

DISCIPLINE : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

NIVEAU : Terminales

SERIE : D

MODULE : BIOLOGIE

SOUS MODULE : PHYSIOLOGIE NERVEUSE

SUPPORT PÉDAGOGIQUE N°7

OG 8 : COMPRENDRE LES FONCTIONS DE RELATION ET L'ACTIVITÉ CARDIAQUE

II - Rôle du système nerveux dans le comportement moteur d'un animal : les reflexes

Un réflexe est une réponse involontaire et immédiate de l'organisme suite à une excitation. On distingue : les réflexes innés et réflexes conditionnels.

A- Les réflexes innés :

Ce sont des réflexes naturels.

1- Différents types de réflexes innés chez l'Homme :

Selon la nature du centre nerveux, on distingue :

- Les réflexes médullaires qui sont commandés par la Moelle épinière.
Exemples : Réflexe rotulien ; réflexe achilléen. ...
- Les réflexes bulbaires : commandés par le bulbe rachidien.
Exemples : réflexe d'occlusion des paupières, réflexe linguo-maxillaire, réflexe de mastication et de déglutition, réflexe salivaire, ...
- Les réflexes cérébelleux ou réflexes encéphaliques dont le Centre Nerveux est situé dans l'encéphale ;
Exemples : réflexe d'équilibration et de locomotion.

2- Étude expérimentale des réflexes médullaires chez la grenouille :

a) Préparation de l'animal : L'encéphale de l'animal est détruit, la moelle épinière reste intacte : on obtient une grenouille *spinale* ou décérébrée. La grenouille immobile et inerte est suspendue à une potence par la mâchoire supérieure.

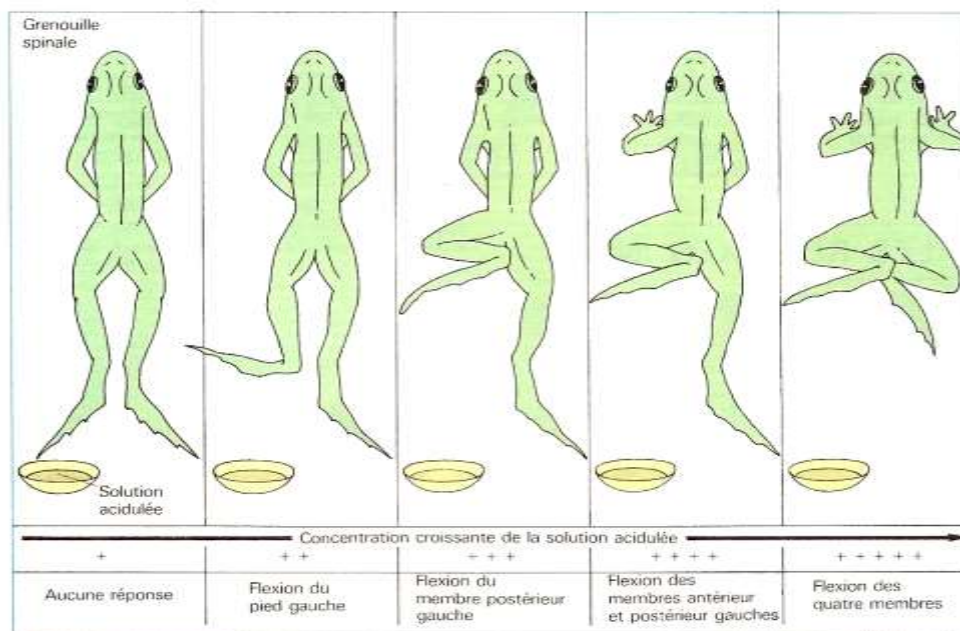
b) Enregistrement des réponses lors des excitations croissantes :

L'excitant utilisé est l'acide acétique à différentes concentrations.

On plonge successivement les orteils de la patte postérieure gauche dans des solutions d'acide de concentrations croissantes. La peau est lavée à l'eau puis essuyée après chacun des essais successifs.

Concentration de la solution d'acide acétique	Réponse observée	Le réflexe est dit
1/200	Aucune réponse	Nul
1/100	Aucune réponse	Nul
1/50	Flexion des orteils	Localisé
1/30	Flexion de la patte excitée	Unilatéral
1/20	Flexion des 2 pattes postérieures	Symétrique (bilatéral)
1/10	Flexion de deux membres postérieurs puis des deux membres antérieurs	Irradié
Solution non diluée	Mouvement des 4 membres et du tronc	Généralisé

Illustration :



- Les solutions de concentrations 1/200 et 1/100 sont des intensités infraliminaires ;
- La plus petite réponse obtenue par la concentration 1/50 constitue l'intensité seuil ;
- Les solutions de concentrations 1/30, 1/20, 1/10 et la solution non diluée sont des intensités supraliminaires.

Remarque : Plus la concentration est élevée, plus le réflexe se complique.

a) Organes mis en jeu pour l'accomplissement du réflexe :

❖ Organe récepteur : la peau

On plonge la patte postérieure gauche d'une grenouille dans l'éther, puis on plonge la même patte dans l'acide moyennement concentré à 1/30 : aucune réponse n'est observée. Par contre, si on rince cette patte à l'eau pure et on la plonge de nouveau dans la même solution, on obtient un réflexe. L'éther a donc anesthésié la peau.

Conclusion : La peau contient des récepteurs sensoriels c'est donc un récepteur.

❖ Organe conducteur : le nerf

On plonge dans une solution acidulée les orteils droits et les orteils gauches après section du nerf sciatique gauche : aucune réponse de la patte dont le sciatique a été sectionné. Il y a par contre, flexion de la patte postérieure droite et parfois des membres antérieurs.

Conclusion : Le nerf sciatique a un rôle conducteur.

- On excite électriquement le bout central du nerf sciatique gauche. Aucune réponse de la patte gauche, tandis que la patte opposée exécute la flexion : le nerf sciatique conduit des messages centripètes, il contient des fibres sensibles.
- On excite électriquement le bout périphérique du nerf sciatique gauche. On observe un mouvement de la patte gauche : le nerf sciatique conduit des messages centrifuges ; il contient des fibres motrices.

N.B : Le nerf sciatique qui est à la fois sensitif et moteur, est un nerf mixte (comme tous les nerfs rachidiens).

❖ Centre Nerveux : la moelle épinière

Détruisons la moelle épinière, puis excitons la patte postérieure gauche alors que le nerf sciatique est intact : aucune réponse n'est observée.

Conclusion : La moelle épinière est indispensable à l'accomplissement du réflexe.

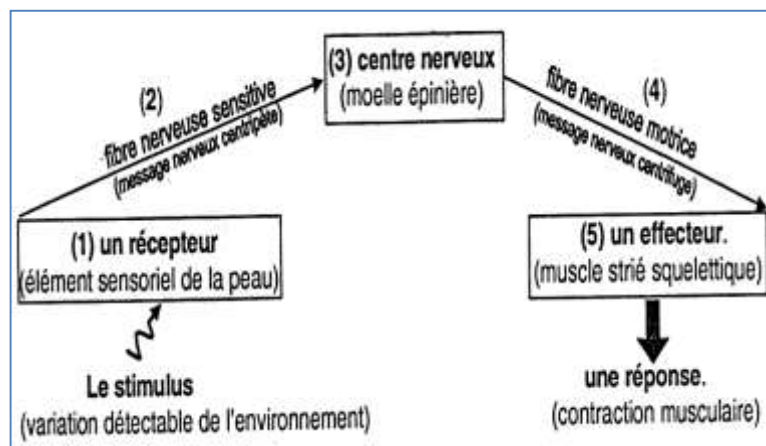
❖ Organe effecteur : le muscle

Sectionnons les tendons reliant le gastrocnémien aux os de la patte postérieure gauche, excitons les orteils de cette patte : on obtient la contraction du muscle, mais pas le mouvement de la patte.

Conclusion : Le muscle est indispensable à l'accomplissement du réflexe, il est responsable du mouvement.

Bilan : les organes mis en jeu dans l'accomplissement d'un acte réflexe sont :

- la peau : réceptrice sensorielle ;
- le nerf rachidien : conducteur du message nerveux sensitif et moteur ;
- la moelle épinière : centre nerveux
- la muscle : effecteur



Trajet suivi par le message nerveux dans un arc réflexe médullaire

3- Interprétation histologique des réflexes médullaires :

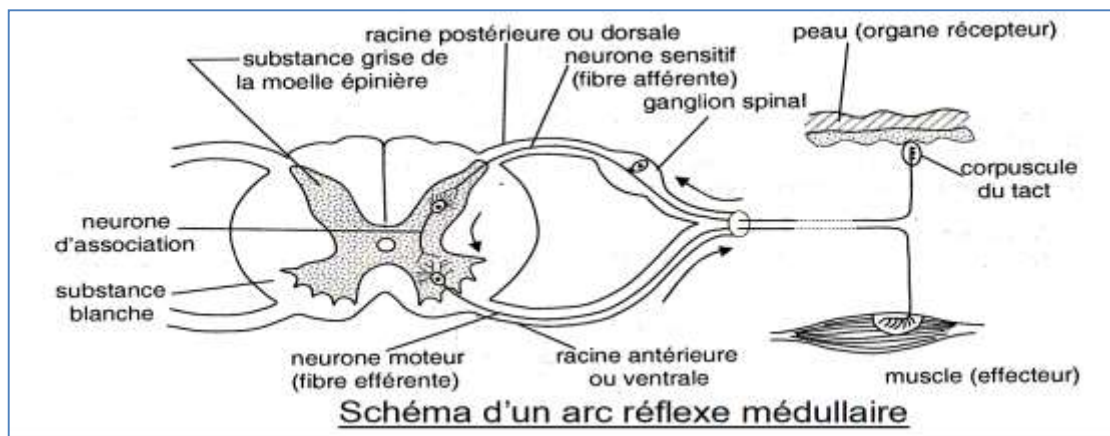
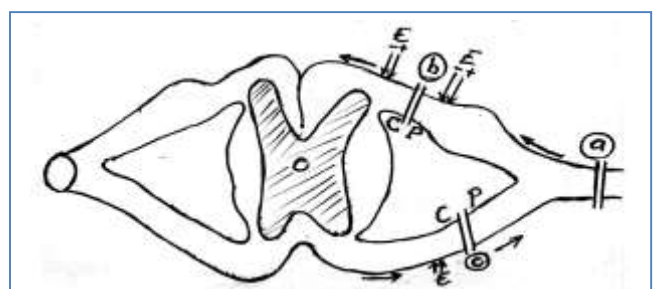


Schéma d'un arc réflexe médullaire

Chaque nerf rachidien est relié à la moelle épinière par deux racines :

- l'une antérieure ou ventrale ;
- l'autre postérieure ou dorsale munie d'un renflement : le ganglion spinal.

a) Expérience de Magendie et Bell (1822) : Quel est le rôle des racines rachidiennes ?



- En a : Section du nerf rachidien :

Observation : Il y a paralysie et insensibilité des territoires innervés par ce nerf.

Conclusion : Le nerf rachidien est un nerf mixte qui contient des fibres sensibles et des fibres motrices.

- En b : Section de la racine postérieure (dorsale) du nerf rachidien :

Observation : Abolition de la sensibilité de la région innervée par ce nerf, mais il n'y a pas paralysie.

Aucune réaction ne succède à l'excitation du bout périphérique P, tandis qu'à celle du bout central C, l'animal réagit (mouvements...).

Conclusion : La racine dorsale conduit le message nerveux dans le sens centripète. Cette racine contient des fibres nerveuses sensibles.

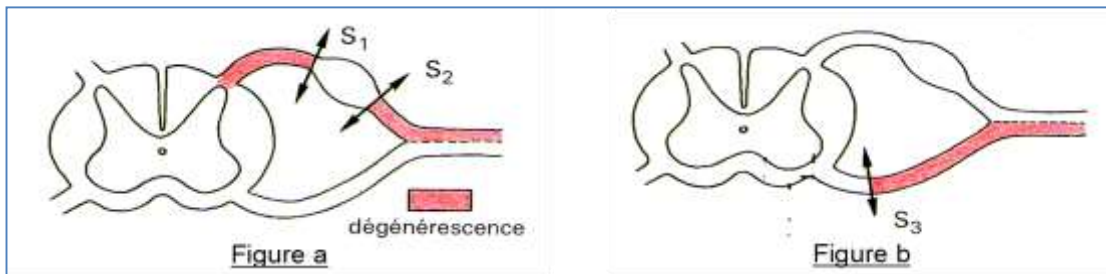
- En c : Section de la racine antérieure (ventrale) du nerf rachidien :

Observation : Paralysie de la région innervée, mais l'animal demeure sensible aux stimuli.

L'excitation du bout périphérique P déclenche des contractions des muscles correspondants, tandis que celle du bout central C est sans effet.

Conclusion : la racine ventrale (antérieure) conduit le message nerveux dans le sens centrifuge : elle contient des fibres nerveuses motrices.

b) Expériences de dégénérescence Wallerienne :



Expérience 1 : On sectionne la racine postérieure d'un nerf de part et d'autre du ganglion spinal (fig a):

- au niveau de S_1 , le bout central dégénère ;
- au niveau de S_2 , le bout périphérique dégénère.

Conclusion : Le corps cellulaire est donc situé dans le ganglion spinal. Il s'agit du corps cellulaire d'un neurone en T qui est sensitif.

Expérience 2 : On coupe (S_3) la racine ventrale en deux (fig. b), le bout central régénère, par contre le bout périphérique dégénère.

Conclusion : Le corps cellulaire est situé dans la corne antérieure de la substance grise (moelle épinière) ; il s'agit d'un neurone moteur ou neuromoteur.

N.B : L'influx nerveux se propage dans le sens du péricaryon vers l'arborisation terminale.

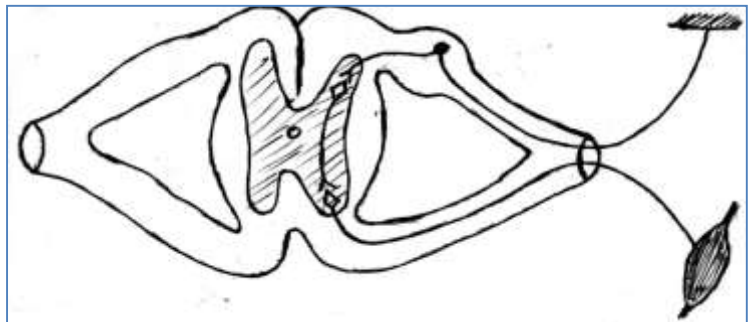
4- Trajet suivi par le message nerveux :

Le message nerveux qui part du récepteur sensoriel arrive dans la moelle épinière par la racine postérieure contenant les fibres sensibles. Le neurone d'association qui se trouve dans la moelle épinière reçoit l'information nerveuse et la transmet vers les muscles par la racine antérieure contenant les fibres motrices.

N.B. : Ce trajet suivi par le message nerveux est appelé arc réflexe.

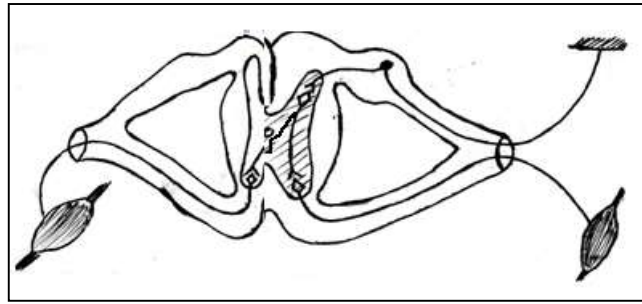
a) Cas d'un réflexe unilatéral :

Le trajet suivi par le message nerveux comporte deux neurones principaux formant un arc réflexe. Mais vu la lenteur de la réaction réflexe, le message nerveux doit franchir deux synapses, ce qui suppose l'existence d'un neurone d'association situé entre le neurone sensitif et le neurone moteur. Schéma ci-contre



Cas d'un réflexe bilatéral ou symétrique :

L'excitation de la patte postérieure droite entraîne non seulement la flexion de cette patte mais aussi celle de la patte gauche. Le passage du message nerveux dans les neurones moteurs situés du côté opposé s'explique par l'existence de neurones d'association horizontaux ou commissuraux. Schéma ci-contre.



b) Cas d'un réflexe irradié et généralisé :

L'excitation de la patte gauche entraîne le mouvement des 4 membres. La transmission de l'influx nerveux à différents niveaux de la moelle épinière s'explique par l'existence d'une autre catégorie de neurones d'association appelés *neurones verticaux*.

Lorsque l'excitation portée sur la patte gauche est très forte, on observe le mouvement du corps tout entier ; on parle du *réflexe généralisé*.

Conclusion :

Tous ces réflexes se manifestent dès la naissance de l'animal et ne dépendent que de la structure de ses centres nerveux ; ce sont des réflexes innés ou inconditionnels.

B- Les réflexes conditionnels :

La notion de réflexe conditionnel est due au savant russe IVAN PETROVITCH PAVLOV (1849-1936). Les travaux de PAVLOV ont porté essentiellement sur les mécanismes déterminant la sécrétion salivaire chez le chien (1902).

1- Mise en évidence expérimentale d'un réflexe conditionnel :

a) Préparation de l'animal :

Un chien est placé dans un local insonorisé et qui le soustrait aux variations de luminosité, de température, donc complètement isolé du monde extérieur.

Un tube est branché directement sur un canal des glandes salivaires (une fistule) et communique avec un dispositif gradué qui permet de suivre la sécrétion salivaire.

b) Obtention du réflexe salivaire innée :

Chaque fois que l'on donne de la viande à un chien affamé, on observe une sécrétion salivaire. Cette sécrétion salivaire est obtenue avec n'importe quel chien et aussi quelles que soient les conditions réalisées dans la chambre close : cette réaction est appelée réflexe absolu, innée, indépendante de la volonté.

L'aliment qui déclenche ce réflexe est un *excitant absolu* ou *inconditionnel*. Schéma ci-contre

2- Etapes de l'acquisition d'un réflexe conditionnel (Travaux de PAVLOV) :

1^{ère} phase : À un chien porteur d'une fistule salivaire, PAVLOV fait entendre le bruit rythmé d'un métronome (instrument de musique) : il n'y a pas de sécrétion de la salive.

Conclusion : Le son de la musique est un *excitant neutre*.

2^e phase : PAVLOV donne de la viande au chien : il y a salivation.

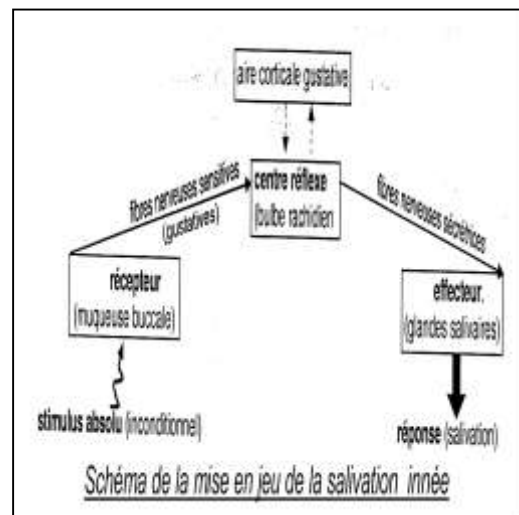
Conclusion : La viande est un excitant absolu et la sécrétion salivaire observée est un réflexe inné.

3^{ème} phase : PAVLOV fait entendre au chien le même son et il lui donne la viande : le chien salive abondamment. Cette association est répétée plusieurs fois.

Conclusion : La viande est un excitant absolu et la sécrétion salivaire observée est un réflexe inné.

4^{ème} phase : PAVLOV fait entendre au chien le son du métronome seul, il y a salivation.

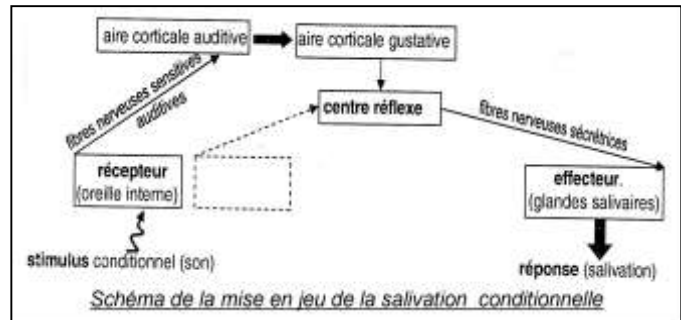
Conclusion : PAVLOV constate que le son du métronome, sans effet auparavant sur la sécrétion salivaire (stimulus neutre), est devenu un excitant efficace, conditionnel et la sécrétion salivaire dans ce cas est due à un réflexe conditionnel.



PAVLOV a donc créé un nouveau réflexe qui est un réflexe acquis ou conditionnel car son obtention est liée à une condition nécessaire.

Interprétation :

L'excitation constituée par le bruit du métronome chemine par le nerf auditif jusqu'à l'aire auditive, puis l'aire gustative, pour atteindre le centre salivaire bulbaire, elle se réfléchit sur les nerfs qui descendent vers la glande salivaire et excite son activité : il s'agit d'un réflexe acquis ou conditionnel. Schéma ci-contre



3- Conditions d'apparition des réflexes :

L'apparition des réflexes conditionnels nécessite :

- L'intégrité du cerveau car sa destruction supprime tout réflexe acquis et empêche d'en créer d'autres ;
- L'excitant conditionnel précis (l'odeur, la vue, la lumière...) doit être bien déterminé, d'où l'utilité de la « *tour de silence* » pendant l'expérience ;
- L'excitant conditionnel doit toujours précéder l'excitant absolu et l'animal doit être dans son état de besoin (soif, faim.) ;
- La suppression prolongée du stimulus absolu efface progressivement le réflexe acquis : un réflexe conditionnel doit donc être entretenu.

4- Comparaison réflexe inné et réflexe conditionnel :

Les réflexes innés sont héréditaires, stéréotypés, spécifiques de l'espèce et immuables (permanents).

Les réflexes conditionnels par contre sont individuels, fragiles et doivent être entretenus.

c. Importance des réflexes dans la vie de l'Homme :

1- Réflexes innés :

Les réflexes innés interviennent dans le comportement de l'espèce humaine :

- certains réflexes protègent l'homme contre les dangers extérieurs.
Exemple : occlusion des paupières, retrait de la main au contact d'un corps chaud.
- d'autres interviennent dans l'activité musculaire en rapport avec l'équilibration et le maintien des attitudes du corps (posture).
- enfin il y a des réflexes qui règlent le fonctionnement de nos organes.

2- Réflexes conditionnels :

Ils interviennent dans le comportement individuel (discipline, éducation, habitude). Ils permettent donc :

- l'acquisition d'automatismes (conduite d'automobile, équilibre sur une bicyclette, geste de l'écriture...) ;
- la mise en place des moyens de communication entre individu (parole, écriture, lecture) ;
- l'élaboration « de signaux de bonne conduite » dans les rapports sociaux (saluer, dire merci, faire un sourire conventionnel) ;
- l'adaptation au milieu et la libération du cerveau de certaines tâches.

Remarque : Chez l'Homme, plus le cerveau se développe plus le pouvoir de contrôle et de maîtrise se conditionnent. L'apprentissage n'est plus un simple conditionnement, il devient un acte intentionnel et s'intègre dans le comportement.

III - Le système neurovégétatif

Ce système règle le fonctionnement des organes internes (cœur, estomac, intestin, foie...)

a) Description :

Le système neurovégétatif est constitué en réalité de deux systèmes dont les actions sont plus ou moins antagonistes : le système orthosympathique et le système parasympathique.

α₁. Le système orthosympathique (=sympathique)

Ses centres nerveux se trouvent dans la moelle épinière thoracique. Les fibres des nerfs orthosympathiques passent par une chaîne ganglionnaire avant d'atteindre un organe.

α₂. Le système parasympathique :

Les centres nerveux du parasympathique se trouvent dans le bulbe rachidien et à la base de la moelle épinière.

La pièce maîtresse est le nerf pneumogastrique ou nerf vague ou encore nerf X (10^{ème} paire des nerfs crâniens). C'est un nerf mixte dont les fibres innervent le cœur, les voies respiratoires, les poumons et l'appareil digestif à l'exception de la seconde moitié du gros intestin.

b) Notion d'endocrinologie :

L'endocrinologie est l'étude des glandes endocrines (glandes à sécrétion interne) dont les produits, appelés *hormones*.

Une hormone est une molécule sécrétée en petite quantité par une glande endocrine, déversées dans le sang, véhiculés par ce dernier et qui modifie le fonctionnement des cellules cibles.

Exemple glandes endocrines : l'hypophyse, la thyroïde, les parathyroïdes...

Aux glandes endocrines, on oppose les glandes exocrines (glandes à sécrétion externe) qui déversent leurs produits à l'extérieur (lumière du tube digestif par exemple).

Il y a aussi des glandes mixtes (gonades).

L'appareil endocrinien, comme le système nerveux, assure la coordination des organes.

On parle de corrélation nerveuse lorsque le système nerveux assure la liaison entre les organes ; alors que la corrélation humorale, le sang assure cette relation grâce aux hormones qu'il contient.