Pur
ARN	Ribose	U C	A G
ADN	Désoxyribose	-dT -dC	-dA -dG

ADN est formé de 2 chaînes complémentaires : bicaténaire

ARN est lui formé d'un seul brin : monocaténaire

2. ADN : dépositaire du patrimoine génétique

a- Règle d'appariement des bases

Formé de deux brins enroulés en hélice, c'est la célèbre double hélice, support du programme des être vivants.

Les bases sont au nombre de 4, elles s'associent 2 à 2 pour unir ces deux brins.

T --- A (deux liaisons H)

C ---G (trois liaisons H)

b- La liaison phospho- diester

Les nucléotides d'une chaîne d'ADN sont liés entre eux de façon covalente grâce aux sucres et aux phosphates formant ainsi un squelette.

c- Les liaisons hydrogènes

La chaîne d'ADN est vectorisée. Le sens conventionnel est 5' => 3'

On peut définir pour chaque brin une extrémité « initiale » 5' et une extrémité terminale 3', qui correspondent à la position des atomes du carbone du désoxyribose (numérotés de 1' à 5') par rapport au phosphate du nucléotide.

Il existe une extrémité OH libre (l'extrémité 3'OH)

L'union des deux brins se fait grâce aux liaisons hydrogènes entre les bases des nucléotides.

Les deux brins sont dits antiparallèles, ce qui signifie qu'ils sont orientés dans le sens inverse l'un de l'autre.

d- Les gènes

L'ADN est constitué de séquences significatives = gènes.

De plus, il existe d'autres régions : non codantes, séquences d'accueil des protéines régulatrices.

3. ARN : effecteurs de l'expression de l'ADN en peptides et protéines.

L'ARN est constitué d'un simple brin : il est monocaténaire.

Bases : U, A, C, G

3 types d'ARN :

- les ARN messagers (ARNm) messagers des gènes dans le cytosol
- les ARN de transfert (ARNt) qui livre les acides aminés au ribosome
- les ARN ribosomiaux (ARNr) qui rentrent dans la fabrication des protéines

GENETIQUE

A. Généralités

I. Introduction

La génétique correspond à l'étude de la transmission des caractères de génération en génération (hérédité), la structure des gènes et leurs propriétés (génétique moléculaire)

Intérêt culturel :

- O.G.M (Organismes Génétiquement Modifiés) avec la transgénèse d'un caractère d'une espèce à une autre.
- Thérapies géniques
- Identification génétique (empreinte génétique)
- Clonage
- Lois sur la bioéthique

Intérêt en psychologie

- psychologie différentielle
- Innée/acquis
- Origine génétique des neuropathologies et psychopathologies
- Aide aux familles atteintes de maladies génétiques

Notre **information génétique** est portée dans le noyau sur la molécule d'**ADN** (cf. cours acides nucléiques). Molécule **bicaténaire** composée de **4 nucléotides** (A, T, G, C) qui est lue base après base.

Génome = ensemble de l'ADN ou ensemble des gènes plus les séquences régulatrices.

Il est présent sous 2 formes :

- 23 longs fils emmêlés (en pelote) dans les cellules au repos
- 23 paires de chromosomes (le caryotype), **un du père, un de la mère**, dans les cellules en division

L'ADN peut être dissocié (ou dénaturé) sous l'effet de la chaleur => rupture des liaisons hydrogènes. Il peut être découpé par des enzymes (= **DNAse**s) et peut être transféré d'un organisme à un autre = **transgénèse**

Le chromosome 21 a été séquencé en 1999 et **en 2002, on connaissait 95% du génome humain.**

II. Les gènes

C'est une **portion** de la molécule d'ADN qui code pour une protéine et qui n'occupent que 10% du génome. Les gènes ont des longueurs variables (**en paires de bases = pb**)

Ils ont un début : codon (groupement de 3 bases) **ATC** ainsi qu'une fin (= **codon STOP**).

Ils sont continus ou discontinus (le plus souvent), la séquence qui s'exprime (= **Exons**) est segmentée par un ou plusieurs **INTRONS qui ne s'expriment pas.**

Un gène peut coder pour plusieurs protéines.

Les gènes sont localisés sur des endroits bien précis du chromosome nommés locus (un locus => des loci)

Un chromosome est composé de 2 chromatides, correspondant chacun à une molécule d'ADN. Le centromère est également appelé centrosome.

Exemple :

TRG est sur 7p14 (càd le locus n°14 du petit bras = p du chromosome 7)

TRB est sur 7q28 (càd le locus n°28 du grand bras = q du chromosome 7)

III. Réplication l'ADN et mitose

1) Le Zygote

Zygote : cellule provenant de la fusion de deux gamètes.

Elle porte le matériel qui sera commun à toutes les cellules de l'organisme.

Il y a division cellulaire et différenciation du zygote jusqu'à atteindre 10 mille milliards de cellules.

2) La réplication de l'ADN

L'ADN doit être transmis de manière **fidèle** et **équitable** de la cellule mère à ses 2 cellules filles.

L'ADN doit être dupliqué de manière **fidèle** lors de la **réplication**.

La réplication se produit lorsque la cellule entre dans la **phase S** (S comme Synthèse).

C'est l'**ADN polymérase** qui réplique l'ADN en se servant des brins déjà existant comme modèle. A partir de chacun de ces **brins matrices** (= modèles) l'ADN polymérase va synthétiser un ADN complémentaire selon le principe de complémentarité des bases.

Autre fonction de l'ADN polymérase :

Activité de « proof reading » (correction) : après réplication de l'ADN, l'ADN polymérase va « relire » les brins néo-synthétisés et corriger d'éventuelles erreurs.

Parfois cette activité se fait mal ce qui produit des mutations. On repère ces **mutagènes** causés par :

- Les rayonnements : UV (soleil) gamma (radioactivité)
- Des composés chimiques : benzènes (essence, matières plastique), amiante (vieux bâtiments), goudrons de cigarette, alcool...

3) La mitose

C'est le phénomène de division cellulaire, où **une cellule mère donne deux cellules filles** et où le matériel génétique est **réparti de manière équitable entre ces deux cellules filles**.

4 phases :

- Prophase (formation des chromosomes)
- Métaphase (alignement des chromosomes)
- Anaphase (répartition équitable des chromosomes)
- Télophase (séparation des 2 cellules filles)

B. Allèles et polymorphisme

I. Notion d'allèle

Nous possédons 23 paires de chromosomes.

Pour chaque paire :

- un chromosome d'origine maternelle
- un chromosome d'origine paternelle

Conséquence : Nous possédons 2 exemplaires d'un même gène, **mais ces exemplaires ne sont pas forcément identiques** => on parle d'**allèles**.

Exemple : le groupe sanguin (A, B, O) gènes d'histocompatibilité.

Les allèles peuvent être :

- identiques dans leur séquence de nucléotides => homozygote
- différents par un ou plusieurs nucléotides => hétérozygote

II. Notion de polymorphisme

Dans une population, il peut exister plusieurs allèles (=variants) d'un même gène.

On parle de variants alléliques :

- qui sont responsables de la diversité des individus et de leur unicité

Le génotype d'un individu se définit par sa composition allélique pour un gène considéré séparés par un /.

Exemple :

Pour un gène donné, on a la version rose et la version bleue.

Le génotype pour ce gène s'écrit Rose/Bleu

Notre génome comporte environ 30.000 gènes.

Si chaque gène comporte 2 allèles différents il y a...

900.000.000 de combinaisons possibles !!!

Or un gène peut avoir jusqu'à 10 variants.