

1 - La nutrition chez les animaux

Tout animal a besoin d'un régime alimentaire adéquat sur le plan nutritionnel pour pouvoir maintenir l'homéostasie, c'est-à-dire l'équilibre interne, en dépit des changements du milieu externe. Un régime alimentaire équilibré fournit l'énergie nécessaire au travail cellulaire, ainsi que tous les matériaux dont le corps a besoin pour bâtir ses propres molécules organiques.

1.1- Les besoins nutritionnels

Un régime alimentaire adéquat sur le plan nutritionnel répond à trois types de besoins :

- ▶ les besoins en énergie (chimique) pour effectuer tout le travail cellulaire ;
- ▶ les besoins en molécules organiques destinées à la biosynthèse (soit de squelettes carbonés pour la fabrication des molécules spécifiques à l'organisme);
- ▶ les besoins en nutriments essentiels, c'est-à-dire que les animaux ne sont pas en mesure de fabriquer eux-mêmes à partir de la matière ingérée et qu'ils doivent obtenir directement des aliments.

Les nutriments sont des composés simples, c'est la partie assimilable des aliments. Le nutriment en terme général

est toutes les substances utilisées par l'organisme dans le but de maintenir son bon fonctionnement. On peut classer les nutriments en fonction des quantités trouvées dans l'organisme :

- Macronutriments : Lipides, Glucides, Protides, eau
- Micronutriments : minéraux, vitamines

Les macronutriments vont être digérés puis absorbés pour donner au final les nutriments cellulaires : oses, acides gras et acides aminés.

1.2- Régimes alimentaires et types d'ingestion

1.2.1. Régimes alimentaires

Partageant le besoin fondamental de se procurer de la nourriture, les animaux diffèrent par leur mode d'alimentation. Tous les animaux consomment d'autres organismes, que ceux-ci soient morts ou vivants, entiers ou fragmentés. (Il faut élargir la définition de « fragmentés » de sorte à tenir compte de parasites, comme certains vers plats, qui absorbent directement de l'hôte animal des molécules organiques issues de la digestion). En général, les animaux se classent en trois catégories selon leur régime alimentaire :

Les **herbivores** tels que les bovins, les concombres de mer et les termites, se nourrissent principalement de plantes ou d'algues.

Les **carnivores**, notamment les requins, les buses et les araignées, dévorent d'autres animaux. Les **omnivores** (du latin omni, qui signifie « tout ») ne mangent pas réellement tous ce qu'ils trouvent, mais leur régime alimentaire est très varié puisqu'il se compose d'animaux aussi bien que de végétaux. Les omnivores comprennent les cafards, les corbeaux, les ours et les humains qui ont évolué en chasseurs, en cueilleurs et en détritivores.

Les termes *herbivore*, *carnivore* et *omnivore* correspondent aux types d'aliments généralement consommés, ainsi qu'aux adaptations permettant aux animaux de se procurer de la nourriture et de la digérer. En réalité, la plupart des animaux se nourrissent de manière opportuniste ; ils consomment des aliments qui ne relèvent pas de leur catégorie alimentaire principale quand ces derniers sont disponibles. Par exemple, les Bovidés et les Cervidés, des herbivores, consomment à l'occasion de petits animaux ou des œufs d'oiseaux, en plus d'herbes et d'autres plantes. La plupart des carnivores se procurent certains éléments nutritifs à partir de matières végétales restant dans le tube digestif des proies absorbées. Notons que tous les animaux consomment des microorganismes quand ils ingèrent des aliments.

1.2.2. Types d'ingestion

Les différentes modalités d'ingestion des aliments relèvent de quatre grands types :

L'ingestion par filtration, ► l'ingestion du substrat, ► l'ingestion par aspiration ► l'ingestion en vrac.

- **L'ingestion par filtration**

De nombreux animaux aquatiques se nourrissent de matières en suspension (*suspensivores*), c'est-à-dire qu'ils filtrent les particules d'aliments contenues dans l'eau. Les Palourdes et les Huitres, par exemple, se servent de leurs branchies pour retenir des particules nutritives, que des cils vibratiles propulsent ensuite, en même temps qu'une pellicule de mucus, vers leur bouche. Les Cétacés à fanons, les plus gros animaux du monde, se nourrissent aussi de particules en suspension. Ces baleines nagent la bouche ouverte ingérant des millions de petits animaux filtrés à partir de l'énorme quantité d'eau poussée à travers leurs fanons (des lames cornées fixées à leur mâchoire supérieure).

- **L'ingestion du substrat**

Les animaux vivent sur leur source de nourriture ou à l'intérieur de celle-ci, se frayant un chemin en mangeant. La chenille processionnaire du chêne, la larve d'un papillon de nuit (*Thaumetopoea processionea*), se fraye un chemin en mangeant le tissu mou d'une feuille de chêne et en laissant une traînée de matières fécales noirâtres sur son passage. Les vers de terre

(*Lumbricus sp.*) font également partie de cette catégorie, à la différence qu'ils se frayent un chemin en mangeant de la terre. Ils récupèrent ainsi des détritiques, c'est-à-dire des matières organiques partiellement décomposées, qu'ils ingèrent en même temps que la terre (*saprophages*).

- **L'ingestion par aspiration**

Les espèces tirent des liquides riches en nutriments d'un hôte vivant. Ainsi, les moustiques et les sangsues s'alimentent en absorbant le sang d'autres animaux. Les pucerons puisent la sève élaborée du phloème de Végétaux. Contrairement à ces parasites qui nuisent à leurs hôtes, d'autres espèces qui utilisent l'ingestion par aspiration rendent service à ces derniers. Par exemple, les colibris et abeilles transportent du pollen quand ils visitent les fleurs à la recherche du nectar.

- **L'ingestion en vrac**

La plupart des animaux, notamment les Humains, se nourrissent par ingestion en vrac. Ils consomment des morceaux relativement gros de nourriture, voire des proies entières. Différentes parties anatomiques sont utilisées pour tuer les proies, déchirer la chair ou arracher des matières végétales : des tentacules, des pinces, des griffes, des crochets venimeux, des mâchoires et des dents.

1.3. Traitement de la nourriture

1.3.1. Etapes du traitement de la nourriture

Les quatre étapes principales du traitement la nourriture sont : ► l'ingestion, ► la digestion, ► l'absorption, ► l'élimination.

- **L'ingestion**

L'ingestion constitue la première étape du traitement des aliments. Presque tous les animaux, y compris de nombreux consommateurs de nourriture liquide, doivent s'accommoder d'aliments présentés en vrac, sous forme d'ensembles extrêmement complexes de molécules. Les animaux ne peuvent utiliser ces macromolécules directement, et ce, pour deux raisons :

- ✓ Les polymères sont trop gros pour passer à travers les membranes et pénétrer dans les cellules des animaux.
- ✓ Les macromolécules qui constituent un animal ne sont pas semblables à celles qui composent les aliments. Cependant, tous les organismes utilisent des monomères communs pour fabriquer des macromolécules. Par exemple, le soja, les drosophiles et l'homme assemblent leurs protéines à partir des mêmes 20 acides aminés.

- **La digestion**

La digestion constitue la deuxième étape du traitement de la nourriture. Elle consiste à décomposer les aliments en des molécules suffisamment petites pour être absorbées par le corps. Elle comporte deux volets:

- ✓ la digestion mécanique, qui est la fragmentation de la nourriture, et — la digestion chimique, qui est la transformation des macromolécules contenues dans les fragments de nourriture en des monomères. Les animaux sont alors capables d'utiliser ceux-ci pour assembler leurs propres molécules ou de s'en servir comme source d'énergie pour la production d'ATP.

La digestion des macromolécules rompt chaque liaison en ajoutant une molécule d'eau à l'aide d'enzymes spécifiques. Ce processus de décomposition des macromolécules s'appelle **hydrolyse enzymatique**. Certaines variétés d'enzymes hydrolytiques catalysent la digestion de chacune des catégories de macromolécules trouvées dans les aliments. Cette décomposition chimique est généralement précédée d'une fragmentation mécanique des aliments, au moyen de la mastication par exemple. Un aliment fragmenté en des morceaux plus petits a une plus grande surface exposée aux sucs digestifs contenant les enzymes hydrolytiques.

Les deux dernières étapes du traitement de la nourriture surviennent après la digestion. Au cours de **l'absorption**, les cellules constituant la paroi de la cavité digestive d'un animal permettent aux petites molécules et aux monomères présents dans cette cavité de traverser leur membrane plasmique. Lors de **l'élimination**, les matières qui n'ont pas subi de digestion ni d'absorption quittent l'organisme.

1.3.2. Les compartiments de la digestion

La plupart des animaux réduisent les risques d'autodigestion en traitant les aliments dans des compartiments spécialisés.

Digestion intracellulaire

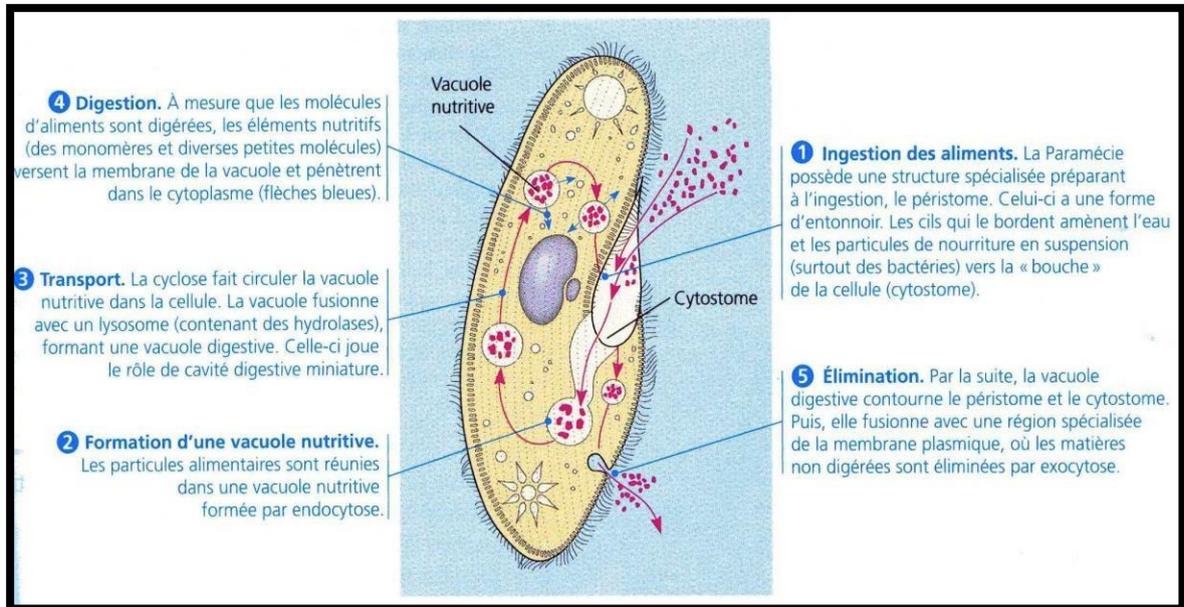


Figure 1 : Digestion intracellulaire chez la Paramécie

Les vacuoles digestives sont des organites servant à décomposer les aliments sans que les enzymes hydrolytiques qu'elles contiennent dégradent le cytoplasme de la cellule. Il s'agit de la sorte de cavité digestive la plus simple. Les Protistes hétérotrophes digèrent leur nourriture dans des vacuoles digestives, habituellement après avoir incorporé les aliments par phagocytose ou par pinocytose. Les vacuoles digestives nouvellement formées fusionnent avec des lysosomes, des organites contenant des enzymes hydrolytiques. Les aliments sont donc en contact avec les enzymes.

La digestion peut se dérouler en toute sécurité dans une cavité délimitée par une membrane protectrice. Ce phénomène est appelé digestion intracellulaire (fig. 1).

Digestion extracellulaire

Chez la plupart des animaux, au moins une partie de l'hydrolyse s'effectue au cours d'une digestion extracellulaire. La digestion extracellulaire a lieu dans des compartiments communiquant avec l'extérieur du corps des animaux.

De nombreux animaux caractérisés par un plan d'organisation corporelle simple possèdent une cavité digestive à une seule ouverture. Cette structure en forme de sac, appelée cavité

gastrovasculaire, sert à la fois à la digestion des nutriments et à leur circulation dans tout l'organisme (d'où le qualificatif *vasculaire*). L'Hydre (*Hydra sp.*), un Cnidaire, illustre bien le fonctionnement de la cavité gastrovasculaire (fig. 2).

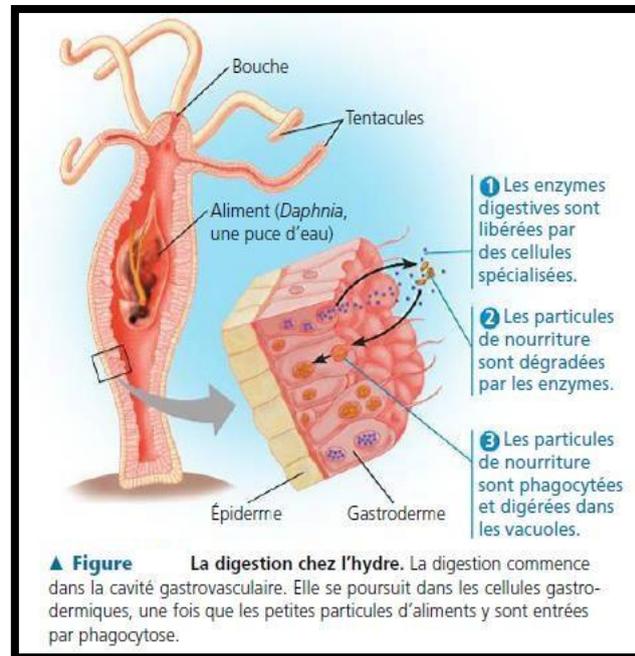


Figure 2 : Digestion extracellulaire dans une cavité gastrovasculaire (chez l'hydre)

Contrairement aux Cnidaires et aux Plathelminthes (vers plats), la plupart des animaux (y compris les Nématodes, les Annélides, les Mollusques, les Arthropodes, les Échinodermes et les Cordés) possèdent une succession de compartiments reliant deux ouvertures: la bouche et l'anus. Cet ensemble s'appelle *tube digestif, tractus digestif ou canal alimentaire*. Comme la nourriture s'y déplace dans une seule direction, le tube digestif peut comprendre plusieurs compartiments spécialisés effectuant la digestion et l'absorption des nutriments par étapes (fig. 3). Les aliments ingérés par la bouche et le pharynx passent par l'œsophage, qui conduit au jabot, au gésier ou à l'estomac, selon l'espèce. Le jabot et l'estomac servent généralement à emmagasiner temporairement les aliments (même si une partie de la digestion peut s'y dérouler) ; le gésier, lui, broie et fragmente ces derniers. La nourriture entre ensuite dans un intestin (plus ou moins compartimenté, suivant les espèces) ; là, les molécules de nourriture sont hydrolysées par des enzymes digestives. Les nutriments sont absorbés par la paroi du tube digestif et se rendent jusqu'au sang. Les résidus indigestibles sont éliminés par l'anus.

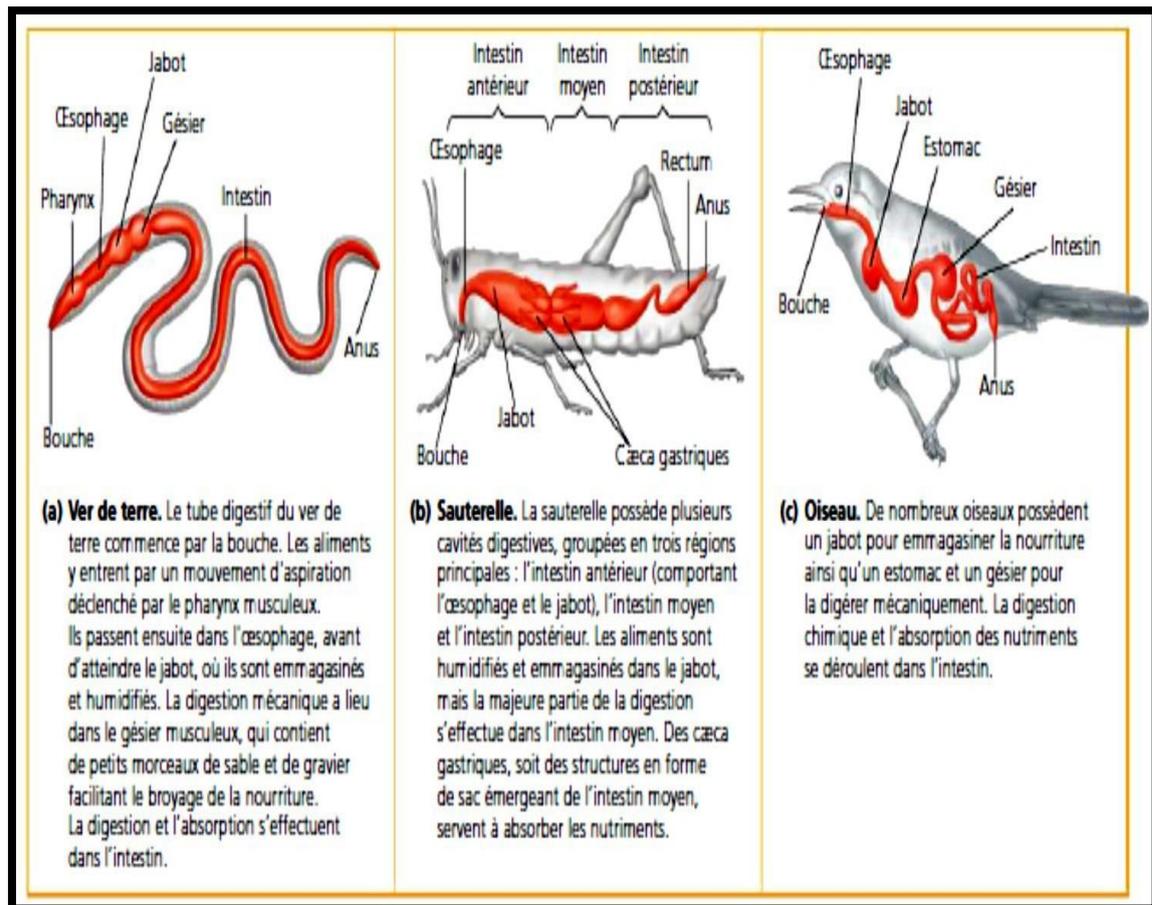
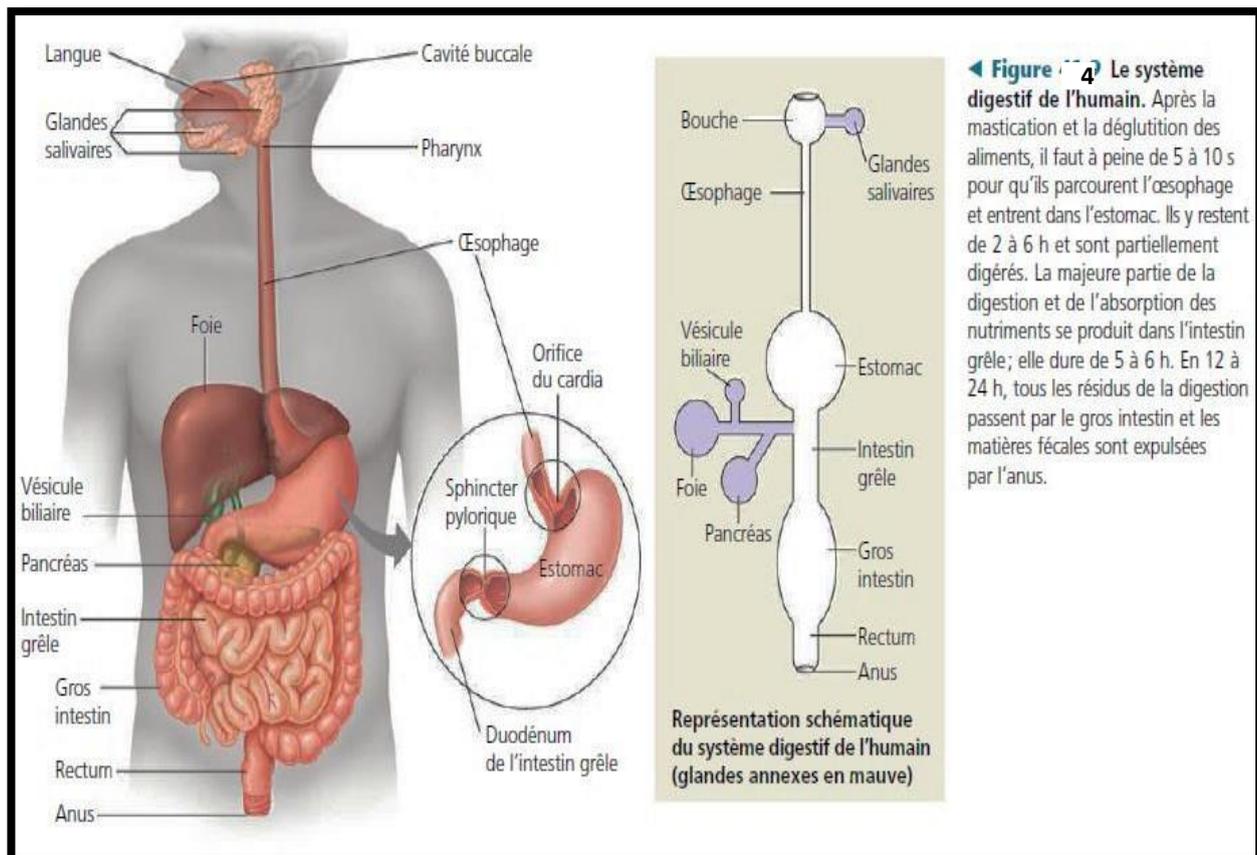


Figure 3 : Différents tubes digestifs chez les animaux

1.3.3- Le système digestif des mammifères

Chez les mammifères, le système digestif se compose d'un tube auquel sont raccordés divers organes annexes et glandes. Certaines de ces glandes déversent des sucs digestifs dans le tube par l'intermédiaire de conduits (fig. 4). Les organes annexes du système digestif mammalien sont les trois paires de glandes salivaires, le pancréas, le foie et la vésicule biliaire.



Les aliments avancent dans le canal alimentaire grâce au péristaltisme, c'est-à-dire un mouvement produit par une succession de contractions rythmiques résultant de l'action des muscles lisses de la paroi du tube digestif. À certains points de jonction des segments spécialisés du tube digestif, la couche musculaire forme un anneau appelé sphincter (ou muscle sphincter). Celui-ci ferme le tube à la manière d'un nœud coulant et régule le passage des aliments d'un compartiment à l'autre.

C'est dans la cavité buccale que la transformation des aliments commence; ceux-ci sont ensuite acheminés vers l'estomac par le pharynx et l'œsophage. Les aliments sont lubrifiés et leur digestion commence dans la cavité buccale, où ils sont mâchés par les dents et fragmentés en des particules exposées à de l'amylase salivaire. Cette enzyme entame la décomposition des polysaccharides. De plus, la muqueuse buccale ajoute aux aliments une lipase linguale qui s'attaque aux lipides. Cependant, cela survient surtout dans l'estomac. L'œsophage amène les aliments du pharynx à l'estomac grâce au mouvement de muscles involontaires produisant des ondes péristaltiques.

Les aliments séjournent dans l'estomac, site d'une digestion préliminaire et de l'absorption de

certaines substances. L'estomac emmagasine les aliments et sécrète du suc gastrique, qui convertit le repas en un chyme acide. Le suc gastrique comprend du chlorure d'hydrogène ainsi que les enzymes pepsine et lipase gastrique. L'estomac absorbe certaines quantités de molécules neutres, de courts acides gras, d'alcool, d'électrolytes et d'eau.

L'intestin grêle joue un rôle majeur dans la digestion et l'absorption. Le chyme acide de l'estomac atteint le duodénum et se mélange avec le suc intestinal, la bile et le suc pancréatique. Diverses enzymes complètent l'hydrolyse des molécules alimentaires et les transforment en des monomères. Ces derniers sont ensuite absorbés dans le sang en passant à travers la muqueuse de l'intestin grêle. Le foie est un organe important, aux fonctions multiples. Entre autres choses, il produit la bile, qui intervient mécaniquement dans la digestion des graisses (fig. 5).

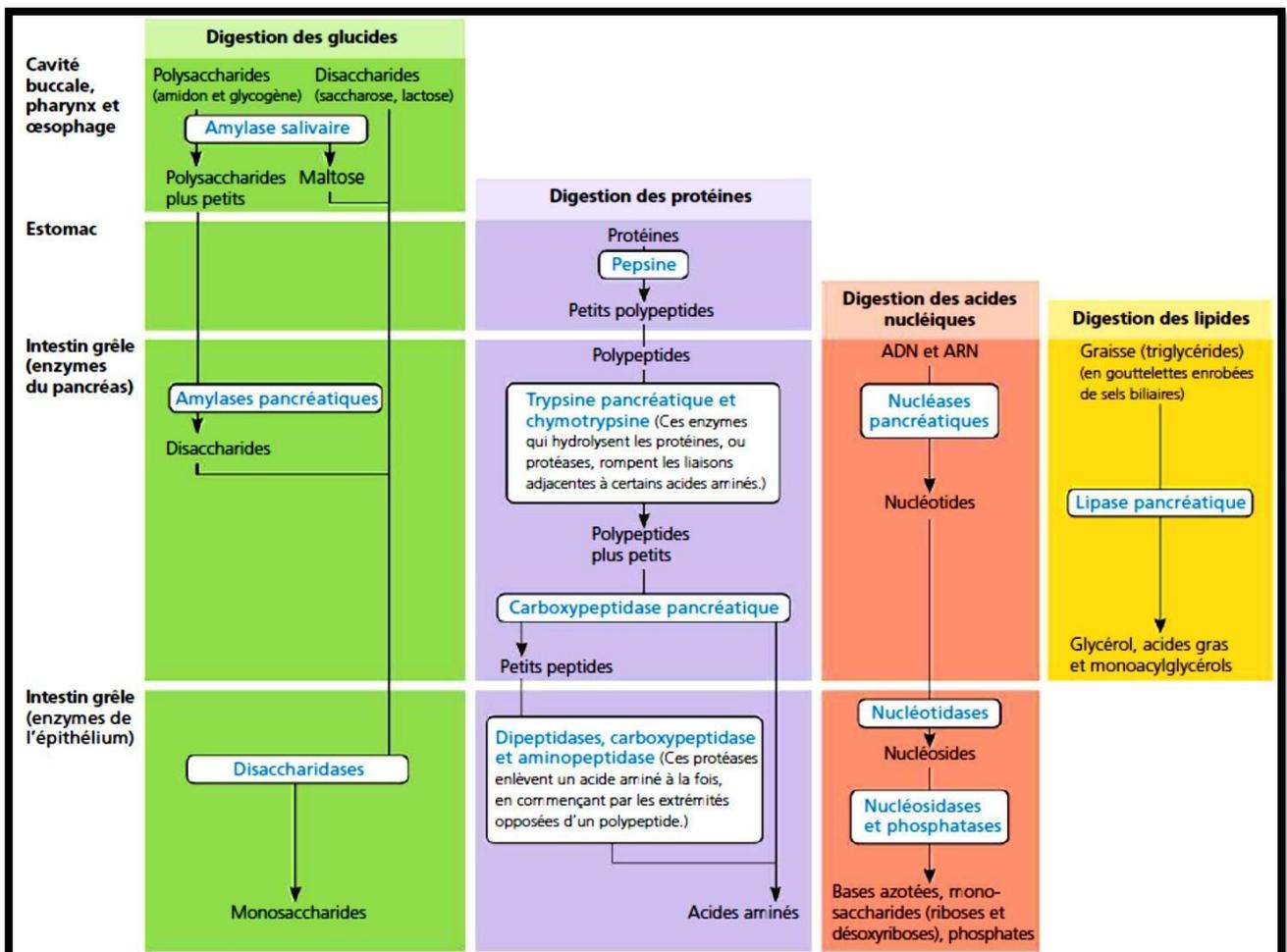


Figure 5 : Représentation schématique de la digestion enzymatique dans le système digestif humain

La régulation de la digestion s'effectue par les voies nerveuse et hormonale (fig. 6). Le système nerveux contrôle le péristaltisme et les sécrétions de l'estomac, du foie, des glandes salivaires et du pancréas. L'hormone gastrine stimule la motilité gastrique et la sécrétion des sucs gastriques. Une catégorie d'hormones duodénales, les entérogastrones, régule les activités du pancréas, de l'estomac, du foie et de la vésicule biliaire. L'absorption d'eau et d'électrolytes constitue une des fonctions essentielles du gros intestin. Le gros intestin (principalement le côlon) aide l'intestin grêle à réabsorber de l'eau et des électrolytes. Il abrite des bactéries dont certaines synthétisent des vitamines (biotine, acide folique, vit. K et plusieurs vitamines du complexe B).

Les matières fécales traversent le rectum et sont éliminées par l'anus.

Les adaptations du système digestif des vertébrés au cours de l'évolution

Les adaptations structurales du système digestif sont souvent associées au régime. Les Mammifères ont une dentition qui correspond généralement à leur régime alimentaire. Les herbivores ont habituellement un tube digestif plus long que les autres Mammifères, car il faut plus de temps pour digérer les matières végétales que les matières animales. Des microorganismes symbiotiques contribuent à la nutrition de nombreux Vertébrés. Beaucoup d'herbivores possèdent des chambres de fermentation spéciales, dans lesquelles des microorganismes mutualistes digèrent la cellulose.