

BIO 111

PARTIE II: FONCTION DE LA CELLULE ANIMALE

BIBLIOGRAPHIE

Biologie moléculaire de la cellule	Bruce Alberts et al.	Médecine-Science, Flammarion, Troisième édition
------------------------------------	----------------------	---

Objectif :

Comprendre quelques mécanismes fonctionnels clés qui interviennent au niveau cellulaire dans la synthèse des constituants cellulaires, les échanges entre la cellule et son microenvironnement, les processus énergétiques et la reproduction.

Subdivision du cours

CHAPITRE I - LA SIGNALISATION CELLULAIRE

CHAPITRE II – LE METABOLISME CELLULAIRE

CHAPITRE III - LE NOYAU INTERPHASIQUE ET LE CYCLE CELLULAIRE

INTRODUCTION

La biologie cellulaire est la science qui étudie les structures et les mécanismes biologiques au niveau cellulaire, en les considérant non dans leurs particularités spécifiques, mais en tant que dénominateurs communs de tous les êtres vivants.

La cellule est l'unité de vie. Chaque cellule de l'organisme unicellulaire ou pluricellulaire doit accomplir certaines fonctions telles que la production de l'énergie, la synthèse de ses propres constituants et la reproduction. Le bon fonctionnement des organismes multicellulaires nécessite une communication entre les cellules.

Dans ce cours, des aspects importants de la physiologie de la cellule seront abordés, notamment les processus de signalisation cellulaire qui déterminent les relations entre la

cellule et son environnement immédiat ou lointain, les processus de métabolisme composés de synthèses et dégradations décisives dans la vie cellulaire. Les mécanismes de divisions servant de base à la reproduction seront également abordés.

Dans ce cours, un accent particulier sera mis sur la cellule animale.

CHAPITRE - I

LA SIGNALISATION CELLULAIRE

I.1 Définition

La signalisation cellulaire est la communication entre les cellules des organismes multicellulaires qui assure la régulation de leur développement, leur organisation en tissu, leur croissance, leur division et la coordination de leurs fonctions.

I.2 Les différents moyens de communication

Les cellules ont 3 moyens de communication:

- **par la sécrétion des substances chimiques qui agissent sur les cellules cibles plus ou moins éloignées:** Ici, les cellules sécrètent des produits chimiques qui sont véhiculés par le sang jusqu' aux cellules cibles.
- **par l'élaboration des molécules (protéines) de signalisation à la surface des membranes plasmiques :** ces molécules influencent les cellules en contact direct.
- **par les jonctions communicantes (gap junctions):** Elle permet les échanges de petites molécules entre les cytoplasmes des cellules en contact direct.

Ces jonctions (pores) sont formées à certains endroits où les membranes des deux cellules sont collées. Leur formation se fait à partir des protéines transmembranaires appelées connexons. Lorsque les connexons des membranes plasmiques des deux cellules en contact sont alignés, ils forment un canal continu et aqueux permettant ainsi l'échange des molécules entre leurs cytoplasmes pour répondre de façon coordonnée à des signaux extracellulaires.

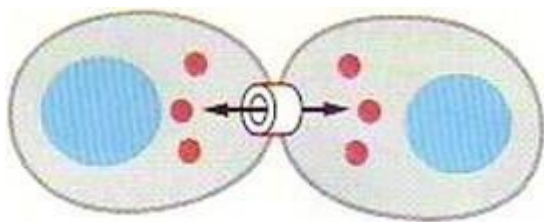


Figure 1-1. Transmission par l'intermédiaire des jonctions de type

I.2.1 La signalisation par la sécrétion des substances chimiques

La signalisation chimique qui varie selon les distances du site d'action existe sous trois formes :

I.2.1.1 Signalisation endocrine

Les cellules endocriniennes sont très souvent organisées en glandes. Ces glandes secrètent les substances chimiques appelées **hormones** dans le liquide interstitiel. Une hormone est définie comme une substance biochimique synthétisée dans une glande ou cellule endocrine et directement sécrétée dans le sang ou la lymphe pour engendrer un effet sur un organe ou cellule cible spécifique. Ces cellules cibles sont distribuées partout dans l'organisme. Après la sécrétion de l'hormone dans le liquide interstitiel, elle diffuse dans les capillaires, puis dans le sang. La liaison entre l'hormone et la cellule cible se fait à travers des protéines membranaires spécifiques appelées **récepteurs**. Un récepteur est défini comme une protéine, généralement située à la surface des cellules, capable de fixer une molécule informative (médiators chimiques, neurotransmetteurs, hormones...) et de convertir ce message extracellulaire en signal intracellulaire, entraînant une réponse de la part de la cellule.

La signalisation endocrine est souvent lente car elle dépend de la diffusion et de la vitesse de la circulation sanguine.

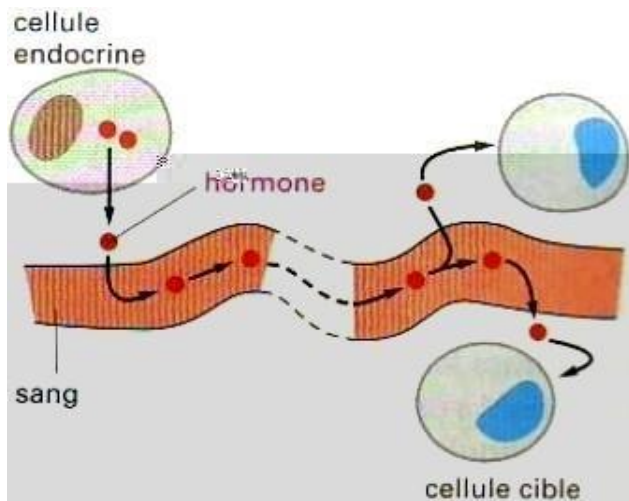


Figure 1-2 A Signalisation endocrine

1.2.1.2 Signalisation paracrine

Les cellules secrètent des substances appelées **médiateurs chimiques ou cytokines**. Un médiateur chimique est une molécule produite par une cellule et agissant sur une autre cellule possédant un récepteur spécifique de ce médiateur. Après la sécrétion, le médiateur chimique entre rapidement en contact avec des cellules cibles environnantes (1mm approx.) sur lesquelles il agit. Le médiateur est ensuite absorbé par les cellules, soit détruit ou immobilisé. L'absorption, la destruction ou l'immobilisation des restes des médiateurs permet à l'action des médiateurs d'être locale.

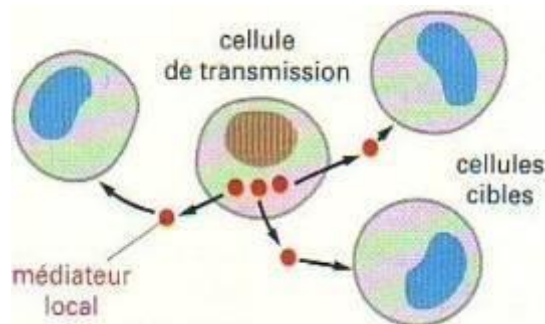


Figure 1-2 B. Signalisation paracrine

1.2.1.3 La Signalisation synaptique

Elle concerne surtout le système nerveux et permet la transmission des informations à travers de longues distances à des vitesses élevées. Les cellules nerveuses secrètent des substances appelées **neurotransmetteurs** dans des jonctions spécialisées appelées **synapses chimiques**. Un neurotransmetteur est une molécule contenue dans des vésicules synaptiques des terminaisons des cellules nerveuses. Libérée dans la fente

synaptique, elle stimule les potentiels excitateurs ou inhibiteurs de la cellule postsynaptique.

La synapse est la zone de contact entre deux neurones (ou entre un neurone et une cellule) permettant aux signaux électriques de circuler d'un neurone à l'autre, d'un neurone à un muscle etc.

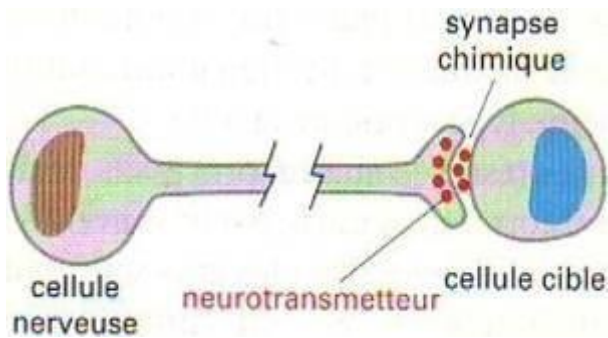


Figure 1-2 C. Signalisation synaptique

Il y'a également ce qu'on appelle **Signalisation autocrine** (Fig. 1-3); dans ce système, des mécanismes identiques permettent aux cellules d'envoyer des signaux à d'autres cellules du même type. Et de plus, une cellule peut sécréter des molécules informatives qui peuvent se fixer sur ces propres récepteurs. Au cours du développement par exemple, une fois engagée dans une voie de différenciation, la cellule peut sécréter des signaux autocrines qui renforcent cette voie de développement.

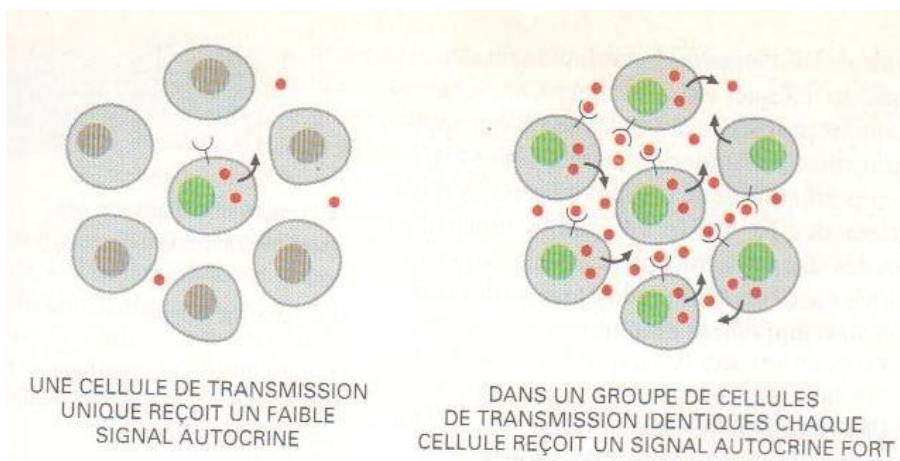


Figure 1-3.

Transmission autocrine

Le signal produit par un groupe de cellules identiques est plus fort que le signal provoqué par une cellule isolée.

Selon des critères morphologiques et fonctionnels, on distingue plusieurs types de synapses :

Les **synapses chimiques** : Elles sont caractérisées par la présence d'un espace entre la membrane présynaptique et la membrane post-synaptique. Cet espace est la fente synaptique à travers laquelle une molécule chimique transmet les informations de la cellule présynaptique à la cellule post-synaptique. **La synapse chimique comprend 3 parties: l'élément présynaptique, la fente synaptique, et l'élément postsynaptique.**

Les **synapses électriques** ou jonctions communicantes ("Gap Junctions") : Ce sont des pores de communication entre les cytoplasmes de deux cellules adjacentes. La formation de ces pores se fait après la fusion des deux membranes à certains endroits. Chez les végétaux on note la présence des **plasmodesmes** qui jouent le même rôle.

Les synapses électriques permettent la transmission directe des signaux électriques d'une cellule à l'autre sans intermédiaire chimique. Ce couplage permet une propagation rapide des potentiels d'action entre neurones mais aussi la synchronisation de la contraction de certaines cellules musculaires (cœur, fibre musculaire lisse).

Les **synapses mixtes** : Elles sont formées par la juxtaposition d'une synapse chimique et d'une jonction communicante.

Elaboration et sécrétion d'un neurotransmetteur

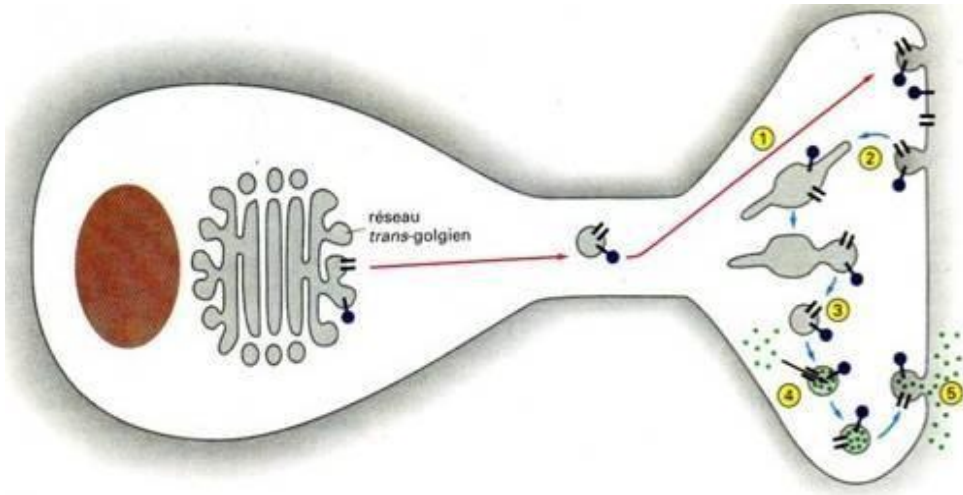


Figure 1-4. Formation des vésicules synaptiques

On retrouve ces vésicules minuscules et uniforme seulement dans les cellules nerveuses et dans certaines cellules endocrines où elles stockent et sécrètent les neurotransmetteurs.

- 1-Livraison des composantes des vésicules synaptiques (VS) à la membrane plasmique
- 2 – Endocytose des composantes et livraison à l'endosome
- 3 – Bourgeonnement des VS à partir de l'endosome
- 4 – Chargement du neurotransmetteur dans la VS
- 5 – Sécrétion du neurotransmetteur par exocytose en réponse à l'activation cellulaire

***Mécanisme de la signalisation synaptique:**

Après la sécrétion d'un neurotransmetteur dans la synapse chimique par les cellules présynaptiques, le neurotransmetteur diffuse à travers la fente synaptique qui est une distance d'environ 50nm, puis il stimule la cellule cible postsynaptique. Le neurotransmetteur est ensuite rapidement absorbé par la cellule présynaptique, hydrolysé par des enzymes hydrolytiques ou éliminé activement par des pompes protéiques membranaires. La libération d'un signal du neurotransmetteur entraîne la conversion d'un signal électrique en signal chimique. Les signaux chimiques libérés peuvent agir de façon paracrine ou synaptique. Dans le mode paracrine, il fonctionne comme un médiateur chimique local. Il diffuse et influence toutes les cellules environnantes ayant des récepteurs pour la molécule libérée. Dans le mode synaptique, il agit sur une seule cellule

même si les cellules voisines ont des récepteurs pour la molécule libérée. Il y a donc plus de précision ou de spécificité dans ce mode d'action.

Le neurotransmetteur ne diffuse que sur une courte distance d'où sa vitesse d'action élevée.

I.2.1.4 Aspects communs aux 3 formes de Signalisations chimiques à distance

- La cellule cible répond aux signaux extracellulaires à travers des protéines spécifiques appelées récepteurs.
- Les mêmes molécules et récepteurs peuvent être impliqués dans les 3 types de signalisation

I.2.1.5 Différence entre les 3 formes de Signalisations chimiques à distance:

Les différences importantes se situent dans:

- La vitesse
- La sélectivité des signaux délivrés aux différentes cellules cibles

I.2.1.6 Comparaison entre signalisation endocrinienne et synaptique

Paramètres	Endocrinienne	Synaptique
Distance	Longue	Longue
Moyens de transport des informations	Diffusion	Electrique et Diffusion
Spécificité	Moins précise - car dépend de la complémentarité entre l'hormone et le récepteur	Très précise - car neurotransmetteur agit sur une seule cellule
Vitesse de stimulation	Lente	Élevée (100m/s)

Concentration des produits sécrétés	Faible	Élevée
Vitesse d'élimination du produit chimique	Lente	Élevée

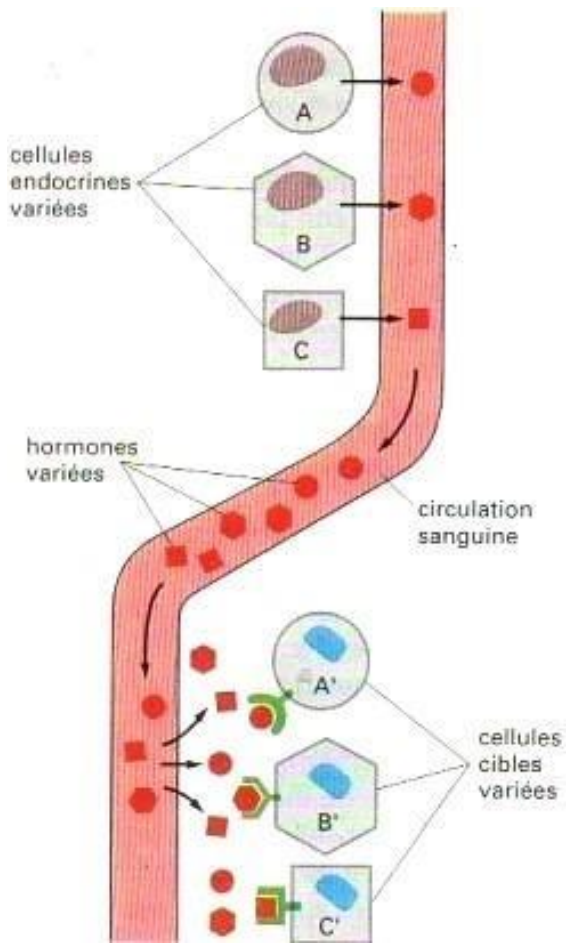


Figure 1-5 A. Transmission endocrine. Les cellules endocriniennes sécrètent plusieurs hormones dans le sang. Ces hormones se lient aux cellules cibles ayant des récepteurs spécifiques pour elles.

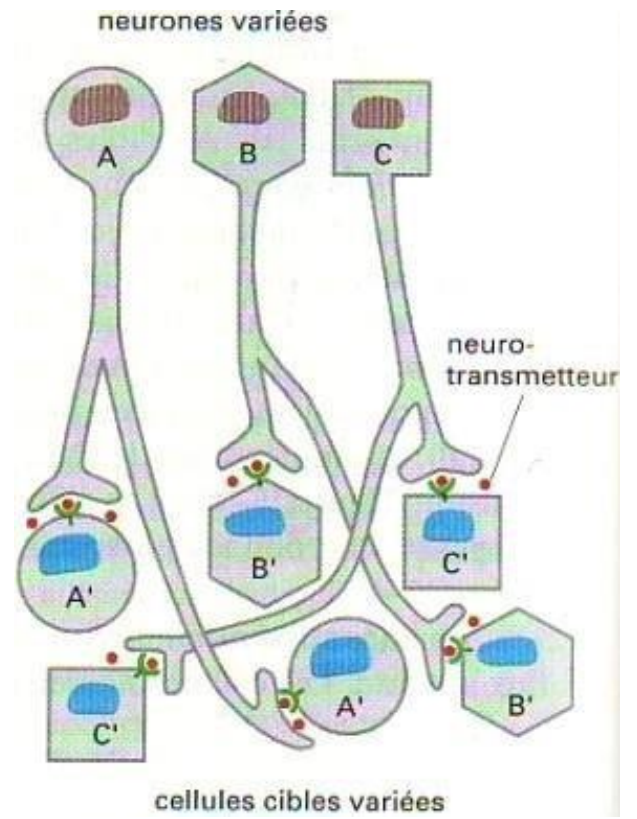


Figure 1-5 B. Transmission synaptique. La spécificité est due au contact entre les cellules nerveuses et les cellules cibles spécifiques