§ 39. **L'intestin grêle** est un tube étroit et cylindrique dont les parois ont à peu près la même structure que celle des parois de l'estomac ; mais dont la tunique muqueuse est garnie d'un grand nombre de replis et de petits prolongements appelés *villosités* qui contribuent beaucoup à augmenter sa puissance comme organe absorbant ; de nombreuses glandules existent dans son épaisseur. Les anatomistes désignent par des noms particuliers sa portion antérieure, sa portion moyenne et sa portion postérieure ; la première a reçu le nom de *duodenum*, la se-

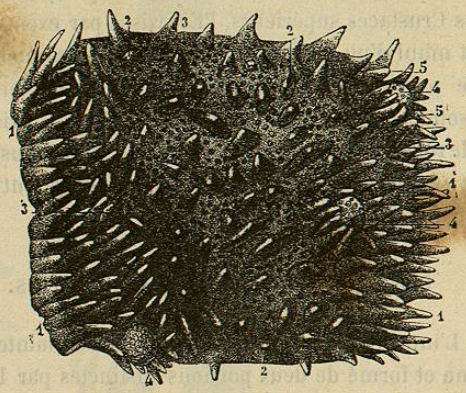

Fig. 51. — Villosités de l'intestin (*).

conde celui de *jéjunum* et la troisième celui d'*iléon* ; mais ces distinctions n'ont que peu d'importance ; enfin c'est dans son intérieur que débouchent l'appareil sécréteur de la bile et les conduits excréteurs d'une autre glande appelée le *pancréas* (fig. 55).

§ 40. **Le gros intestin**, qui fait suite à l'intestin grêle, présente un aspect très différent ; il est boursouflé d'espace en espace et ce mode de conformation dépend de ce que sa tunique musculaire, au lieu d'être d'une épaisseur uniforme

(*) 1 et 2, villosités de la membrane muqueuse intestinale ; — 3, orifices des glandes ; — 4 et 5, follicules clos. (Cette figure est très grossie.)

comme dans l'intestin grêle, s'affaiblit beaucoup et disparaît presque sur beaucoup de points et ne constitue que des bandes étroites qui séparent entre eux les renflements formés par les parties intermédiaires des autres tuniques. On y distingue trois parties appelées : le *cœcum*, le *côlon* et le *rectum* (fig. 44).

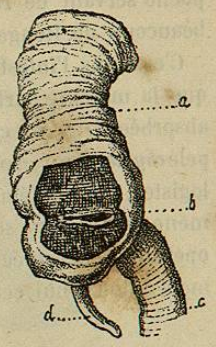

Fig. 52. — Valvule iléo-cœcale (*).

Il est séparé de l'intestin grêle par un sphincter appelé *valvule iléo-cœcale* qui s'oppose au retour des matières venues de l'intestin grêle (fig. 52), et il sert principalement à l'emmagasinage temporaire de ces matières constituées essentiellement par les résidus du travail digestif destinés à être évacués au dehors par l'orifice anal.

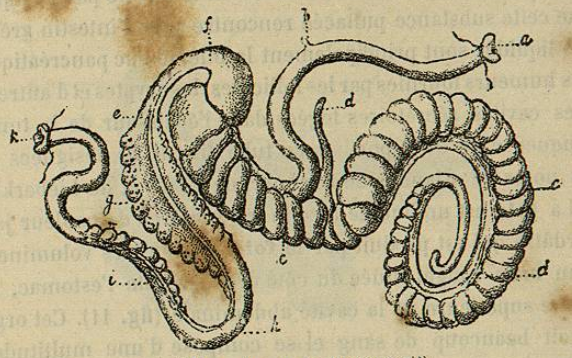

Fig. 53. — Cœcum de Rongeur (**).

Le cœcum est remarquable par l'existence d'un appendice étroit en forme de cul-de-sac, désigné sous le nom d'appendice

(*) *a*, gros intestin ; — *b*, valvule iléo-cœcale ; — *c*, intestin grêle ; — *d*, appendice cœcal ou appendice vermiforme du cœcum.

(**) Réservoirs intestinaux d'un Rongeur ; — *a*, intestin grêle ; — *c*, *d*, cœcum ; — *e*, *f*, *g*, dilatations successives du côlon, qui en *k* devient intestiniforme.

cœcal, qui s'ouvre dans cette partie du gros intestin. Chez les animaux herbivores, le cœcum forme souvent une énorme poche servant de réservoir pour les matières alimentaires ; beaucoup de Rongeurs présentent cette disposition (fig. 53).

C'est dans l'intestin grêle que le travail digestif s'achève et que la majeure partie des produits nutritifs ainsi obtenus est absorbée. L'un de ces produits est un liquide blanchâtre appelé *chyme*, et à raison de cette circonstance les anciens physiologistes, qui ne s'étaient pas bien rendu compte de ce phénomène, ont désigné sous le nom de *chymification* l'ensemble des opérations effectuées dans cette partie de l'appareil digestif ; mais aujourd'hui cette expression est peu employée.

GLANDES ANNEXES DE L'INTESTIN.

§ 41. La digestion intestinale, comme nous le verrons bientôt, est déterminée par l'action exercée sur le chyme par les liquides que cette substance pultacée rencontre dans l'intestin grêle, et ces liquides sont principalement la bile, le suc pancréatique et des humeurs fournies par les follicules, les cryptes et d'autres petites cavités sécrétoires logées dans l'épaisseur de la tunique muqueuse de cette portion du tube digestif et désignées sous les noms de Glandes de Brunner, de Payer et de Lieberkhun.

La **bile** est un liquide alcalin très amer et de couleur jaune verdâtre qui est produit par le **foie**, glande très volumineuse, d'un brun rouge, située du côté droit près de l'estomac, à la partie supérieure de la cavité abdominale (fig. 11). Cet organe reçoit beaucoup de sang et se compose d'une multitude de petits organites qui ont la propriété de séparer de ce fluide nourricier les différentes matières constitutives de la bile et donnent chacun naissance à un canal excréteur servant à l'évacuation de leurs produits. Ces tubes se réunissent successivement entre eux, comme les racines d'une plante, et finissent par constituer un conduit évacuateur nommé *canal biliaire* qui

se dirige vers le duodénum, mais qui chez la plupart des

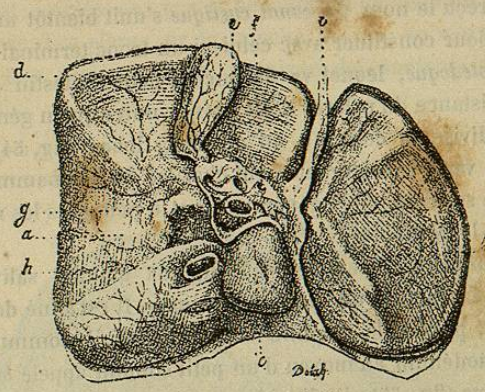

Fig. 54. — Foie (*).

Mammifères, avant d'y arriver, s'unit au col d'un sac suspen-

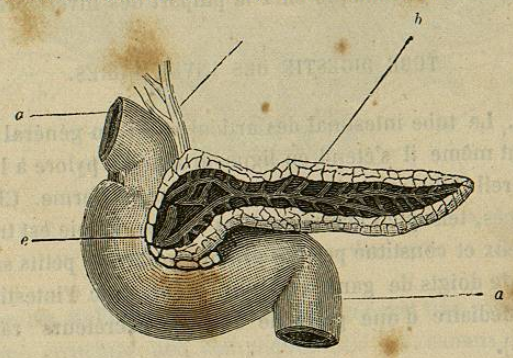

Fig. 55. — Pancréas (**).

du sous le foie et appelé *vésicule du fiel* (fig. 54, *d*). Ce sac sert

(*) Foie vu par sa face inférieure ; — *a*, lobe droit ou grand lobe ; — *b*, lobe gauche ou lobe moyen ; — *c*, petit lobe ou lobe de Spiegel ; — *d*, vésicule biliaire ; — *e*, canal cholédoque coupé ; — *f*, artère hépatique à son entrée dans le foie ; — *g*, veine-porte ; — *h*, veine-cave inférieure ; — *i*, ligament suspenseur du foie.

(**) *a*, duodénum ; — *b*, pancréas fendu pour montrer son canal excréteur et la portion terminale du canal cholédoque *c*, qui débouchent à côté l'un de l'autre (*e*).

de réservoir pour la bile qui y reflue, et le conduit qui en part et qui a reçu le nom de *canal cystique* s'unit bientôt au canal biliaire pour constituer avec celui-ci un tronc terminal appelé *canal cholédoque*, lequel va déboucher dans l'intestin grêle à peu de distance du pylore. Il est aussi à noter qu'en général le foie est divisé en deux ou en plusieurs lobes (fig. 54) ; que sa forme varie considérablement chez les divers mammifères, mais que ses caractères généraux sont à peu près les mêmes chez tous les Vertébrés.

Le **pancréas** ressemble beaucoup aux glandes salivaires, tant par sa structure que par ses fonctions. Il est situé derrière l'estomac, près de la colonne vertébrale, et il communique avec le duodénum au moyen d'un petit conduit appelé *le canal de Wirsung* (fig. 55). Le liquide que cette glande sécrète est aqueux et alcalin. Cet organe est peu développé dans la classe des Poissons et manque chez la plupart des Invertébrés.

TUBE DIGESTIF DES INVERTÉBRÉS.

§ 42. Le tube intestinal des articulés est en général court souvent même il s'étend en ligne droite du pylore à l'anus. L'appareil biliaire varie beaucoup dans sa forme. Chez les Crustacés, tels que l'Écrevisse et les Crabes, le foie est très volumineux et constitué par un grand nombre de petits sacs en forme de doigts de gant, communiquant avec l'intestin par l'intermédiaire d'une paire de canaux excréteurs ramifiés (fig. 56).

Chez les Insectes ces glandes sont remplacées par des tubes très allongés servant à la fois à la production des matières biliaires et des matières urinaires, débouchant dans l'intestin grêle et désignées sous le nom de *tubes de Malpighi* ou de *vaisseaux biliaires*. Tantôt ils sont simples et en très petit nombre, tantôt ils sont plus nombreux, quelquefois même ils sont groupés en une sorte de houppe sur un canal excréteur com-

mun. Dans la plupart des cas cette extrémité au lieu d'être libre est accolée aux parois de l'intestin de manière à simuler une anse. Les pièces de la bouche de ces animaux sont de forme très variée et nous en avons déjà indiqué la disposition (1).

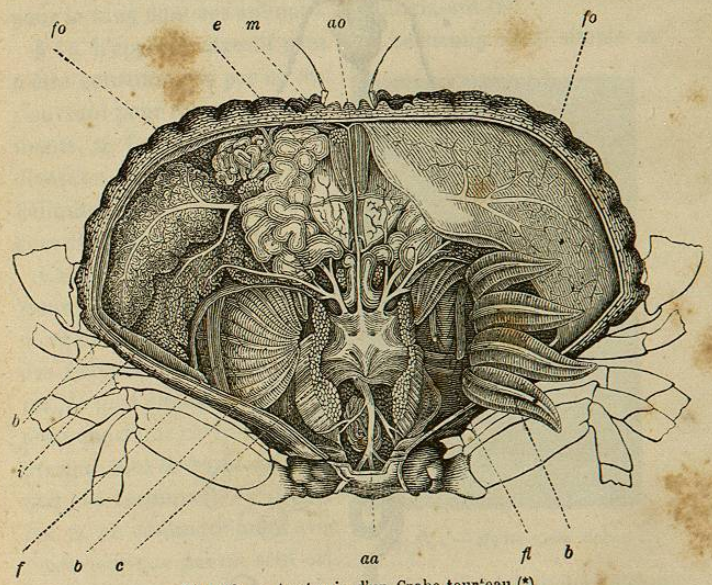

Fig. 56. — Anatomie d'un Crabe tourteau (*).

Chez les Mollusques le foie est en général très volumineux et d'une structure peu compliquée (2). Les canaux biliaires

(*) La majeure partie de la carapace a été enlevée : — *t*, portion de la membrane cutanée qui tapisse la carapace ; — *c*, cœur ; — *ao*, artère ophthalmique ; — *aa*, artère abdominale ; — *b*, branchies dans leur position naturelle ; — *b'*, branchies renversées en dehors pour montrer leurs vaisseaux afférents ; — *fl*, voûte des flancs ; — *f*, appendice flabelliforme (ou *epignathe*) des pattes-mâchoires ; — *e*, estomac ; — *m*, muscles de l'estomac ; — *fo*, foie.

(1) Voyez 1re partie, page 270.
(2) Voyez 1re partie, fig. 460, *f*.

sont parfois très larges et reçoivent dans leur intérieur les matières alimentaires non digérées, de façon à constituer une

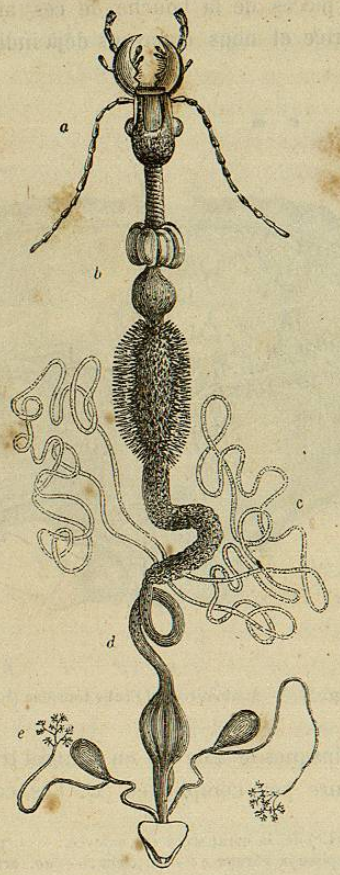

Fig. 57. - Appareil digestif d'un Insecte (*)

sorte d'arbre appelé *système gastro-vasculaire*. Cette disposition

(*) *a*, tête portant les antennes, les mandibules, etc. ; — *b*, jabot et gésier suivis du ventricule chylifique ; — *c*, vaisseaux biliaires ; — *d*, intestin ; — *e*, organes sécréteurs ; — *f*, anus.

est très remarquable chez les Eolides (1). Dans quelques-uns des groupes des Crustacés et des Arachnides il existe des cœcums analogues qui se prolongent jusque dans les pattes.

Je rappellerai que chez les Sangsues il existe de chaque côté du tube digestif une série de poches servant de réservoir pour le sang dont ces animaux se nourrissent (2).

§ 43. L'appareil digestif peut être beaucoup plus simple et n'être constitué que par un sac s'ouvrant pour recevoir les aliments, se fermant pendant la digestion et se rouvrant pour l'élimination du résidu que les sucs digestifs n'ont pu attaquer.

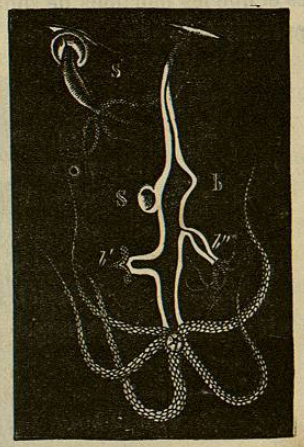

Fig. 58. — Hydre d'eau douce.

Chez les êtres les plus inférieurs nous trouvons ce mode d'organisation. Chez la plupart des Polypes radiaires (Zoophytes), le tube digestif ne se compose que d'une cavité occupant presque tout le corps de l'animal, se terminant en cul-de-sac et ne communiquant avec l'extérieur que par un seul orifice remplissant tour à tour les fonctions d'une bouche et d'un anus. Un des exemples les plus curieux de cette disposition est fourni par les hydres d'eau douce, ou polypes à bras.

Chez les hydres, on voit à la partie antérieure du corps une ouverture entourée d'un certain nombre de bras que l'animal agite sans cesse pour saisir au passage les corpuscules qui flottent autour de lui et qui peuvent servir à sa nourriture. Cette ouverture *c* débouche dans une vaste cavité en forme de sac, dans lequel s'effectue le travail digestif (fig. 58). Tremblay a vu

(1) Voyez 1re partie, fig. 458.
(2) Voyez 1re partie, page 271 et suiv.

que si l'on retourne ces petits êtres comme un doigt de gant, de sorte que la surface digestive devienne extérieure, et que ce qui était primitivement la peau forme les parois de la cavité stomacale, l'animal ne meurt pas et que la digestion continue à s'effectuer avec autant de facilité qu'auparavant. Cette expérience curieuse prouve que chez ces êtres inférieurs toutes les parties de l'organisme jouissent des mêmes propriétés digestives et que les fonctions ne sont pas encore localisées dans des appareils spéciaux.

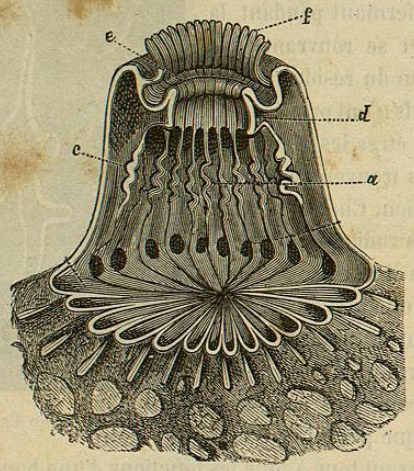

Fig. 59. — Coupe d'un Coralliaire (*).

Chez les Acalèphes ou Méduses, la poche stomacale se complique par l'adjonction de loges ou de canaux trop étroits pour livrer passage aux aliments, et dans lesquels les matières élaborées peuvent seules pénétrer ; il y a dans ce cas une sorte de circulation des principes devenus absorbables. Mais ici encore

(*) Un Coralliaire, la *Gerardia* coupée longitudinalement et montrant : *f* les tentacules ; — *e*, la bouche ; — *d*, la portion vestibulaire de la cavité digestive ; — *a*, *c*, l'estomac et se

il n'existe qu'une seule ouverture pour l'introduction et la sortie des matières.

Chez d'autres zoophytes, tels que le Corail et les espèces du même groupe, la portion stomacale tend à se séparer de plus en plus de la portion irrigatoire du système digestif ; en effet, le sac destiné à recevoir les aliments est étranglé vers sa partie médiane, et au moyen de la contraction de fibres musculaires, peut même se fermer complètement (fig. 59), de façon que c'est dans cette première cavité que s'effectue la digestion et que la seconde ne sert qu'à recevoir les produits élaborés. Les parois de cette première cavité présentent de petites glandules destinées à sécréter un suc digestif.

Enfin, sans quitter l'embranchement des Zoophytes, nous trouvons un perfectionnement de plus. Il consiste dans l'adjonction d'un orifice servant à l'expulsion du résidu qui n'a pu être utilisé dans la digestion. C'est ainsi que chez les Oursins, ou châtaignes de mer, si communs sur nos côtes, l'appareil digestif peut prendre le nom de tube, car il traverse le corps de l'animal.

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA DIGESTION, ALIMENTS, LEURS TRANSFORMATIONS.

§ 44. Les actions mécaniques dont nous venons de rendre compte contribuent à faciliter la digestion ; mais ne suffisent pas pour l'effectuer, et elle dépend essentiellement de l'action chimique exercée sur les aliments par les divers sucs que ces substances rencontrent dans le tube digestif. Les matières alimentaires de nature minérale, telles que l'eau, le sel de cuisine ou chlorure de sodium, peuvent être absorbées directement ou après avoir été simplement dissous par la salive ou autres liquides aqueux ; pour servir à la nutrition elles n'ont pas besoin d'être digérées ; mais les aliments organiques, pour être utilisables de la sorte, doivent subir préalablement certains

changements qui d'ordinaire ne consistent pas seulement en leur transformation de l'état solide à l'état liquide, mais aussi en certaines modifications chimiques, et les agents au moyen desquels ces résultats sont produits varient suivant la nature des matières qui doivent être digérées.

Considérés sous le rapport de leur digestibilité, les aliments doivent être classés en trois groupes, savoir :

1° Les *matières azotées neutres*, qui consistent principalement en albumine ou en fibrine ou en d'autres principes immédiats analogues et qui sont fournies principalement par la chair des animaux ;

2° Les *matières amylacées*, telles que la fécule qui est formée par les végétaux ;

3° Les *matières grasses*, telles que les huiles, le beurre et la graisse des animaux.

Or les premiers sont digérés presque uniquement par le suc gastrique ; les seconds par le suc pancréatique et par la salive ; les troisièmes par la bile et le suc pancréatique. Les sucs intestinaux ne sont pas sans action sur ces divers aliments, mais leur rôle chimique est peu important.

§ 45. Réaumur, naturaliste français du commencement du XVIIIe siècle, et l'abbé Spallanzani, célèbre physiologiste de Modène, firent connaître les premiers l'action du suc gastrique. Avant eux on croyait que les aliments étaient simplement broyés dans l'estomac. Réaumur démontra que de la viande renfermée dans de petits tubes rigides percés de trous était aussi bien digérée que dans les circonstances ordinaires. Spallanzani fit plus : à l'aide de petites éponges, attachées à un fil et qu'il fit avaler à des oiseaux, il alla puiser du suc gastrique dans l'estomac. Il put ensuite, à l'aide de ce liquide et en dehors du corps de l'animal, faire des *digestions artificielles* de viande.

L'action dissolvante du suc gastrique est due à un principe particulier nommé *pepsine*, qui, combiné à un acide tel que l'acide chlorhydrique ou l'acide lactique, jouit de la propriété

de dissoudre l'albumine, la fibrine, le caséum, le gluten et les autres matières azotées, et de transformer ces matières en des produits particuliers que les physiologistes appellent des *peptones*. C'est dans l'estomac que les aliments sont soumis à l'action de la pepsine, et c'est par suite de la désagrégation des parties constitutives des tissus d'origine animale, tels que la viande, ainsi effectuée, que ces substances solides sont transformées en chyme. Mais le suc gastrique n'attaque ni les aliments féculents ni les corps gras.

§ 46. La digestion des aliments amylacés, substances fournies presque exclusivement par les plantes, peut être effectuée par la salive ainsi que par le suc pancréatique, et elle a pour résultat la transformation de la fécule (qui est insoluble) en dextrine et de la dextrine en glucose, espèce de sucre qui, de même que la dextrine, est soluble dans l'eau et par conséquent facilement absorbable. Elle peut commencer dans la bouche : pour s'assurer de ce fait il suffit de mâcher pendant quelque temps de l'amidon ou du pain azyme, qui acquiert ainsi un goût sucré dû à la production d'un peu de glucose ; mais elle a lieu principalement dans l'intestin grêle, sous l'influence du suc pancréatique et par conséquent c'est presque exclusivement dans cette portion du tube alimentaire que s'opère la digestion des matières végétales ; cela nous explique en partie l'utilité du grand développement de l'intestin chez les herbivores.

§ 47. On croyait anciennement que la digestion des matières grasses était due exclusivement à la bile : liquide qui en effet est apte à dissoudre divers corps gras (1) : mais depuis, on a vu que l'on pouvait, dans certains cas, oblitérer le canal cholédoque et empêcher la bile d'arriver dans l'intestin, sans pour cela entraver la digestion des graisses. Cl. Bernard découvrit que

(1) C'est de la sorte que la bile, ou fiel, a été employée pour enlever les taches de graisse ; ce liquide alcalin agit à la façon d'un savon soluble et doit ses propriétés non seulement à la soude qu'il contient, mais aussi à certains acides organiques qui s'y trouvent en combinaison avec cet alcali.

le suc pancréatique jouit de la propriété d'émulsionner les matières grasses, c'est-à-dire de les diviser en particules d'une ténuité extrême, et de les dédoubler en acides gras et en glycérine ; il vit que l'absorption des graisses se fait dans l'intestin à partir du point où le canal de Wirsung y verse le suc pancréatique, et que si l'on détruit le pancréas, les animaux ne tardent pas à mourir dans un état d'amaigrissement extrême.

La digestion des matières grasses est donc due à l'action de la bile aussi bien qu'à celle du suc pancréatique. Le premier de ces liquides non seulement peut en dissoudre une certaine proportion, mais encore, en mouillant les parois de l'intestin, il permet aux matières huileuses de les traverser plus facilement.

Le *suc intestinal*, c'est-à-dire celui que sécrètent les follicules contenus dans les parois de l'intestin grêle, agit aussi dans le travail digestif ; il vient en aide au suc gastrique et dissout les matières azotées qui ont échappé à l'action de ce dernier liquide.

Les produits solubles du travail digestif sont absorbés par la tunique muqueuse de l'estomac et de l'intestin, pour être introduits dans le sang. C'est principalement dans l'intestin grêle que cette absorption a lieu, et nous en étudierons bientôt le mécanisme.

Les matières qui ont échappé à l'action des sucs digestifs se réunissent dans la partie terminale du gros intestin appelée *rectum* (fig. 44) et sont expulsées par l'ouverture anale. Chez les Monotrêmes et les Oiseaux l'intestin ne débouche pas directement au dehors, il s'ouvre à côté des canaux urinifères et reproducteurs dans une cavité ou vestibule commun nommé le *cloaque*.

IRRIGATION PHYSIOLOGIQUE.

§ 48. Le travail nutritif qui est nécessaire à l'entretien de

la vie s'effectue dans toutes les parties de l'organisme et les matières qui doivent y être employées ne peuvent y arriver que si elles sont à l'état fluide ou tout au moins très divisées et tenues en suspension dans un liquide.

Chez l'homme et chez presque tous les animaux un liquide spécial sert de la sorte au développement de l'activité physiologique, et ce liquide est le **sang**. En ce moment nous ne nous occuperons pas de son étude chez les animaux invertébrés ; nous ne prendrons en considération que le sang des Vertébrés et plus particulièrement le sang de l'homme ou des Mammifères.

SANG, GLOBULES, COAGULATION, ETC.

§ 49. Chez tous ces animaux le sang est d'un rouge intense (1) et il doit cette couleur à la présence d'une multitude de corpuscules solides qui s'y trouvent en suspension et qui sont désignés sous les noms de **hématies** ou de **globules rouges**.

Ces corpuscules microscopiques sont autant d'organismes vivants, dont la forme et les dimensions sont bien déterminées pour chaque espèce zoologique ; chez l'homme et chez presque tous les Mammifères ce sont de petits disques circulaires concaves sur l'une et l'autre face et ne dépassant guère en diamètre la 130e partie d'un millimètre (fig. 60). Chez l'Homme ils ont environ $\frac{1}{125}$ de millimètre, et chez quelques Quadrupèdes tels que les Chèvres et les Chevrotains ils sont beaucoup plus petits ; chez les Vertébrés inférieurs ils sont au contraire beaucoup plus grands, surtout chez les Batraciens ; ainsi chez la Grenouille ils ont 1/45e de millimètre, chez le Triton ou

(1) On rattache au type vertébré un animal marin nommé *Amphioxus*, dont le sang, comme celui de presque tous les invertébrés, est à peu près incolore ; mais cet animal n'est pas un véritable vertébré. On appelle communément animaux à sang blanc, les Invertébrés dont le sang au lieu d'être rouge est légèrement jaunâtre ou faiblement teinté soit en rouge, soit en vert, soit en violet, soit de quelque autre couleur.