

Année 2011

**PARTICULARITÉS DIGESTIVES
DES NOUVEAUX ANIMAUX
DE COMPAGNIE**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRETEIL

le

par

Claire, Cécile, Marie MICHEL

Née le 08 avril 1984 à Villecresnes (Val-de-Marne)

JURY

Président : Pr.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directrice : Fanny Pilot-Storck

Maîtresse de Conférences à l'ENVA

Assesseur : Christophe Degueurce

Professeur à l'ENVA

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur MIALOT Jean-Paul

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard

Professeurs honoraires: MM. BRUGERE Henri, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CLERC Bernard, CRESPEAU François, DEPUTTE Bertrand

LE BARS Henri, MOUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHELON Jean-Louis, ROZIER Jacques

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. POLACK Bruno, Maître de conférences - **Adjoint** : M. BLOT Stéphane, Professeur

- UNITE DE CARDIOLOGIE Mme CHETBOUL Valérie, Professeur Melle GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier - UNITE DE CLINIQUE EQUINE M. AUDIGIE Fabrice, Professeur* M. DENOIX Jean-Marie, Professeur Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier Mlle CHRISTMANN Undine, Maître de conférences Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel Mme PRADIER Sophie, Maître de conférences contractuel Melle DUPAYS Anne-Gaëlle, Maître de conférences contractuel - UNITE D'IMAGERIE MEDICALE M. LABRUYERE Julien, Professeur contractuel Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier - UNITE DE MEDECINE M. BLOT Stéphane, Professeur* M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences contractuel - UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT M. GRANDJEAN Dominique, Professeur * Mme YAGUIYAN-COLLIARD Laurence, Maître de conférences contractuel - DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION M. PARAGON Bernard, Professeur - DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE Mme CHAHORY Sabine, Maître de conférences	- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES M. CHERMETTE René, Professeur * M. POLACK Bruno, Maître de conférences M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARIGNAC Geneviève, Maître de conférences M. HUBERT Blaise, Praticien hospitalier M. BLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences contractuel (rattaché au DPASP) - UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MOISSONNIER Pierre, Professeur M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. NIEBAUER Gert, Professeur contractuel Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Mme RAVARY-PLUMIOEN Béangère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences - UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences* M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel (rattachée au DPASP) M. MAUFFRE Vincent, Maître de conférences contractuel (rattaché au DPASP) - DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS Mme ROUX Françoise, Maître de conférences
--	---

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences - **Adjoint** : Mme DUFOUR Barbara, Professeur

- DISCIPLINE : BIOSTATISTIQUES M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences contractuel - UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences - UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES M. BENET Jean-Jacques, Professeur* Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur Mme DUFOUR Barbara, Professeur Melle PRAUD Anne, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR M. ADJOU Karim, Maître de conférences * M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur (rattachée au DSBP) M. BELBIS Guillaume, Maître de conférences contractuel M. HESKIA Bernard, Professeur contractuel - UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur* M. COURREAU Jean-François, Professeur M. BOSSE Philippe, Professeur Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Professeur
--	---

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : Mme COMBRISSE Hélène, Professeur - **Adjoint** : Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences

- UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES M. CHATEAU Henry, Maître de conférences* Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur Mme ROBERT Céline, Maître de conférences - DISCIPLINE : ANGLAIS Mme CONAN Muriel, Professeur certifié - UNITE DE BIOCHIMIE M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences* M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences - DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE M. PHILIPS, Professeur certifié - UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE Mme ABITBOL Marie, Maître de conférences* M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur -UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur * Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences M. REYES GOMEZ Edouard, Maître de conférences contractuel	- UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur M. FREYBURGER Ludovic, Maître de conférences - UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE M. TISSIER Renaud, Maître de conférences* Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur M. PERROT Sébastien, Maître de conférences - UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE Mme COMBRISSE Hélène, Professeur* M. TIRET Laurent, Maître de conférences Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences - UNITE DE VIROLOGIE M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences
--	---

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

*Au Professeur,
Professeur à la faculté de médecine de Créteil
Qui nous a fait l'honneur de présider le jury de thèse
Hommage respectueux*

*À Fanny Pilot-Storck,
Directrice de thèse
Merci pour le soutien, l'aide et les conseils précieux apportés tout au long de ce travail*

*À Christophe Degueurce,
Assesseur de thèse
Toute ma gratitude pour avoir aimablement accepté de faire partie de ce jury de thèse*

*Aux Docteurs Quinton et Schilliger,
Tous mes remerciements pour m'avoir fait partager un peu de leur expérience*

*À la mémoire de mon grand-père
Qui a toujours cru en moi
Et pour m'avoir transmis son goût d'apprendre.*

*À mes parents et mes sœurs,
Pour m'avoir soutenue tout au long de ma vie
Même quand ce n'était pas facile
Et pour avoir subi ma passion des animaux.*

*À mes nièces,
Qui m'apportent bonheur, joie, et fierté à chaque instant.*

*À toute ma famille et tous mes amis
Que je n'aurais pas pu mieux choisir
Et me rappellent chaque jour pourquoi ce sont des choses sacrées.
Surtout Flo et Nicole pour leur œil orthographique.
Et mon parrain et ma grand-mère qui me manquent toujours.*

*À Pipin,
Toujours là pour me tenir compagnie.*

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX	6
INTRODUCTION	7
PREMIÈRE PARTIE : ASPECTS GÉNÉRAUX DE LA PHYSIOLOGIE DIGESTIVE DES NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE	9
1/ AU NIVEAU DE LA CAVITE BUCCALE	11
1.1/ <i>Mastication</i>	11
1.2/ <i>Sécrétions salivaires</i>	12
1.3/ <i>Déglutition</i>	13
2/ AU NIVEAU DE L'ESTOMAC	14
2.1/ <i>Mouvements gastriques</i>	14
2.2/ <i>Sécrétion gastrique</i>	14
3/ AU NIVEAU DES INTESTINS	15
3.1/ <i>Mouvements intestinaux</i>	16
3.2/ <i>Sécrétion intestinale</i>	18
3.3/ <i>Absorption d'eau et de nutriments</i>	18
3.4/ <i>Particularités du jeune mammifère</i>	18
4/ APPORT DES GLANDES ANNEXES	19
4.1/ <i>Sécrétion biliaire</i>	19
4.2/ <i>Sécrétions pancréatiques</i>	20
5/ REGULATION	21
SECONDE PARTIE : FICHES PÉDAGOGIQUES	23
MAMMIFÈRES	25
1/ LE FURET	27
1.1/ <i>Classification</i>	27
1.2/ <i>Régime alimentaire</i>	27
1.3/ <i>Cavité buccale</i>	27
1.4/ <i>Œsophage</i>	28
1.5/ <i>Estomac</i>	28
1.6/ <i>Intestin grêle</i>	29
1.7/ <i>Gros Intestin</i>	30
1.8/ <i>Glandes annexes</i>	31
1.9/ <i>Aspects pathologiques et pratiques</i>	32
1.10/ <i>Bibliographie</i>	32
2/ LE LAPIN	33
2.1/ <i>Classification</i>	33
2.2/ <i>Régime alimentaire</i>	33
2.3/ <i>Cavité buccale</i>	33
2.4/ <i>Œsophage</i>	35
2.5/ <i>Estomac</i>	35
2.6/ <i>Intestin grêle</i>	35
2.7/ <i>Gros intestin et caecotrophie</i>	36
2.8/ <i>Glandes annexes</i>	40
2.9/ <i>Aspects pathologiques et pratiques</i>	40
2.10/ <i>Bibliographie</i>	40
3/ LE COBAYE	41
3.1/ <i>Classification</i>	41
3.2/ <i>Régime alimentaire</i>	41
3.3/ <i>Cavité buccale</i>	41
3.4/ <i>Œsophage</i>	42
3.5/ <i>Estomac</i>	42
3.6/ <i>Intestin grêle</i>	43
3.7/ <i>Gros intestin</i>	43

3.8/ Particularité concernant la vitamine C	43
3.9/ Glandes Annexes	43
3.10/ Aspects pathologiques et pratiques	45
3.11/ Bibliographie	45
4/ LE RAT	46
4.1/ Classification	46
4.2/ Régime alimentaire	46
4.3/ Cavité buccale	46
4.4/ Œsophage	47
4.5/ Estomac	47
4.6/ Intestin grêle	47
4.7/ Gros intestin	48
4.8/ Glandes annexes	48
4.9/ Aspects pathologiques et pratiques	49
4.10/ Bibliographie	49
5/ LA SOURIS	50
5.1/ Classification	50
5.2/ Régime alimentaire	50
5.3/ Cavité buccale	50
5.4/ Œsophage	50
5.5/ Estomac	51
5.6/ Intestin grêle	51
5.7/ Gros intestin	51
5.8/ Glandes annexes	52
5.9/ Aspects pathologiques et pratiques	52
5.10/ Bibliographie	52
6/ LA GERBILLE	53
6.1/ Classification	53
6.2/ Régime alimentaire	53
6.3/ Cavité buccale	53
6.4/ Œsophage	53
6.5/ Estomac	53
6.6/ Intestin grêle	53
6.7/ Gros intestin	53
6.8/ Glandes annexes	54
6.9/ Aspects pathologiques et pratiques	54
6.10/ Bibliographie	55
7/ L'ÉCUREUIL DE CORÉE	56
7.1/ Classification	56
7.2/ Régime alimentaire	56
7.3/ Cavité buccale	56
7.4/ Œsophage	57
7.5/ Estomac	57
7.6/ Intestin grêle	57
7.7/ Gros intestin	57
7.8/ Glandes annexes	57
7.9/ Aspects pathologiques et pratiques	58
7.10/ Bibliographie	58
8/ LE CHIEN DE PRAIRIE	59
8.1/ Classification	59
8.2/ Régime alimentaire	59
8.3/ Cavité buccale	59
8.4/ Œsophage	60
8.5/ Estomac	60
8.6/ Intestin grêle	60
8.7/ Gros intestin	60
8.8/ Glandes annexes	61
8.9/ Aspects pathologiques et pratiques	61
8.10/ Bibliographie	61
9/ LE CHINCHILLA	62
9.1/ Classification	62

9.2/ Régime alimentaire	62
9.3/ Cavité buccale	62
9.4/ Œsophage et estomac	63
9.5/ Intestin grêle	63
9.6/ Gros intestin	63
9.7/ Glandes annexes	63
9.8/ Aspects pathologiques et pratiques	64
9.9/ Bibliographie	64
10/ LES HAMSTERS	65
10.1/ Classification	65
10.2/ Régime alimentaire	65
10.3/ Cavité buccale	65
10.4/ Œsophage	66
10.5/ Estomac	66
10.6/ Intestin grêle	67
10.7/ Gros intestin	67
10.8/ Glandes annexes	67
10.9/ Aspects pathologiques et pratiques	68
10.10/ Bibliographie	68
REPTILES	69
11/ LES SERPENTS	71
11.1/ Classification	71
11.2/ Régime alimentaire	71
11.3/ Cavité buccale	71
11.4/ Œsophage	73
11.5/ Estomac	74
11.6/ Intestin grêle	74
11.7/ Gros intestin	74
11.8/ Glandes annexes	74
11.9/ Aspects pathologiques et pratiques	74
11.10/ Bibliographie	75
12/ LES GECKOS	76
12.1/ Classification	76
12.2/ Régime alimentaire	76
12.3/ Cavité buccale	76
12.4/ Œsophage	77
12.5/ Estomac	77
12.6/ Intestins	77
12.7/ Glandes annexes	77
12.8/ Aspects pathologiques et pratiques	77
12.9/ Bibliographie	78
13/ LES IGUANES	79
13.1/ Classification	79
13.2/ Régime alimentaire	79
13.3/ Cavité buccale	79
13.4/ Œsophage et estomac	80
13.5/ Intestins	80
13.6/ Glandes annexes	82
13.7/ Aspects pathologiques et pratiques	82
13.8/ Bibliographie	82
14/ LES CAMÉLÉONS	83
14.1/ Classification	83
14.2/ Régime alimentaire	83
14.3/ Cavité buccale	83
14.4/ Œsophage et estomac	85
14.5/ Intestins	85
14.6/ Glandes annexes	86
14.7/ Aspects pathologiques et pratiques	86
14.8/ Bibliographie	86
15/ LES TORTUES	87

15.1/ Classification	87
15.2/ Régime alimentaire	87
15.3/ Cavité buccale	87
15.4/ Œsophage	88
15.5/ Estomac	89
15.6/ Intestin grêle	89
15.7/ Gros intestin	89
15.8/ Glandes annexes	91
15.9/ Aspects pathologiques et pratiques	91
15.10/ Bibliographie	91
OISEAUX	93
16/ LES PERROQUETS ET PERRUCHES	95
16.1/ Classification	95
16.2/ Régime alimentaire	95
16.3/ Cavité buccale	95
16.4/ Œsophage	96
16.5/ Estomac	97
16.6/ Intestins	97
16.7/ Glandes annexes	98
16.8/ Aspects pathologiques et pratiques	99
16.9/ Bibliographie	99
17/ LES COLOMBIDÉS	100
17.1/ Classification	100
17.2/ Régime alimentaire	100
17.3/ Cavité buccale	100
17.4/ Œsophage	101
17.5/ Estomac	101
17.6/ Intestins	101
17.7/ Glandes annexes	103
17.8/ Aspects pathologiques et pratiques	103
17.9/ Bibliographie	103
18/ LES SERINS OU CANARIS	104
18.1/ Classification	104
18.2/ Régime alimentaire	104
18.3/ Cavité buccale	104
18.4/ Œsophage	104
18.5/ Estomac	105
18.6/ Intestin grêle	105
18.7/ Gros intestin	105
18.8/ Glandes annexes	106
18.9/ Aspects pathologiques et pratiques	107
18.10/ Bibliographie	107
CONCLUSION	109
BIBLIOGRAPHIE	111

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : MOUVEMENTS DES MACHOIRES (1-3) ET ELECTROMYOGRAMME DES MUSCLES DE LA MASTICATION ET DE LA DEGLUTITION (4-9) CHEZ LE LAPIN. <i>D'APRES [40] ET [53]</i> .	11
FIGURE 2 : CONTROLE DE LA MASTICATION. <i>D'APRES [40] ET [53]</i> .	12
FIGURE 3 : SCHEMA DES VAGUES PERISTALTQUES DE L'ŒSOPHAGE. <i>D'APRES [53]</i> .	13
FIGURE 4 : VOIES NERVEUSES DE LA DEGLUTITION (A) ET SCHEMA DU PHARYNX (B) EN DEHORS DE LA DEGLUTITION (1) ET LORS DE LA DEGLUTITION (2). <i>D'APRES [48] ET [53]</i> .	14
FIGURE 5 : COUPE D'UNE GLANDE GASTRIQUE AU NIVEAU DU CORPS DE L'ESTOMAC. <i>D'APRES [27] ET [53]</i> .	15
FIGURE 6 : CONTRACTIONS SEGMENTAIRES ASSURANT LE BRASSAGE DES ALIMENTS. <i>D'APRES [46] ET [53]</i> .	16
FIGURE 7 : MOUVEMENTS PERISTALTQUES DE L'INTESTIN. <i>D'APRES [46] ET [53]</i> .	17
FIGURE 8 : DIGESTION DES GRAISSES. <i>D'APRES [27] ET [53]</i> .	21
FIGURE 9 : FURETS DOMESTIQUES (<i>MUSTELA PUTORIUS FURO</i>) DE DIFFERENTS COLORIS : BLANC ALBINO, PUTOISE, ARGENTE, SIAMOIS.	27
FIGURE 10 : ANATOMIE VISCERALE DU FURET, INTESTINS REPOUSSES SUR LE COTE. <i>D'APRES [8]</i> .	30
FIGURE 11 : FOIE DU FURET, A) <i>IN SITU</i> , B) MONTRANT LA VESICULE BILIAIRE, PANCREAS ENLEVE. <i>D'APRES [13]</i> .	31
FIGURE 12 : LAPINS NAINS (<i>ORYCTOLAGUS CUNICULUS</i>) DE DIFFERENTS COLORIS : DU BLANC AU NOIR, ET ECAILLE DE TORTUE.	33
FIGURE 13 : CAVITE BUCCALE DU LAPIN. <i>D'APRES [35]</i> .	34
FIGURE 14 : DENTS ET LEURS RACINES CHEZ LE LAPIN. <i>D'APRES [9]</i> .	34
FIGURE 15 : REPRESENTATION DU TUBE DIGESTIF DU LAPIN. <i>D'APRES [6]</i> .	36
FIGURE 16 : PRODUCTION DES DIFFERENTS TYPES DE FECES. <i>D'APRES [42]</i> .	39
FIGURE 17 : COBAYE OU COCHON D'INDE (<i>CAVIA PORCELLUS</i>).	41
FIGURE 18 : POSITION DES COURONNES DENTAIRES DU COBAYE. <i>D'APRES [19]</i> .	42
FIGURE 19 : TUBE DIGESTIF DU COBAYE PRESENTE APRES DISSECTION. <i>D'APRES [19]</i> .	44
FIGURE 20 : RAT DOMESTIQUE GRIS (<i>RATTUS NORVEGICUS</i>).	46
FIGURE 21 : INSERTION DES MUSCLES MASSETERS MEDIAUX (EN NOIR) ET DES MASSETERS LATERAUX (EN ROUGE), PRINCIPAUX MUSCLES DE LA MASTICATION CHEZ LES MYOMORPHES. <i>D'APRES [9]</i> .	46
FIGURE 22 : ESTOMAC DU RAT. <i>D'APRES [9]</i> .	47
FIGURE 23 : TUBE DIGESTIF DU RAT. <i>D'APRES [35]</i> .	48
FIGURE 24 : SOURIS DOMESTIQUE DE COULEUR AGOUTI (<i>MUS MUSCULUS</i>).	50
FIGURE 25 : TUBE DIGESTIF DE LA SOURIS. <i>D'APRES [35]</i> .	51
FIGURE 26 : GERBILLE DE MONGOLIE DOMESTIQUE (<i>MERIONES UNGUICULATUS</i>).	53
FIGURE 27 : TUBE DIGESTIF DE LA GERBILLE ET SES ANNEXES. <i>D'APRES [43]</i> .	54
FIGURE 28 : ECUREUIL DE COREE STRIE (<i>TAMIAS STRIATUS</i>).	56
FIGURE 29 : INSERTION DU MUSCLE MASSETER MEDIAL (EN NOIR) ET DES MASSETERS LATERAUX (EN ROUGE) CHEZ LES SCIUROMORPHES. <i>D'APRES [9]</i> .	57
FIGURE 30 : CHIENS DE PRAIRIE A QUEUE NOIRE SAUVAGES (<i>CYDOMYS LUDOVICIANUS</i>). <i>PHOTO [59]</i> .	59
FIGURE 31 : VUE VENTRALE DU CAECUM. <i>D'APRES [17]</i> .	60
FIGURE 32 : CHINCHILLA DOMESTIQUE ISSU DU CROISEMENT PROGRESSIF DE CHINCHILLAS SAUVAGES <i>CHINCHILLA BREVICAUDA</i> ET <i>CHINCHILLA LANIGERA</i> .	62
FIGURE 33 : MUSCLES MASSETERS LATERAUX (ROUGE) ET MEDIAL (NOIR), MUSCLES PRINCIPAUX DE LA MASTICATION CHEZ LES CAVIOMORPHES. <i>D'APRES [9]</i> .	63
FIGURE 34 : HAMSTER DORE DOMESTIQUE (<i>MESOCRICETUS AURATUS</i>).	65
FIGURE 35 : BAJOUES DE HAMSTER. <i>D'APRES [4] ET [14]</i> .	66
A : HAMSTER AUX BAJOUES PLEINES, LEVRES ECARTEES	66
B : HAMSTER AUX BAJOUES PLEINES, EN PLACE	66
C : SQUELETTE DE HAMSTER, BAJOUES EN RESINE POUR MONTRER LEUR ETENDUE LORSQU'ELLES SONT PLEINES	66
FIGURE 36 : ANATOMIE VISCERALE D'UN HAMSTER FEMELLE, ORGANES EN PLACE. <i>D'APRES [50]</i> .	68
FIGURE 37 : <i>BOA CONSTRICTOR</i> EN CAPTIVITE. <i>PHOTO [60]</i> .	71
FIGURE 38 : CRANE D'UN SERPENT, DENTS NON SPECIALISEES (UN SEUL RANG MONTRE), MODELE AGLYPHE, COMME LES BOIDES. <i>D'APRES [33] ET [45]</i> .	72
FIGURE 39 : LES DENTS SPECIALISEES ET LEUR RELATION AVEC LES GLANDES SALIVAIRES TRANSFORMEES EN GLANDES VENIMEUSES. <i>D'APRES [33] ET [45]</i> .	72
FIGURE 40 : FOSSE LINGUALE ET ORGANE DE JACOBSON. <i>D'APRES [45]</i> .	73
FIGURE 41 : <i>ELAPHE OBSOLETA</i> (COULEUVRE OBSCURE) GUEULE OUVERTE, MONTRANT SA TRACHEE MOBILE. <i>D'APRES [41]</i> .	73
FIGURE 42 : ANATOMIE VISCERALE D'UN SERPENT MALE. <i>D'APRES [45]</i> .	75
FIGURE 43 A : GECKO GECKO (<i>GECKO TOKAY</i>). <i>PHOTO [61]</i> .	76
B : GECKO LEOPARD (<i>EUBLEPHARIS MACULARIUS</i>). <i>PHOTO [62]</i> .	76
FIGURE 44 : REPRESENTATION DE DENTS DE PLEURODONTE. <i>D'APRES [18]</i> .	77
FIGURE 45 : IGUANE VERT EN CAPTIVITE (<i>IGUANA IGUANA</i>). <i>PHOTO [63]</i> .	79

FIGURE 46 : MACHOIRES DE L'IGUANE MONTRANT LES MUSCLES DE LA MASTICATION. D'APRES [18].	80
FIGURE 47 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU TUBE DIGESTIF DE L'IGUANE VERT. D'APRES [54].	81
FIGURE 48 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN CLOAQUE D'IGUANE. D'APRES [18].	81
FIGURE 49 : CAMELEON PANTHERE (<i>FURCIFER PARDALIS</i>).	83
FIGURE 50 : REPRESENTATION D'UNE DENT D'ACRODONTE. D'APRES [18].	83
FIGURE 51 : POSITION DE L'OS HYOÏDE. D'APRES [28].	84
FIGURE 52 : CAPTURE D'UN CRIQUET PAR UN CAMELEON. D'APRES [31].	85
FIGURE 53 A : TORTUE DE TERRE CHARBONNEE A PATTES ROUGES (<i>GEOCHELONE CARBONARIA</i>). PHOTO [64].	87
B : TORTUE AQUATIQUE DE FLORIDE A TEMPES ROUGES (<i>TRACHEMYS SCRIPTA ELEGANS</i>). PHOTO [65].	87
FIGURE 54 : TORTUES RENTRANT LA TETE DANS LA CARAPACE. D'APRES [36].	88
FIGURE 55 : DISPOSITION DES VISCERES ABDOMINAUX CHEZ <i>TESTUDO GRAECA</i> . D'APRES [36].	90
FIGURE 56 A : PERROQUET GRIS DU GABON (<i>PSITTACUS ERITHACUS</i>). PHOTO [66].	95
B : PERRUCHE ONDULEE (<i>MELOPSITTACUS UNDULATUS</i>). PHOTO [67].	95
FIGURE 57 : COUPE D'UN BEC DE PSITTACIDE. D'APRES [15].	96
FIGURE 58 : ESTOMAC D'UN PERROQUET. D'APRES [15].	97
FIGURE 59 : SCHEMA DU TUBE DIGESTIF D'UNE PERRUCHE, EN PLACE. ADAPTE DE [56].	98
FIGURE 60 A : PIGEON BISET (<i>COLUMBA LIVIA</i>). PHOTO [68].	100
B : TOURTERELLES DOMESTIQUES BLANCHES OU COLOMBES, ISSUES D'UNE SELECTION EN CAPTIVITE DE <i>STREPTOPELIA RISORIA</i> . PHOTO [69].	100
FIGURE 61 : SCHEMA DE LA DISPOSITION DU TUBE DIGESTIF DES COLOMBIDES, INTESTINS DEROULES. EXEMPLE DU PIGEON BISET. D'APRES [55].	102
FIGURE 62 : COUPE SAGITTALE MEDIALE DU CLOAQUE DES COLOMBIDES. D'APRES [55].	103
FIGURE 63 : CANARI (<i>SERINUS CANARI</i>) A PANACHE VERT.	104
FIGURE 64 : REPRESENTATION DU TUBE DIGESTIF DES SERINS. D'APRES [47].	106

Les figures pour lesquelles aucune référence n'est indiquée sont d'origine personnelle.

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : MODIFICATION DE LA SECRETION BILIAIRE DANS LA VESICULE BILIAIRE. D'APRES [53].	20
TABLEAU 2 : RECAPITULATIF DE DIFFERENTS MECANISMES DE REGULATION DE LA DIGESTION. D'APRES [22], [27], [46] ET [53].	22
TABLEAU 3 : NOMBRE DE RACINES DES DENTS DEFINITIVES DU FURET. D'APRES [13].	28
TABLEAU 4 : COMPOSITION DES 2 TYPES DE FECES CHEZ LE LAPIN NAIN. D'APRES [10].	38

INTRODUCTION

Ces dernières années, le nombre de « Nouveaux Animaux de Compagnie », couramment appelés « NAC », et l'intérêt que leur porte le public n'ont cessé d'augmenter. Leur originalité fascine. Ces animaux sont plus facilement disponibles en animalerie et en élevage, et leur suivi vétérinaire s'est amélioré.

Tout vétérinaire praticien est de plus en plus souvent susceptible de les rencontrer en consultation. Toutefois, ces animaux sont différents des carnivores domestiques, et sans les connaissances spécifiques nécessaires, une mauvaise analogie peut avoir des conséquences dramatiques. Un vétérinaire doit bien sûr pouvoir soigner ces animaux, mais également renseigner leurs propriétaires sur les particularités et le mode d'élevage spécifique à chaque espèce de NAC.

Des sondages Sofres de 2010 indiquent que les NAC, poissons inclus, représentent près des deux tiers des animaux de compagnie en France (d'après [58]). Le nombre de propriétaires de rongeurs, lagomorphes et furets, a augmenté ces dernières années, alors que pour les oiseaux, ce nombre est resté stable, car ils sont encore victimes de la crise de la grippe aviaire. Peu d'informations sur le nombre de propriétaires de reptiles en France est disponible mais il semblerait qu'il soit également en augmentation. Cette année 2011, année de la célébration des 250 ans de la profession vétérinaire en France, représente une belle occasion d'évoluer avec la clientèle.

L'environnement et l'alimentation sont les garants majeurs de la bonne santé de ces animaux. Les praticiens constatent que les problèmes digestifs sont un des principaux motifs de consultation pour les NAC (d'après [70] et [71]). Pour bien les soigner, il est indispensable de connaître leurs spécificités, et notamment leurs particularités digestives.

Notre étude portera sur dix-neuf des NAC les plus couramment rencontrés :

- Parmi les mustélidés : le furet.
- Parmi les rongeurs et lagomorphes : le lapin, le cobaye, le rat, la souris, la gerbille, l'écureuil de Corée, le chien de prairie, le chinchilla et le hamster.
- Parmi les reptiles : les serpents, les geckos, les caméléons, les iguanes, et les tortues.
- Parmi les oiseaux : les perroquets, les perruches, les serins ou canaris, et les colombidés.

Cette thèse se veut une aide pédagogique aux étudiants intéressés par ces animaux, en complément des cours de physiologie digestive. Nous présenterons d'abord les principaux points communs de la physiologie digestive de ces grandes familles de NAC. Dans une seconde partie, des fiches simplifiées mettront en avant les points principaux des particularités de chaque espèce dans le but de permettre un accès rapide à l'information.

La bibliographie est notée en fin des parties, afin de ne pas surcharger le texte.

**PREMIÈRE PARTIE :
ASPECTS GÉNÉRAUX DE LA
PHYSIOLOGIE DIGESTIVE
DES NOUVEAUX ANIMAUX
DE COMPAGNIE**

PREMIÈRE PARTIE : ASPECTS GÉNÉRAUX DE LA PHYSIOLOGIE DIGESTIVE DES NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE

La digestion regroupe l'ensemble des phénomènes physiques et chimiques permettant l'assimilation des aliments suite à leur transformation en nutriments, ces molécules absorbables et nécessaires à la vie. Elle comprend préhension, mastication, déglutition, phénomènes moteurs, physiques et chimiques et absorption. Cette définition peut être étendue en y incluant comment la nourriture arrive jusqu'à la bouche, c'est-à-dire le comportement alimentaire et la régulation de l'alimentation.

Le système digestif doit être adapté au milieu, à la physiologie et au régime alimentaire de l'espèce. Afin de faire face à ce défi, l'organisme doit maintenir un équilibre entre efficacité et respect des structures. Concilier milieu extérieur, mode de vie et organes internes requiert des régulations neuro-hormonales de premier plan.

Les grands principes de la digestion, communs à la plupart des espèces dont les NAC, seront donc exposés dans cette première partie (d'après [22], [40], [46], et [53]).

1/ Au niveau de la cavité buccale

1.1/ Mastication

La mastication permet une réduction physique de la taille des aliments. Elle est contrôlée volontairement et par un automatisme en partie réflexe. Un comportement rythmique coordonné d'activation et d'inhibition des muscles de la langue, de la face et de la mâchoire est à l'origine de la mastication (figures 1 et 2).

Figure 1 : Mouvements des mâchoires (1-3) et électromyogramme des muscles de la mastication et de la déglutition (4-9) chez le lapin. D'après [40] et [53].

Mvts = Mouvements ; R-C = Rostro-Caudaux

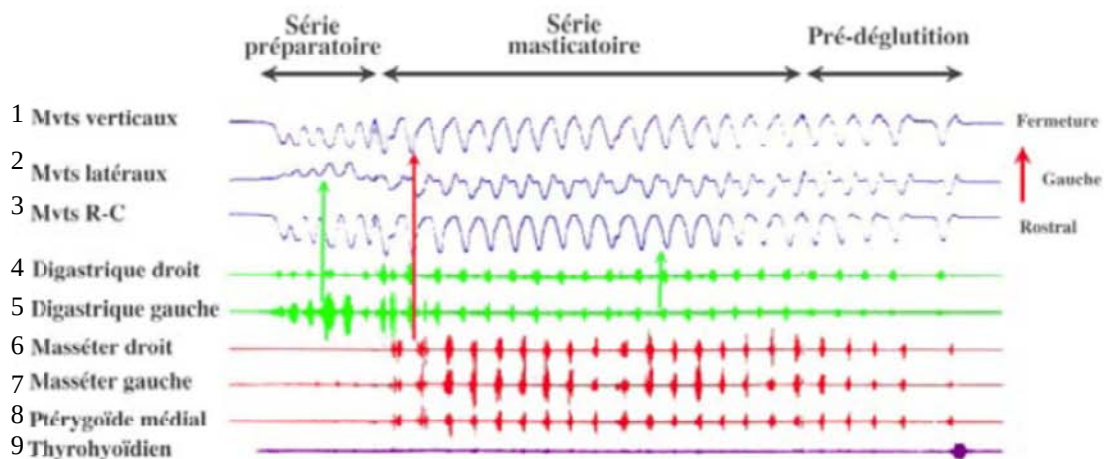
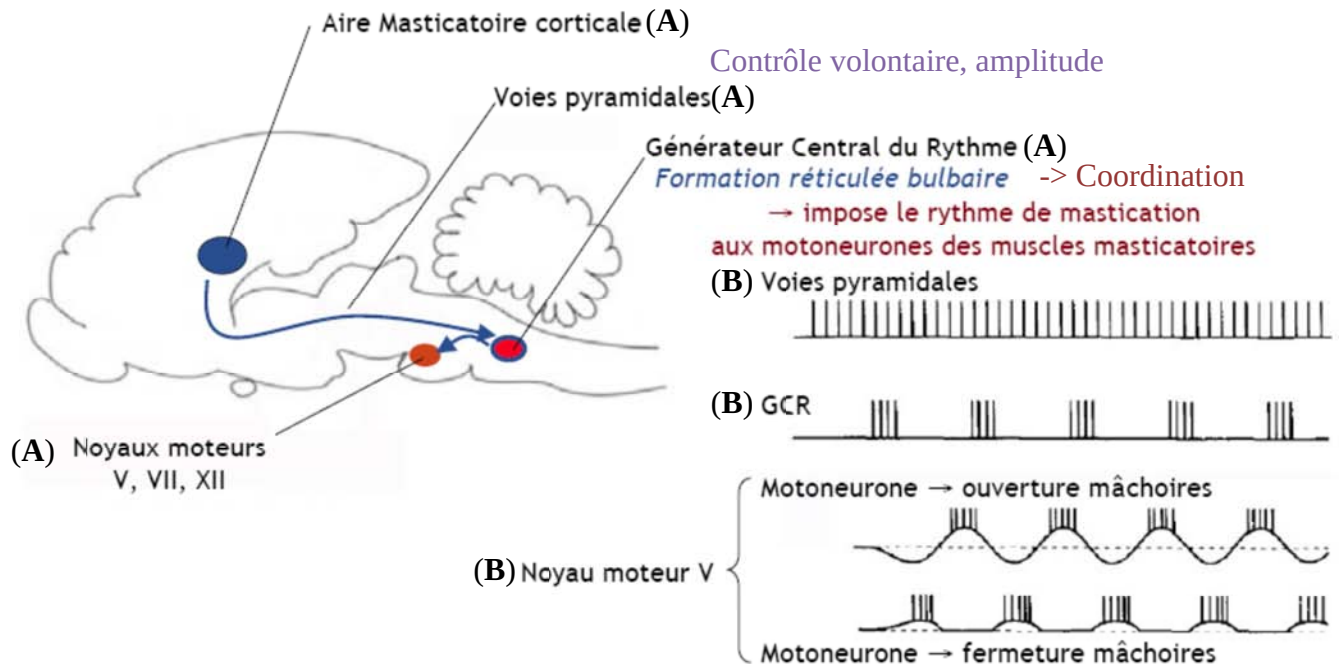


Figure 2 : Contrôle de la mastication. D'après [40] et [53].

A : Formation nerveuses impliquées

B : Enregistrement de l'activité neuronale chez le cochon d'Inde.



À l'aide des informations reçues des mécanorécepteurs de la face, de la bouche, des muscles masticateurs, des gencives et de la langue par l'intermédiaire des nerfs crâniens trijumeaux (V) et glossopharyngiens (IX), l'encéphale contrôle l'amplitude de la mastication grâce à l'aire masticatoire corticale et son rythme grâce au générateur central du rythme. Ces informations sont alors transmises par les nerfs crâniens trijumeaux (V), faciaux (VII) et hypoglosses (XII) et permettent des mouvements coordonnés assurant la mastication, comme l'ouverture et la fermeture des mâchoires.

1.2/ Sécrétions salivaires

La salive permet la formation du bol alimentaire et sa lubrification pour la déglutition. Son pH basique lui permet de neutraliser les acides organiques. La salive protège également vis-à-vis des bactéries grâce au lysozyme et à des anticorps.

Chez le jeune, elle permet aussi la digestion des lipides grâce à sa lipase. Chez des omnivores tels que le rat, le porc et l'homme une amylase salivaire permet la digestion de l'amidon.

La salive est sécrétée par des glandes salivaires comme les glandes salivaires zygomatiques ou parotides ou des cellules regroupées en glandes mineures. La salive peut être de type muqueux, séreux ou mixte.

Les glandes salivaires zygomatiques sécrètent de la salive de type mixte, les glandes parotides de la salive de type séreux, les glandes mandibulaires de la salive de type mixte, les glandes sublinguales de la salive de type mixte et les glandes mineures de la salive de type muqueux.

La sécrétion de salive est stimulée par le système parasympathique suite à différents stimuli : nourriture, odeurs, nausée ou encore un conditionnement. Elle est globalement inhibée par le système orthosympathique, sauf pour la salive muqueuse dont il stimule la sécrétion.

1.3/ Déglutition

La déglutition permet de propulser eau et aliments de la bouche vers l'estomac via l'œsophage. On peut la découper en 3 phases :

- Une **phase orale** où le bol alimentaire est propulsé de la bouche au pharynx.

La phase orale est essentiellement volontaire. Le bol alimentaire est propulsé grâce à la langue dans l'oropharynx.

- Une **phase pharyngée** où le bol alimentaire est propulsé dans l'œsophage.

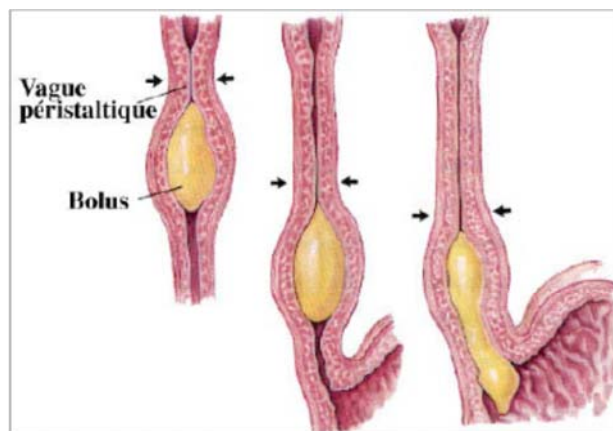
La phase pharyngée est, quant à elle, réflexe. Il y a élévation et fermeture du larynx et apnée, assurant la protection des voies aériennes. Le pharynx se contracte, la langue continue la propulsion du bol alimentaire vers l'œsophage. Le muscle cricopharyngien assure l'ouverture du sphincter œsophagien crânial.

Le mécanisme est légèrement différent chez les oiseaux et les reptiles comme nous le verrons en seconde partie.

- Une **phase œsophagienne** où le bol alimentaire est propulsé dans l'estomac.

Pendant la phase œsophagienne, la propulsion du bol alimentaire se fait grâce à un péristaltisme (figure 3). Le relâchement du sphincter œsophagien caudal permet l'arrivée du bol alimentaire dans l'estomac.

Figure 3 : Schéma des vagues péristaltiques de l'œsophage. *D'après [53].*



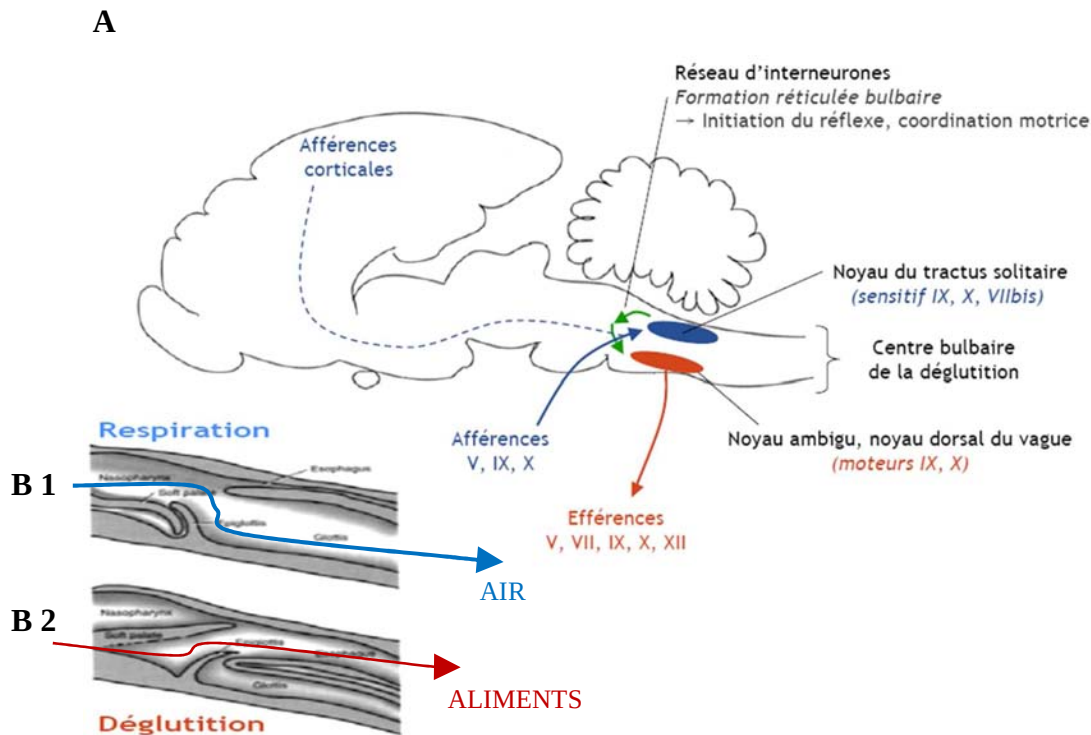
Cette phase est majoritairement réflexe avec un déterminisme central sous contrôle du centre de la déglutition dans la formation réticulée bulbaire. Il y a très peu de contrôle volontaire.

La déglutition a un enjeu primordial : celui de la protection des voies aériennes (figure 4). En effet, en cas de lésions des voies nerveuses, les risques de dysphagie et de pneumonie sont grands.

La déglutition nécessite la coordination d'informations sensibles et motrices de nombreux nerfs crâniens au niveau du centre bulbaire de la déglutition : les nerfs trijumeaux (V), faciaux (VII), glossopharyngiens (IX), vagues (X) et hypoglosses (XII) (figure 4).

Chez la plupart des NAC, l'œsophage est constitué sur toute sa longueur de fibres musculaires striées sous contrôle du nerf X, le vague, qui part du noyau ambigu du système cérébro-spinal, par des synapses excitatrices nicotiques. Le sphincter caudal de l'œsophage est lui constitué de fibres lisses contrôlées par le système nerveux parasympathique, qui part du noyau dorsal du vague, par des synapses excitatrices muscariniques ou inhibitrices via le *Vasoactive Intestinal Peptid* (VIP).

Figure 4 : Voies nerveuses de la déglutition (A) et schéma du pharynx (B) en dehors de la déglutition (1) et lors de la déglutition (2). D'après [48] et [53].



Gastrine et motiline exercent une régulation endocrine, la baisse du pH une régulation chimique en favorisant la fermeture du sphincter caudal de l'œsophage.

2/ Au niveau de l'estomac

2.1/ Mouvements gastriques

Lors de l'arrivée du bol alimentaire, la partie orale de l'estomac se relâche sous l'influence d'un réflexe vago-vagal qui met en jeu comme neurotransmetteur le VIP.

Des vagues de contractions et une paroi musculaire épaisse permettent le brassage et la fragmentation du bol alimentaire, le pylore restant fermé. Il en résulte un chyme qui est rétro pulsé vers la zone du croissant jusqu'à ce que les particules soient suffisamment petites pour passer le pylore fermé.

Stimulée par la motiline, une vidange gastrique, à pylore ouvert, s'effectue toutes les 90 minutes environ en phase interprandiale.

2.2/ Sécrétion gastrique

De nombreuses sécrétions sont assurées dans l'estomac par différents types cellulaires (figure 5).

- Les **cellules muqueuses** sécrètent mucus et bicarbonates qui protègent l'épithélium du corps, de l'antrum et du fundus de l'estomac de manière physico-chimique.

- Les **cellules pariétales** du corps de l'estomac sécrètent de l'acide chlorhydrique (HCl) qui détruit la grande majorité des virus et bactéries, active le pepsinogène, ionise le calcium, stimule la sécrétion pancréatique et dénature les protéines ce qui facilite leur digestion. Les cellules pariétales sécrètent également le facteur intrinsèque, une protéine qui se lie à la vitamine B12 ou cobalamine pour permettre son absorption au niveau de l'iléon.

- Les **cellules principales** présentes dans le corps de l'estomac assurent la production de pepsinogène qui une fois activé en pepsine permet la digestion des protéines. Elles sécrètent également une lipase gastrique participant à la digestion des lipides en particulier chez le jeune.

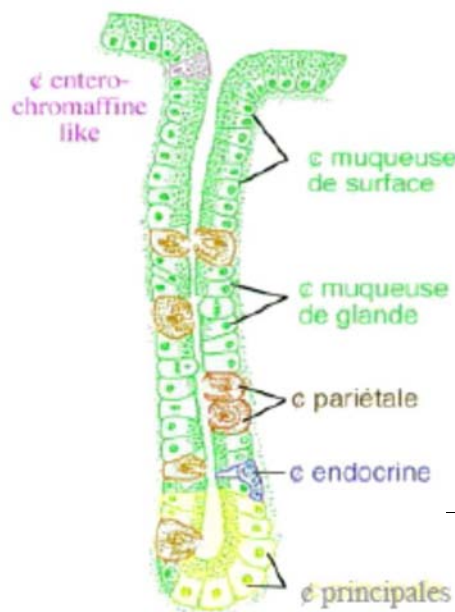
- Les **cellules H** ou *enterochromaffin-like* du corps de l'estomac sécrètent de l'histamine qui stimule la sécrétion gastrique.

- Les **cellules D** de l'antrum de l'estomac sécrètent de la somatostatine qui inhibe la sécrétion gastrique lorsque le pH est très acide, soit inférieur à trois.

- Les **cellules G** de l'antrum de l'estomac sécrètent de la gastrine qui stimule la sécrétion gastrique.

Figure 5 : Coupe d'une glande gastrique au niveau du corps de l'estomac. D'après [27] et [53].

¢ = cellule



Les sécrétions gastriques enzymatiques et acides sont stimulées par l'odorat, le goût, le début de l'ingestion du repas et l'hypoglycémie. Elles sont inhibées par les hormones intestinales comme la cholécystokinine, le GIP et la sécrétine.

3/ Au niveau des intestins

Anatomiquement, chez les NAC, les intestins peuvent être différenciés en deux parties :

- **l'intestin grêle** : duodénum, jéjunum et iléon assurant la fin de la digestion des aliments et l'absorption des nutriments, d'une grande partie de l'eau et de certains minéraux et vitamines.

- **le gros intestin** : valvule iléo-caecale, caecum, côlon, rectum permettant des fermentations, une absorption terminale d'eau, de minéraux et de certaines vitamines, et le stockage des fèces.

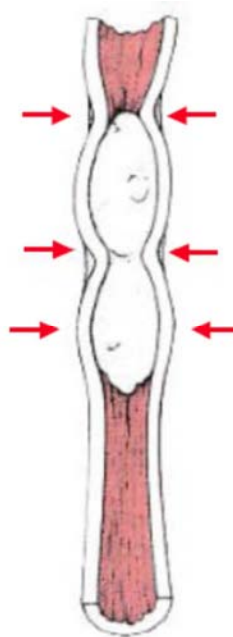
3.1/ Mouvements intestinaux

On constate 2 types de motricité intestinale :

- Pendant les repas et après, des mouvements de **brassage** et de **péristaltisme**.

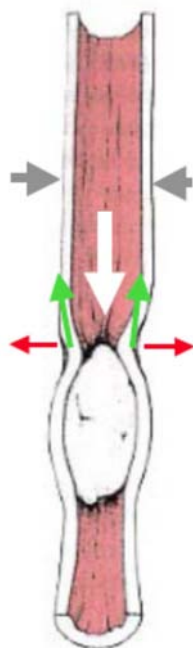
Les mouvements de brassage sont des **contractions segmentaires** qui favorisent la fragmentation, le mélange avec les sécrétions digestives et la mise en contact avec les villosités intestinales (figure 6). Les contractions segmentaires, assurées par la **musculature circulaire**, permettent la propulsion sur de courtes distances, et ainsi l'étalement du bol alimentaire ce qui facilite son absorption. Ces contractions **locales** sont décalées de quelques centimètres les unes des autres. Elles sont stimulées par la distension causée par le bol alimentaire et la cholécystokinine, et modulées par la composition du chyme et le réflexe gastroentérique.

Figure 6 : Contractions segmentaires assurant le brassage des aliments. *D'après [46] et [53].*



Le péristaltisme permet la **propulsion** du chyme. Des **réflexes courts** grâce à des tensorécepteurs permettent que lorsque la musculature circulaire en amont et la musculature longitudinale se contractent, la musculature circulaire en aval se relâche (figure 7).

Figure 7 : Mouvements péristaltiques de l'intestin. D'après [46] et [53].



- Entre les repas, des **complexes moteurs migrants**.

Ces complexes correspondent à une **onde ininterrompue** de migration oro-caudale du chyme, de l'estomac jusqu'à l'iléon. Ils sont déclenchés par la motiline, une hormone intestinale, toutes les 90 minutes environ à jeûn.

De l'œsophage au côlon, les **cellules interstitielles de Cajal** sont disséminées dans les plexus nerveux et les couches musculaires. Elles jouent le rôle de *pacemaker* assurant l'automatisme de la motricité digestive. Cette activité **pacemaker** explique les mouvements gastriques et le péristaltisme oral-aboral des intestins.

Le sphincter iléo-caecal empêche le contenu du côlon de refluer dans l'intestin grêle. Le réflexe gastro-iléal entraîne son ouverture lors de la vidange gastrique. Dans le gros intestin, on observe des mouvements de segmentation qui assurent le brassage et optimisent les fermentations, très importantes pour les herbivores. Des mouvements de péristaltisme et d'antipéristaltisme permettent une progression locale et le remplissage du caecum, et laissent un délai supplémentaire pour les fermentations.

- Défécation après les repas

Après les repas, des mouvements de masse permettent la défécation.

L'anus se compose d'un sphincter anal interne lisse et d'un sphincter anal externe strié qui ont chacun une innervation indépendante.

Le **sphincter interne** reçoit une double innervation :

- **parasymphathique** par le nerf pelvien dont la stimulation entraîne le relâchement du sphincter par l'intermédiaire du VIP ;
- **orthosymphathique** par le nerf hypogastrique dont la stimulation entraîne la constriction du sphincter par l'intermédiaire de l'acétylcholine.

C'est le sphincter interne qui assure l'essentiel du tonus de l'anus, bien que le sphincter externe conserve une certaine tonicité.

Le **sphincter externe** est innervé par des fibres motrices du nerf honteux interne sous contrôle **conscient**, ce qui permet un retardement temporaire de la défécation.

Des tensorécepteurs stimulés par le relâchement du rectum se remplissant de fèces déclenchent le réflexe de défécation :

- relâchement réflexe du sphincter anal interne et renforcement du sphincter externe, contractions péristaltiques dans le côlon et le rectum, puis
- relâchement du sphincter anal externe et contractions des muscles circulaires du côlon et du rectum.

Eventuellement une posture de défécation et des contractions des muscles abdominaux et du diaphragme sont associées à cette dernière phase. L'augmentation de la pression abdominale facilite alors la vidange complète du rectum.

3.2/ Sécrétion intestinale

L'intestin assure une **sécrétion endocrine ou paracrine** de facteurs tels que la cholécystokinine (CCK), la sécrétine, le *Gastric Inhibitory Peptid* (GIP) et le VIP qui participent à la régulation de la digestion.

L'intestin assure de plus une **sécrétion exocrine** d'eau, de mucus et de bicarbonates, qui composent une fraction fluide et alcaline.

Dans l'intestin grêle, les entérocytes sécrètent également des **enzymes** telles que saccharase, maltase, lactase, peptidases, nucléases, et entéropeptidase qui restent au niveau de la bordure en brosse. L'entéropeptidase transforme le trypsinogène en trypsine qui à son tour permet l'activation des proenzymes pancréatiques.

Ces sécrétions sont indispensables à la terminaison de la digestion dont une part très importante s'effectue dans les intestins, plus particulièrement l'intestin grêle chez les carnivores et omnivores, et le gros intestin chez les herbivores.

3.3/ Absorption d'eau et de nutriments

Une **absorption de l'eau** a lieu tout au long des intestins. Au total, un bilan aqueux montre qu'environ 99% de l'eau sécrétée ou avalée est réabsorbée au niveau des intestins. Cette absorption a lieu pour 90% dans l'intestin grêle puis à nouveau à 90% au niveau du gros intestin.

Les entérocytes sont des cellules spécialisées dans l'absorption des glucides, des lipides et des acides aminés. Sucres simples et acides aminés sont le plus souvent absorbés grâce à des mécanismes de **transports couplés** au transport passif du sodium contre leur gradient de concentration et rarement par diffusion. Ils passent ensuite par diffusion dans le système sanguin. Les lipides sont absorbés par **diffusion** pour la plupart. Les éléments les plus hydrosolubles comme les acides gras à courte chaîne passent dans le système sanguin où ils s'associent à l'albumine pour être véhiculés jusqu'aux cellules. Les éléments moins hydrosolubles sont réorganisés en lipoprotéines appelées **chylomicrons** qui passent dans les vaisseaux chylifères du système lymphatique.

3.4/ Particularités du jeune mammifère

Chez les mammifères, le système digestif du jeune est adapté à la **digestion du lait**.

Le lait est composé notamment de protéines, de lipides et de glucides.

- Protéines :

- les caséines, organisées en micelles, forment la fraction colloïdale ;
- des protéines solubles telles que lactalbumine et lactoferrine forment la fraction soluble dite lactosérum.

Les caséines coagulent en formant un **caillé** au pH acide gastrique, alors que le lactosérum reste soluble. La **chymosine**, une protéase gastrique, permet également aux caséines de cailler.

La pepsine est un peu moins active que chez l'adulte. Elle est assez peu efficace pour digérer les protéines du lait très glycosylées.

De plus, le premier jour l'activité pepsique est absente ce qui protège les immunoglobulines du colostrum.

Les immunoglobulines du colostrum sont absorbées par endocytose au niveau des cryptes intestinales qui sont plus faciles d'accès chez le jeune car les villosités ne sont pas encore développées. Le transfert d'immunité est ainsi possible dans les premières heures de la vie, ce qui est capital chez certaines espèces telles que les bovins, les chevaux et les singes lémurins à placentation épithéliochoriale permettant peu de transfert immunitaire in utero.

Les protéases pancréatiques sont présentes dès la naissance et leur quantité augmente très rapidement tout comme les enzymes de la bordure en brosse intestinale.

- Lipides

En ce qui concerne la digestion des lipides, les lipases pré-gastriques mammaire et linguale et la lipase gastrique ont un rôle prédominant. La lipase pancréatique, en faible quantité chez le jeune, est en effet peu efficace sur les globules gras du lait. Les lipases gastrique et pré-gastriques qui ont une action optimale à pH acide sont dégradées par la trypsine mais résistantes à la pepsine. Ces lipases sont hydrophobes et agissent sur les triglycérides, les principaux lipides du lait, à l'intérieur des globules gras.

- Glucides

Pour la digestion des glucides, l'amylase pancréatique est absente à la naissance et en faible quantité jusqu'au sevrage. La lactase est très présente et active à la naissance, puis sa sécrétion diminue à l'âge adulte, au contraire de la saccharase.

Les enzymes digestives sont donc différentes ou à des taux différents chez le jeune par rapport à l'adulte, celles-ci étant adaptées au régime alimentaire de l'animal selon son âge et son stade physiologique.

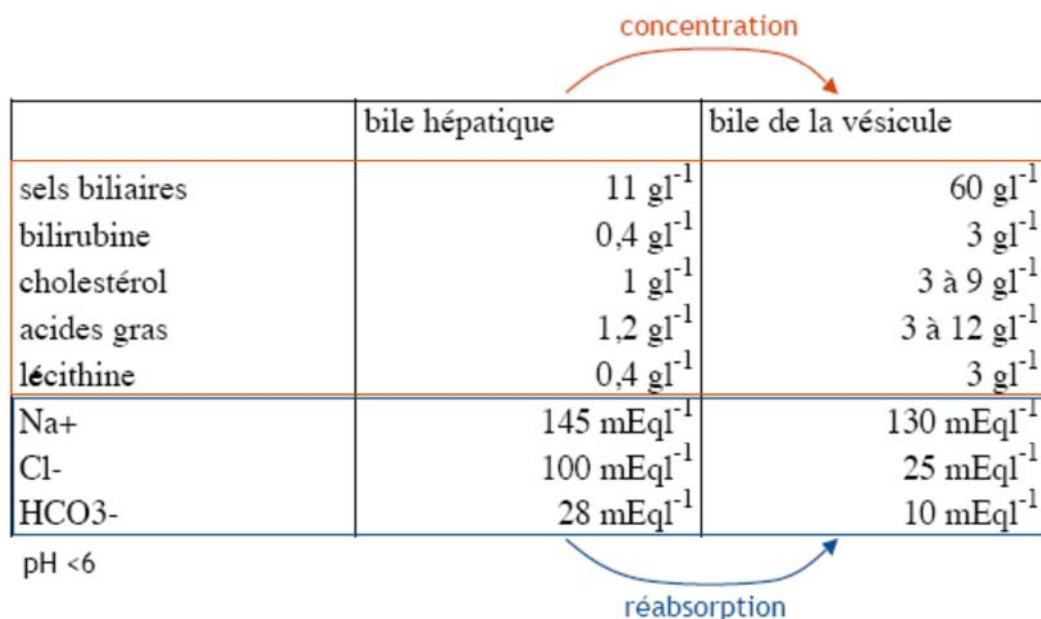
4/ Apport des glandes annexes

4.1/ Sécrétion biliaire

La sécrétion biliaire comprend notamment des **sels biliaires amphipathiques** formés à partir de cholestérol et qui permettent l'émulsification des lipides. Tous les NAC n'ont pas un foie avec une vésicule biliaire distincte où la sécrétion biliaire est stockée et sa composition légèrement modifiée (tableau 1). La sécrétion biliaire est dans ce cas déversée en continu dans les intestins, au fur et à mesure de sa sécrétion, ce qui rend la digestion d'un gros repas plus difficile. Il n'y a pas de stockage dans les conduits biliaires.

Les acides biliaires sont réabsorbés au niveau de l'iléon et réutilisés. Ce phénomène est appelé **cycle entéro-hépatique**.

Tableau 1 : Modification de la sécrétion biliaire dans la vésicule biliaire. *D'après [53].*



The diagram illustrates the modification of bile secretion in the gallbladder. A table compares the concentrations of various components in 'bile hépatique' (liver bile) and 'bile de la vésicule' (gallbladder bile). An orange arrow labeled 'concentration' points from the liver bile to the gallbladder bile, indicating that components are concentrated. A blue arrow labeled 'réabsorption' points from the gallbladder bile back to the liver bile, indicating the reabsorption of water and electrolytes. Below the table, it is noted that the pH is less than 6.

	bile hépatique	bile de la vésicule
sels biliaires	11 gL ⁻¹	60 gL ⁻¹
bilirubine	0,4 gL ⁻¹	3 gL ⁻¹
cholestérol	1 gL ⁻¹	3 à 9 gL ⁻¹
acides gras	1,2 gL ⁻¹	3 à 12 gL ⁻¹
lécithine	0,4 gL ⁻¹	3 gL ⁻¹
Na+	145 mEqL ⁻¹	130 mEqL ⁻¹
Cl-	100 mEqL ⁻¹	25 mEqL ⁻¹
HCO ₃ ⁻	28 mEqL ⁻¹	10 mEqL ⁻¹

pH <6

La contraction de la vésicule biliaire et l'ouverture du sphincter d'Oddi permettent l'évacuation des sécrétions biliaires au niveau du duodénum.

À jeun, ce qui correspond à 25% de la production biliaire, la contraction est provoquée par les complexes migrants générés par la motiline et par la stimulation du nerf vague.

Après les repas, ce qui correspond à 75% de la production biliaire, la contraction est provoquée par le nerf vague et la cholécystokinine, une hormone intestinale dont la sécrétion est stimulée par les acides gras et les acides aminés du chyme.

4.2/ Sécrétions pancréatiques

Les sécrétions pancréatiques exocrines ont une grande **importance dans la digestion**. Elles permettent l'hydrolyse :

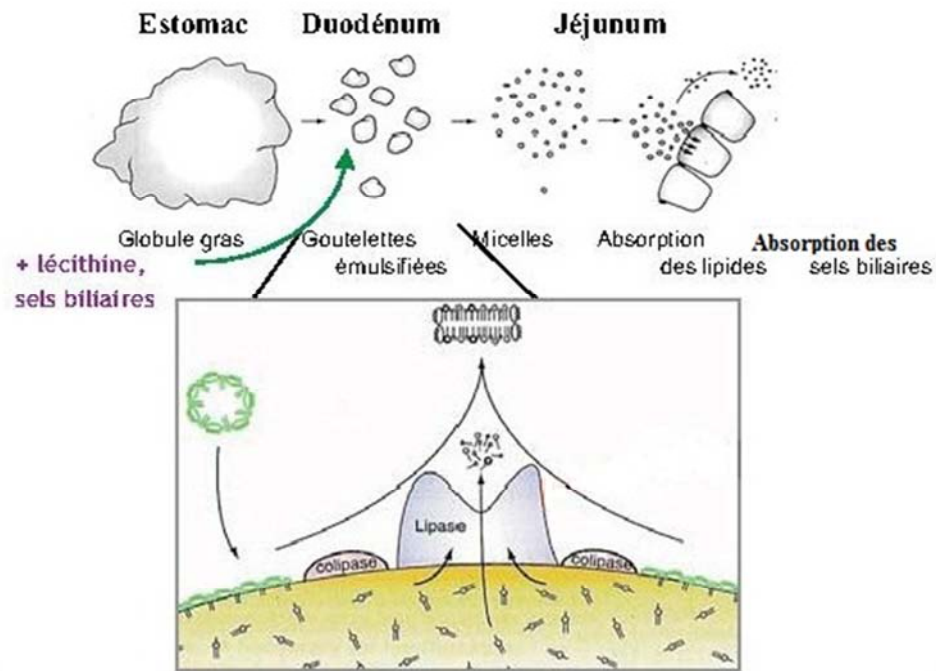
- des triglycérides en acides gras, glycérol et glycérides par la lipase pancréatique,
- de l'amidon en glucose par l'amylase pancréatique,
- des protéines en acides aminés ou peptides par de nombreuses peptidases dont la trypsine et la chymosine.

Les enzymes ou les proenzymes d'hydrolases permettant ces hydrolyses sont sécrétées par les cellules acineuses du pancréas, alors que les cellules ductales sécrètent des bicarbonates qui permettent de neutraliser l'acidité du chyme en provenance de l'estomac.

La fraction enzymatique de la sécrétion pancréatique est stimulée par la cholécystokinine, la fraction hydro-électrolytique par la sécrétine suite à l'arrivée du chyme dans le duodénum.

En conclusion, la digestion des graisses nécessite une **coopération** entre les enzymes pancréatiques et les sels biliaires car la lipase pancréatique agit sur les micelles créées grâce aux sels biliaires (figure 8).

Figure 8 : Digestion des graisses. D'après [27] et [53].



Le pancréas assure aussi une sécrétion endocrine, en particulier d'insuline qui permet la régulation de la glycémie.

5/ Régulation

Les sécrétions digestives exocrines sont globalement stimulées par le système parasympathique et inhibées par le système orthosympathique (tableau 2).

Une **synergie** nerveuse, hormonale et motrice permet un transit coordonné du chyme tout au long du tractus digestif et une digestion efficace.

Tableau 2 : Récapitulatif de différents mécanismes de régulation de la digestion. *D'après [22], [27], [46] et [53].*

Neurotransmetteurs (récepteurs)	Action Motrice	Action sécrétrice
Acétylcholine (muscarinique)	Stimule	Stimule
Noradrénaline ($\alpha 1$, $\beta 1$)	Inhibe	Inhibe (sauf salive muqueuse)
Sérotonine (5HTR4)	Stimule	
Hormones et facteurs paracrines	Action motrice	Action sécrétrice
Gastrine	Stimule (estomac)	Stimule (estomac)
Histamine		Stimule (estomac)
Somatostatine	Inhibe	Inhibe (estomac, sécrétion pancréatique exocrine)
Sécrétine	Inhibe (estomac)	Stimule (sécrétions pancréatique et biliaire)
Cholécystokinine	Stimule (intestin et vidange vésicule biliaire) Inhibe (estomac)	Stimule (sécrétion pancréatique)
Motiline	Stimule (estomac et intestins)	

SECONDE PARTIE : FICHES PÉDAGOGIQUES

SECONDE PARTIE : FICHES PÉDAGOGIQUES

MAMMIFÈRES

1/ LE FURET

Figure 9 : Furets domestiques (*Mustela putorius furo*) de différents coloris : blanc albinos, putoisé, argenté, siamois.



1.1/ Classification

Mammifère de la famille des mustélidés, utilisé initialement pour chasser rats, serpents, puis lapins, le furet est désormais devenu un animal de compagnie très apprécié (figure 9).

1.2/ Régime alimentaire

Carnivore strict, au corps souple et longiligne, le furet se nourrit de **proies entières**. Une carence en calcium est de ce fait dans la nature plus rare que chez les insectivores.

1.3/ Cavité buccale

- **Langue**

La cavité buccale est vaste, avec une longue langue facilement mobilisable grâce à son frein musclé.

- **Denture**

Les dents définitives sont au nombre de 34, avec la formule dentaire suivante, typique des carnivores : **2 (I 3/3, C 1/1, Pm 3/3, M 1/2)**.

Les incisives supérieures, plus longues que les incisives inférieures, recouvrent celles-ci quand la bouche est fermée. Leur bord tranchant sert à mordre et couper. Les canines supérieures, plus larges que les inférieures, dépassent de la lèvre supérieure. Elles servent à maintenir, percer et déchiqueter. Les prémolaires et molaires sont puissantes. Les deux tubercules des prémolaires leur permettent de couper et déchiqueter. La position variable des tubercules des molaires leur permet d'écraser et de broyer.

Les racines dentaires sont profondes, celles des canines sont même plus longues que la couronne, il faut le prendre en compte avant une extraction dentaire (tableau 3).

Tableau 3 : Nombre de racines des dents définitives du furet. *D'après [13].*

	DENT	NOMBRE DE RACINES
MACHOIRE SUPERIEURE	C	1
	Pm2	2
	Pm3	2
	Pm4	3
	M1	3
MACHOIRE INFERIEURE	C	1
	Pm2	2
	Pm3	2
	Pm4	2
	M1	2
	M2	1

C=Canine, Pm=Prémolaire, M=Molaire

- **Glandes salivaires**

Le furet possède **5 paires** de glandes salivaires aux productions différentes :

- les glandes parotides produisent une salive muqueuse légèrement acide,
- les glandes mandibulaires et zygomatiques produisent un mucus riche en sulfates,
- les glandes sublinguales et molaires produisent toutes les deux en quantité égale des sécrétions riches en ions phosphates et bicarbonates.

La salive a un **rôle majeur dans la lubrification** des aliments surtout si l'alimentation est sèche, c'est-à-dire sous forme de croquettes.

1.4/ Œsophage

L'œsophage, du pharynx au cardia, mesure de 17 à 19 cm de long. Ses trois parties cervicale, thoracique et abdominale rappellent celles du chien. Il présente **trois sites de restriction** de la lumière : à son origine, au croisement avec la bronche gauche et juste avant le passage du diaphragme. L'œsophage a une musculature mince, fine et uniquement composée de **fibres striées**.

La muqueuse œsophagienne est recouverte d'une **couche épithéliale squameuse et kératinisée**. Caractère absent chez de nombreux mammifères comme chez l'homme, il est retrouvé chez les animaux ingérant rapidement leurs aliments, sommairement dégrossis, vulnérants ou rugueux.

1.5/ Estomac

De la forme d'un « J couché » semblable à celle de l'estomac du chien, il possède **une grande capacité d'expansion** autorisant au furet l'ingestion d'une grosse quantité d'aliments. Un furet adulte pesant environ un kilogramme peut boire jusqu'à 100 mL d'eau en 10 minutes. Par sa similarité avec celui de l'Homme, il est souvent utilisé comme modèle **pour étudier les infections gastriques de l'Homme**. L'estomac est situé dans l'abdomen antérieur, sous la cage thoracique, à gauche du plan médian, en position transverse. Il est en contact avec le lobe gauche du foie et le diaphragme crânialement, avec la rate caudalement à gauche, avec le côlon descendant

ventralement, et le lobe gauche du pancréas caudalement. Le pylore, facilement distinguable, fait saillie.

Sa taille, sa forme et sa position exacte dépendent de l'état de réplétion. Le fundus se déplace caudo-ventralement, et rempli, l'estomac repousse la masse intestinale vers la droite et peut entrer en contact avec le rein gauche. Il occupe alors toute la région sous-chondrale.

- **Sécrétions**

L'estomac sécrète de façon continue et spontanée de l'acide chlorhydrique, même en dehors des périodes de digestion. Cette sécrétion est stimulée par l'histamine, la gastrine, et l'acétylcholine sous contrôle du nerf vague dont c'est le neurotransmetteur. On peut également observer une **sécrétion minimale** de pepsine stimulée par la gastrine, l'histamine et l'innervation vagale.

Les **glandes de Brünner** pyloriques et duodénales qui sont semblables sécrètent une substance muqueuse contrairement aux autres mammifères.

- **Motricité**

La musculature de l'estomac est composée extérieurement d'une couche de muscles lisses longitudinaux et intérieurement d'une couche de muscles lisses circulaires. Aucun muscle oblique n'a été mis en évidence.

En période de digestion, des contractions de faible amplitude dans l'antrum pylorique, le duodénum et le jéjunum se produisent. En dehors de ces périodes, des contractions de plus forte amplitude prennent naissance dans l'antrum pylorique et se propagent dans l'intestin grêle, il s'agit des complexes moteurs migrants.

Le furet peut vomir. Il présente alors juste avant **des prodromes** rappelant ceux de l'Homme : hypersalivation, léchage des babines, frottement du menton, tête basse, marche à reculons, yeux fermés.

1.6/ Intestin grêle

Occupant tout le cadran ventral droit de l'abdomen, l'intestin grêle possède un certain nombre de particularités (figure 10) :

- Une **longueur réduite** par rapport à d'autres carnivores avec un rapport entre la longueur de l'intestin et la longueur du corps de 3 contre 5 pour le chien.

- Pas de distinction anatomique visible entre le jéjunum et l'iléon : on parle de **jéjunoiléon**

- Pas de valvule iléo-caecale et donc pas de limite anatomique visible entre le jéjunoiléon et le côlon. Toutefois, deux critères permettent de localiser cette zone :

- extérieurement, on peut voir l'anastomose entre les artères jéjunales et iléo-coliques,

- intérieurement la surface de la muqueuse a un aspect différent. Elle s'étend en plis longitudinaux dans le côlon alors que les villosités sont aplaties dans l'iléon. De plus, la tunique musculaire est interrompue par du tissu **conjonctif à la jonction iléo-colique**, ce qui assure une isolation électrique et empêche la propagation des contractions de l'iléon au côlon.

Le duodénum est assez court et composé de 3 segments :

- une partie crâniale en forme de boucle sigmoïde, le duodénum descendant qui descend caudalement à la droite du plan médian, puis

- le duodénum transverse, et

- le duodénum ascendant qui remonte crânialement dans le plan médian.

Une faible constriction permet de distinguer la séparation avec le jéuno-iléon.

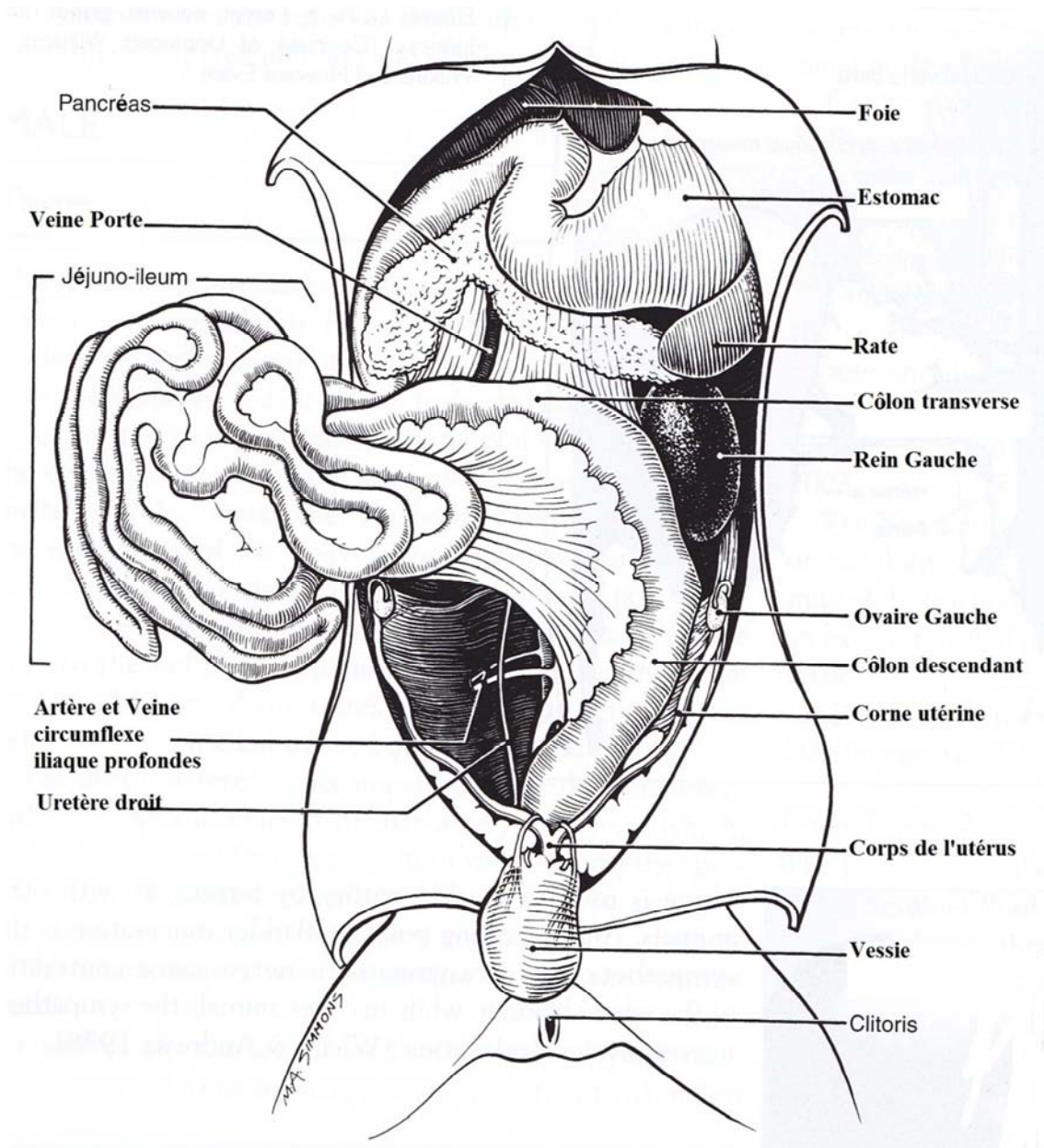
- **Sécrétion et absorption**

Entérocytes et cellules caliciformes sont présents sur toute la longueur de l'intestin grêle. Les glandes de Brünner, du duodénum proximal à l'abouchement du canal cholédoque, sécrètent uniquement un mucus neutre.

- **Motricité**

Les salves de contraction qui animent l'intestin grêle durent environ une minute chacune dans le jéjunum.

Figure 10 : Anatomie viscérale du furet, intestins repoussés sur le côté. D'après [8].



1.7/ Gros Intestin

Il n'y a pas de caecum.

Le côlon, composé du côlon ascendant, du côlon transverse et du côlon descendant, ne possède pas de villosité mais des glandes tubulaires constituées de cellules muqueuses.

La **microflore du côlon est très peu développée** et de ce fait **participe très peu** au processus de digestion. Les troubles digestifs suite à une antibiothérapie orale sont donc rares.

Des muscles longitudinaux et circulaires forment sa musculature. Des contractions basales de relativement faible amplitude et une unique contraction de grande amplitude précédant la défécation caractérisent sa motricité, qui est largement dépendante de la stimulation vagale, cholinergique et non cholinergique.

La limite entre le côlon et le rectum est située à l'entrée du bassin.

Entre les sphincters anaux internes et externes se trouvent les glandes anales du furet. Leurs conduits s'ouvrent à 4 et 8 heures à la jonction cutanéomuqueuse. Elles n'ont pas de rôle dans la digestion. Leur production à l'odeur nauséabonde est déversée en cas d'émotions fortes, elle sert de signal d'alerte défensif.

- **Transit digestif**

Le furet dispose de peu de temps pour digérer et absorber ses aliments. En effet, la durée du transit digestif, mesurée à l'aide d'un colorant alimentaire, l'oxyde ferrique, est **courte** : environ 3 heures chez l'adulte, et 1h10 chez le jeune de 3 mois, pour la digestion d'un repas carné, ce qui est considérablement plus court que chez d'autres monogastriques comme le chien. Le jeûne est donc fortement déconseillé.

1.8/ Glandes annexes

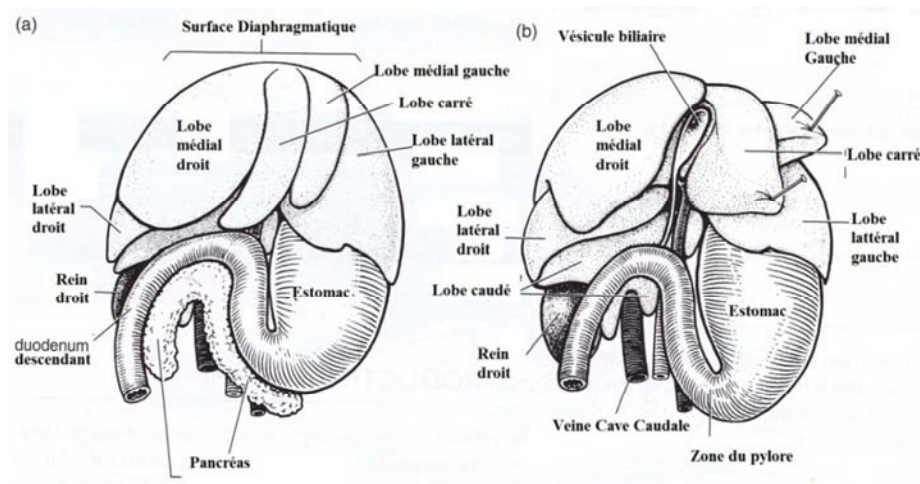
- **Le foie**

Composé de 6 lobes, avec un lobe latéral gauche majeur, un lobe médial gauche ou intermédiaire gauche en forme de ménisque, un lobe carré de forme discoïde et pourvu de lobes secondaires, un lobe intermédiaire ou médial droit, un lobe latéral droit et un lobe caudé aux deux incisures, il est relativement volumineux par rapport au poids du furet car il représente 4,3% du poids chez le furet contre 3,4% chez le chien.

Sa face diaphragmatique est arrondie et épouse le contour du diaphragme, alors que sa face viscérale est plus irrégulière car moulée sur le duodénum, le rein droit et le pancréas (figure 11).

La vésicule biliaire de forme ovoïde ou en forme de massue est relativement volumineuse en état de réplétion et peut séparer les lobes carré et médial droit entre lesquels elle se situe mais ne peut s'étendre jusqu'au diaphragme comme chez le chien.

Figure 11 : Foie du furet, a) *in situ*, b) montrant la vésicule biliaire, pancréas enlevé. D'après [13].



- **Le pancréas**

En forme de V renversé, allongé et lobulé, il est composé de deux lobes reliés en leur milieu par le corps situé près du pylore.

Le canal pancréatique rejoint le canal biliaire puis s'abouche dans la lumière du duodénum descendant, au niveau de la paille duodénale principale. Il y a parfois également une papille duodénale mineure et un canal pancréatique accessoire.

La lipase sel-dépendante sécrétée est peut-être le plus efficace système lipolytique du furet.

1.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le furet possède des capacités digestives limitées du fait d'un transit rapide et du faible rôle du côlon et de la salive. De nombreuses similitudes sont observées entre l'Homme et le furet concernant la digestion et les vomissements comme les prodromes ou la sensibilité aux ulcères. L'anatomie de l'appareil digestif du furet est assez proche de celle du chien et du chat à l'exception de la formule dentaire, de la faible longueur des intestins, du peu de distinction anatomique entre le jéjunum, l'iléon et le côlon, de l'absence de caecum et d'un côlon de petite taille. Vu la rapidité de la digestion du furet, un jeûne pré-anesthésique est déconseillé.

Pour alimenter un furet, si l'on ne dispose pas d'aliments secs spécifiques pour furet, les aliments secs pour chatons ou éventuellement pour chats sont les plus adaptés. L'alimentation du furet doit être riche en lipides et protéines, pauvres en fibres et glucides.

Les furets sont plus particulièrement sensibles aux entérites infectieuses à Coronavirus qui cause par exemple l'Entérite Cattharale Epizootique en élevage. Un furet domestique sera lui plus facilement touché par des affections gastriques dues à *Helicobacter mustelae*, une toxi-infection alimentaire, une obstruction ou des intolérances alimentaires en cas de changement alimentaires ou d'excès de fibres. Il faudra traiter les causes aussi bien que les conséquences de la diarrhée telles que fièvre ou déshydratation. Les parasites entraînant des désordres alimentaires sont assez rares.

1.10/ Bibliographie

[1], [2], [8], [9], [13], [32]

2/ LE LAPIN

Figure 12 : Lapins nains (*Oryctolagus cuniculus*) de différents coloris : du blanc au noir, et écaillé de tortue.



2.1/ Classification

Mammifère de la famille des lagomorphes, le lapin est très fréquemment rencontré comme animal de compagnie (figure 12).

2.2/ Régime alimentaire

Le lapin est un **herbivore strict** dont la caractéristique est d'être **caecotrophe**.

2.3/ Cavité buccale

- **Denture**

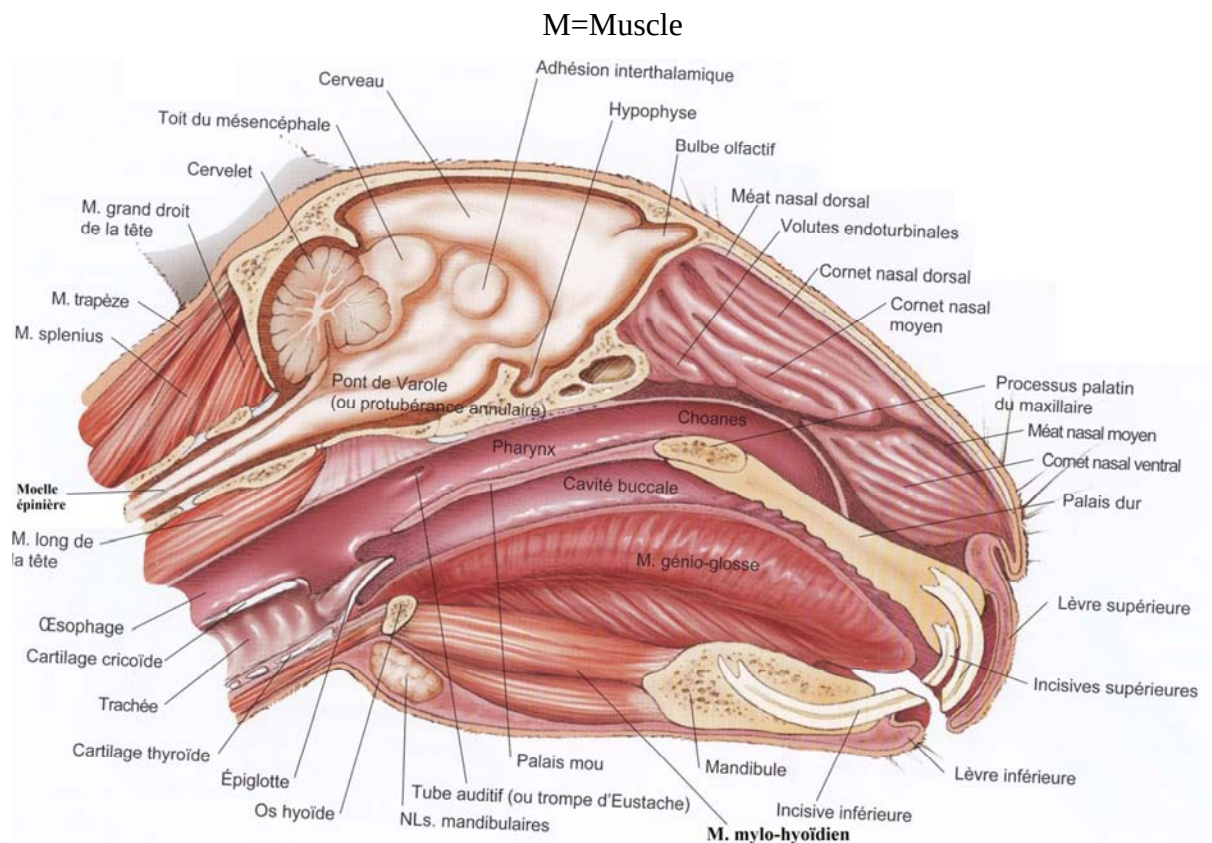
La formule dentaire du lapin est **2 (I 2/1 ; C 0/0 ; Pm 3/2 ; M 3/3)**.

L'examen de la cavité buccale est indispensable lors d'une consultation, avec un otoscope au besoin pour examiner les molaires et prémolaires (figure 13). En effet, les incisives du lapin croissent de façon continue car leur racines sont ouvertes, elles sont dites **hypsodontes**. Celles-ci doivent donc s'user en se frottant contre les dents antagonistes. Seule la face externe des incisives est recouverte d'émail, la face interne est moins dure. Les dents sont ainsi taillées **en biseau**. Si cette usure n'est pas correcte, la croissance démesurée est à l'origine de malocclusion ou de lésions de la langue ou de la joue. Les molaires et prémolaires ne sont hypsodontes que sur une de leur face : la face interne pour les dents maxillaires, la face externe pour les dents mandibulaires, l'autre face étant brachyodonte, c'est-à-dire que leurs racines sont fermées et qu'elles ne poussent pas de façon continue. Les dents sont de ce fait légèrement **inclinées vers l'extérieur**. Seule la première paire d'incisives supérieures bien développée et visible est fonctionnelle.

Les racines des incisives supérieures s'étendent vers les cavités nasales, à proximité du canal nasolacrimal ; celles des secondes prémolaires supérieures dans l'os lacrymal, celles des troisièmes prémolaires et des molaires supérieures sous l'orbite dans une structure osseuse délimitée par la bulle alvéolaire ; celles des prémolaires et molaires inférieures occupent la branche horizontale de la mandibule (figure 14). Une infection dentaire peut donc donner un abcès qui ne percera pas dans la cavité buccale mais ailleurs, ce qui rend l'examen de la cavité buccale indispensable lors d'une consultation pour un abcès de la face. La mandibule est naturellement plus étroite que le maxillaire : on parle d'**anisognathisme physiologique**. Au repos, l'occlusion dentaire n'est donc pas parfaite.

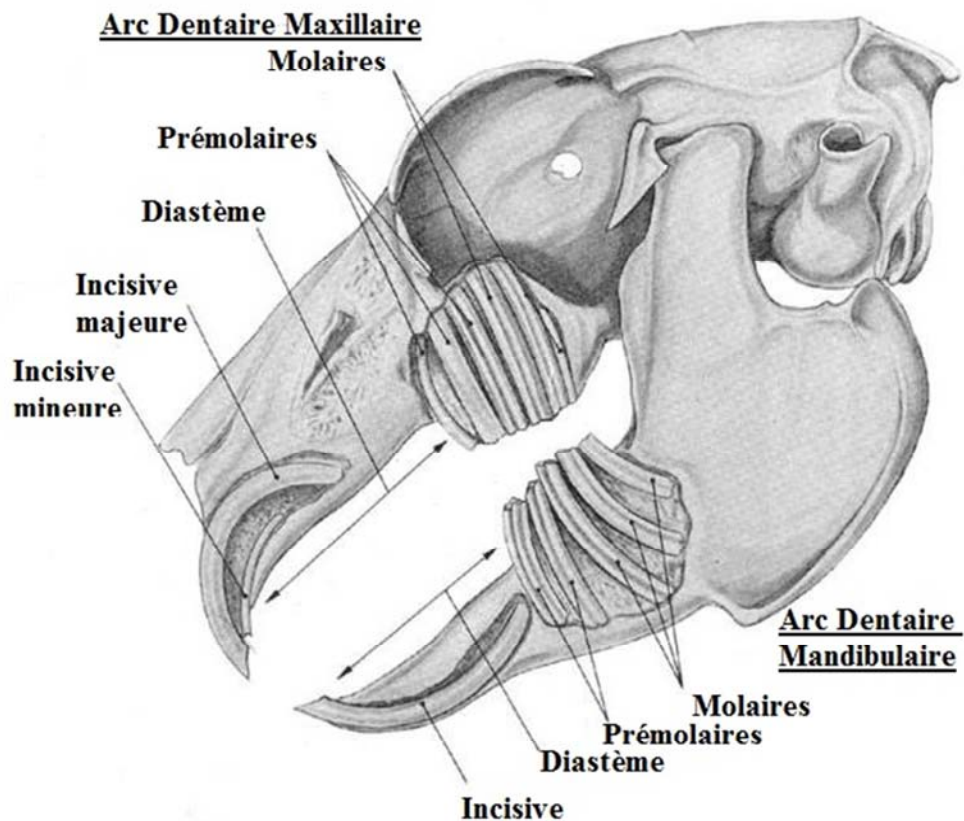
L'espace sans dents entre les incisives et les prémolaires est grand, il est nommé **diastème**.

Figure 13 : Cavité buccale du lapin. *D'après [35].*



+

Figure 14 : Dents et leurs racines chez le lapin. *D'après [9].*



L'articulation temporo-mandibulaire de par sa forme longitudinale permet essentiellement des mouvements d'avant en arrière, et l'ouverture maximale de la cavité buccale est faible.

- **Langue**

La langue est longue et un épaissement caudal forme un torus lingual. La langue est recouverte de nombreuses papilles : foliacées, fongiformes, filiformes et circumvallées.

- **Glandes salivaires**

Quatre paires de glandes salivaires, appelées glandes parotides, zygomatiques, mandibulaires et sublinguales mineures sécrètent de la salive en réponse à l'entrée d'aliments dans la bouche.

2.4/ Œsophage

L'œsophage est en position et de conformation classiques. Il s'abouche au milieu de la petite courbure de l'estomac. Ses trois couches de muscles striés s'étendent jusqu'au cardia.

2.5/ Estomac

Sa **capacité** est assez **modérée**, mais le cul de sac délimité par l'arrivée de l'œsophage permet de stocker une partie du bol alimentaire dont des caecotrophes qu'il vient d'ingérer. Le **sphincter pylorique** est très développé, ce qui rend la formation de trichobezoards fréquente. Les boules de poils n'y passent pas et bloquent le passage des aliments. Le temps de séjour des aliments est de 3 à 6 heures.

Les vomissements sont rendus impossibles par l'anatomie du cardia dont la musculature et le sphincter sont très épais, tout comme le pylore.

L'estomac ne reste jamais vide. Sa paroi est fine, et les ruptures ne sont pas rares en élevage.

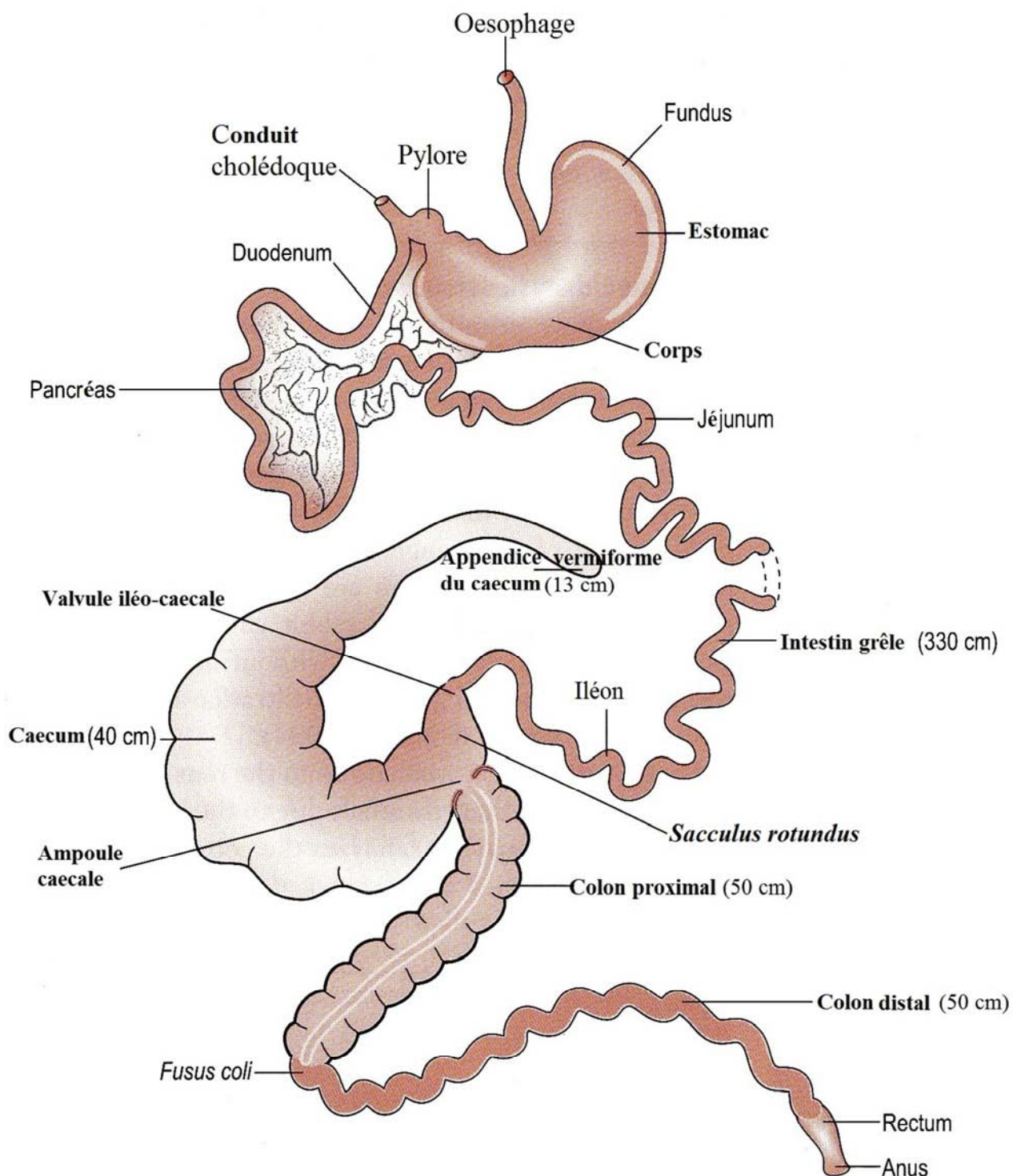
Le rôle sécrétoire de l'estomac est très important dans la digestion : le pH atteint 1,5 à 2 grâce à une sécrétion intense et permanente d'acide chlorhydrique. Les cellules principales sécrètent également du pepsinogène. Au niveau du pylore, des glandes sécrètent du mucus protégeant la muqueuse de l'acidité gastrique.

Chez le lapereau nouveau-né dont l'estomac est rempli de lait et a un pH peu acide de 4 à 4,5, une réaction entre la pepsine et le lait permet grâce à la formation d'acides gras l'obtention d'un pH plus acide dans l'estomac que ne le permettrait la seule sécrétion d'acide chlorhydrique ce qui le protège des proliférations bactériennes.

2.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle est assez long par rapport à la longueur de l'animal car il fait 2 à 2,5m (figure 15). Durant l'heure et demi que dure le transit, les aliments y sont dégradés par la bile, le suc pancréatique et le suc intestinal. Une partie non négligeable des aliments, non dégradés, passe dans le caecum. La motiline sécrétée par le duodénum et le jéjunum stimule la motricité de tous les intestins à l'exception du caecum. La muqueuse duodénale contient de nombreuses glandes de Brünner sécrétant du mucus pour la protéger de l'acidité du bol alimentaire en provenance de l'estomac. Le jéjunum est la partie la plus longue de l'intestin grêle. Elle renferme des tissus lymphoïdes contrairement au duodénum et à la première partie de l'iléon. L'iléon est assez court. Il s'élargit au niveau de la valvule iléo-caecale pour former le *sacculus rotundus*, ampoule de forme sphérique.

Figure 15: Représentation du tube digestif du lapin. D'après [6].



2.7/ Gros intestin et caecotrophie

- **Caecum**

Vaste, de forme semi-cylindrique s'enroulant sur lui-même, et doté d'une paroi fine, il permet la fermentation. Il occupe le tiers de la cavité abdominale en position ventrale.

Son appendice vermiforme constitue une plaque de Peyer de grande taille, et sécrète également des bicarbonates. Un pli en forme de spirale débute en partie proximale puis fait une vingtaine de tours en diminuant progressivement de hauteur. Ce pli est constitué d'une lame

musculaire recouverte d'une muqueuse contenant cellules à mucus et cellules absorbantes à plateau strié.

La **flore caecale est très importante**, avec une prédominance des bactéries anaérobies telles que des Bactéroïdes et non des Lactobacilles comme d'autres herbivores, et peu de Colibacilles. Seuls les acides gras volatils (acétate, butyrate, propionate) produits par la flore caecale sont absorbés, mais pas les protéines des microorganismes, d'où l'importance de la caecotrophie. Toute perturbation dans l'équilibre de cette flore est susceptible d'entraîner une **entéropathie**. Il faut donc être particulièrement vigilant lors d'une antibiothérapie, d'un stress ou d'un changement alimentaire.

Chez le lapereau, l'ingestion de caecotrophes de la mère lui octroie une flore bactérienne digestive équilibrée qu'il ne possède pas à la naissance.

- **Côlon**

Son contenu se compose de particules alimentaires et de bactéries. Très long, il est divisé en deux parties (figure 15) :

- Côlon proximal, qui est séparé en **sacculations** ou haustras par trois bandes musculaires longitudinales, les taenias coli.

- Côlon distal, sans *haustra*.

C'est le *fusus coli* qui marque la jonction. Il s'agit d'un muscle circulaire recouvert d'une fine muqueuse. Sous l'influence de l'aldostérone, il régule le passage des fèces dans le côlon distal. Il contrôle deux types de motricité du côlon, péristaltique et haustrale, ce qui permet la création de différents types de crottes, dures ou molles comme nous le verrons dans le paragraphe suivant.

- **Caecotrophie**

Cette ingestion **nocturne ou très tôt le matin** de fèces particulières molles et humides originaires du caecum, directement prélevées à la sortie de l'anus, apparaît vers l'âge de 3 semaines et permet de récupérer les protéines synthétisées par la flore caecale ainsi que les vitamines B et K et de maintenir l'équilibre de la flore intestinale grâce à la réingestion de microorganismes du tractus intestinal distal (tableau 4, figure 16).

Les crottes dures et les caecotrophes ont une composition et des modes d'excrétion différents. Les contractions du côlon séparent les fibres les plus grossières du contenu digestif. Les fibres grossières, de plus de 3mm, sont alors propulsées rapidement vers le rectum, pressées par les contractions péristaltiques et antipéristaltiques du côlon, et rejetées sous forme de crottes dures. Les fluides et plus petites particules, de moins d'1 mm, sont guidés de façon rétrograde dans le caecum où ils fermentent. A la nuit tombée, le caecum se contracte de façon régulière et son contenu est envoyé à travers le côlon. Le péristaltisme du côlon transforme ce contenu liquide en petites boulettes, alors que sa paroi sécrète du mucus qui les enrobe. On a alors la création de caecotrophes qui sont directement prélevés par le lapin à la sortie de l'anus. La membrane de mucus autour des caecotrophes les protège de l'acidité gastrique avant leur réabsorption dans l'intestin grêle.

Tableau 4 : Composition des 2 types de fèces chez le lapin nain. *D'après [10].*

MS= Matière Sèche, Vit= Vitamine, Mat. Prot.=Matière Protéique

Composants	Fèces dures	Caecotrophes
Eau (% MS)	40	70
Mat. Prot. Brute (% MS)	9 à 20	25 à 40
Cellulose (% MS)	25 à 50	10 à 25
Cendres (% MS)	15	7 à 16
Minéraux (% MS)	3 à 15	7 à 12
AGV	peu	beaucoup
Mucus	0	beaucoup
Riboflavine (Vit B2) (pg/100)	9	35
Niacine (Vit B3) (pg/100)	40	140
Pantothénate (Vit B5) (pg/100)	9	60
Cobalamine (Vit B12) (pg/100)	0,1	3
Taille des particules	3-10 mm	< 0,3 mm
Aspect	grossier	pâteux

Le type de fèces produit, mou ingéré ou dur rejeté dans la litière, varie selon le moment de la journée. L'émission de caecotrophes a lieu environ 8 à 12 heures après le pic d'ingestion. Toute perturbation nocturne est néfaste à la production de caecotrophes.

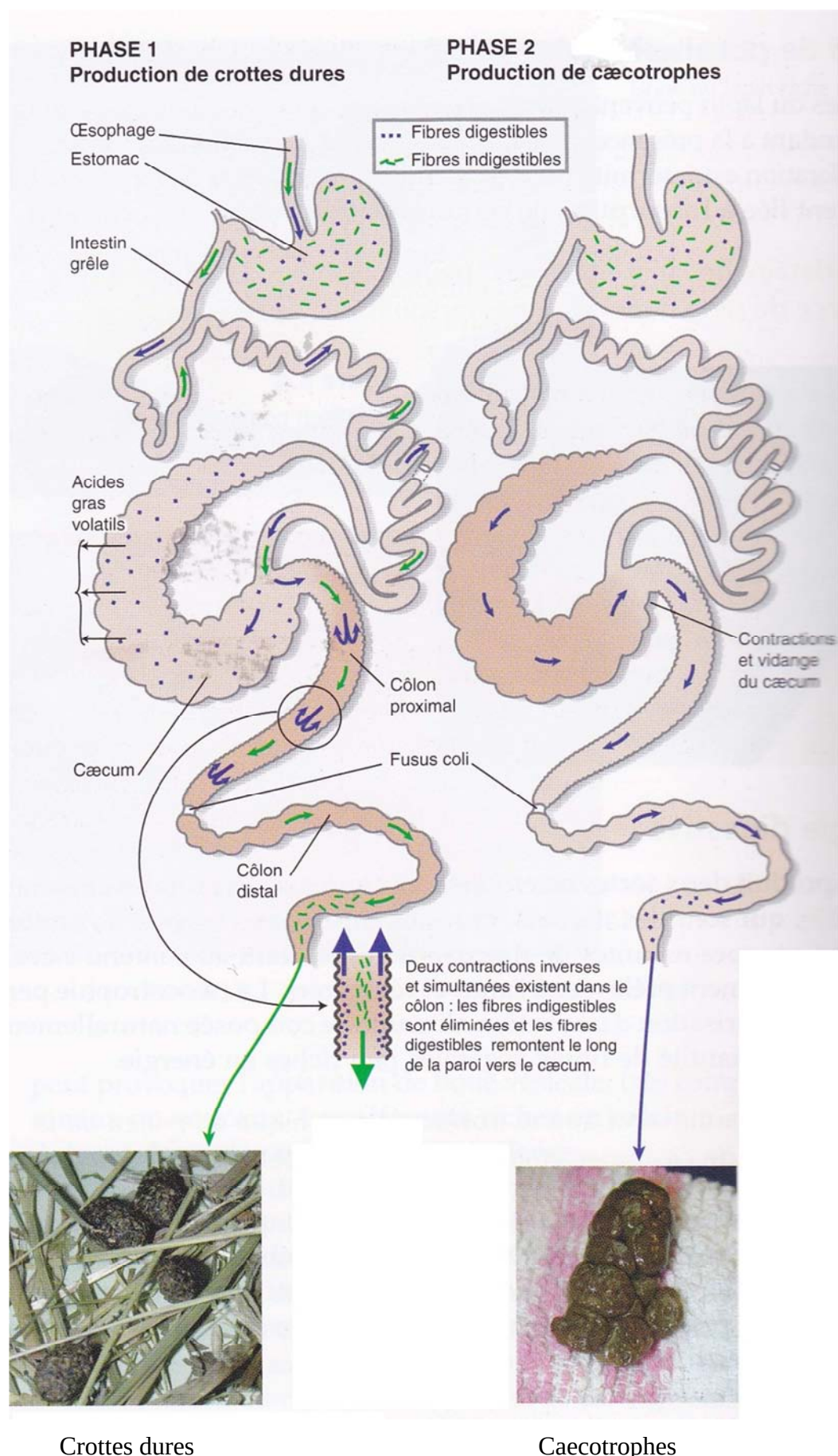
La caecotrophie fournit 10 à 15% des besoins nutritionnels du lapin en énergie métabolisable.

La caecotrophie est régulée par :

- Le système nerveux et les glandes surrénales : la caecotrophie est inhibée par le stress ;
- Le rythme d'ingestion et l'intégrité de la flore digestive : un lapin doit être nourri régulièrement et avec des aliments de bonne qualité.

Notez qu'il est anormal de retrouver des caecotrophes dans la litière.

Figure 16 : Production des différents types de fèces. D'après [42].



2.8/ Glandes annexes

- **Foie**

Composé de 4 lobes, les lobes caudé, médial gauche, latéral gauche et latéral droit, il occupe toute la surface diaphragmatique. La vésicule biliaire se situe entre les lobes latéral droit et médial gauche. Le conduit cholédoque s'abouche dans le duodénum presque au niveau du pyllore.

- **Pancréas**

Le pancréas est diffus dans le mésentère le long du duodénum. Les canaux pancréatiques s'abouchent dans la partie la plus distale du duodénum. C'est un des seuls animaux chez qui les abouchements du canal cholédoque et des canaux pancréatiques sont aussi éloignés.

2.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le lapin a un système digestif bien adapté à la digestion de son régime alimentaire de monogastrique herbivore strict, notamment grâce à la caecotrophie. Il est à noter qu'un lapin domestique ne reconnaîtra pas les plantes toxiques pour lui. Un régime de foin de qualité et de granulés complets en plusieurs fois par jour avec une petite quantité de verdure fraîche est le plus adapté. Les principales maladies digestives du lapin sont d'ordre **dentaire** : malocclusion et abcès dentaires. Les dents sont alors coupées et limées sous anesthésie. Les trichobezoars, boules de poils dans le tractus digestif, sont également fréquents si l'entretien de la fourrure n'est pas suffisant et les conséquences de l'impaction peuvent être assez graves. Les diarrhées en cas de changement alimentaire, de stress ou de coccidiose sont également assez fréquentes.

2.10/ Bibliographie

[6], [9], [10], [12], [26], [32], [38], [42]

3/ LE COBAYE

Figure 17 : Cobaye ou cochon d'Inde (*Cavia porcellus*).



3.1/ Classification

Egalement appelé cochon d'Inde, originaire du Pérou où il est toujours élevé pour sa chair, le cobaye est un rongeur de la famille des Caviidés (figure 17). C'est un caviomorphe.

3.2/ Régime alimentaire

Le cochon d'Inde est un **herbivore strict** qui ne pratique pas une vraie caecotrophie mais la **coprophagie**.

3.3/ Cavité buccale

- **Denture**

La formule dentaire du cobaye est **2 (I 1/1, C 0/0, Pm 1/1, M 3/3)**.

Comme chez le lapin, la croissance des dents est continue et seule la face antérieure de l'incisive est recouverte d'émail. L'usure sur les incisives supérieures forme également un biseau tranchant à leur extrémité libre. Comme chez beaucoup de rongeurs, il est fréquent que l'usure des dents se fasse mal, entraînant malocclusion ou différentes lésions, rendant indispensable l'examen de la cavité buccale en consultation.

Les incisives lactéales sont remplacées avant la naissance.

Les mouvements masticatoires d'avant en arrière sont plus limités que chez le lapin (figure 18). Le développement important des muscles masséters limite l'ouverture de la mâchoire. L'orifice buccal est en position inférieure et de ce fait peu visible. Une source lumineuse telle que celle d'un otoscope est nécessaire, et parfois même une contention chimique pour inspecter ses dents en consultation.

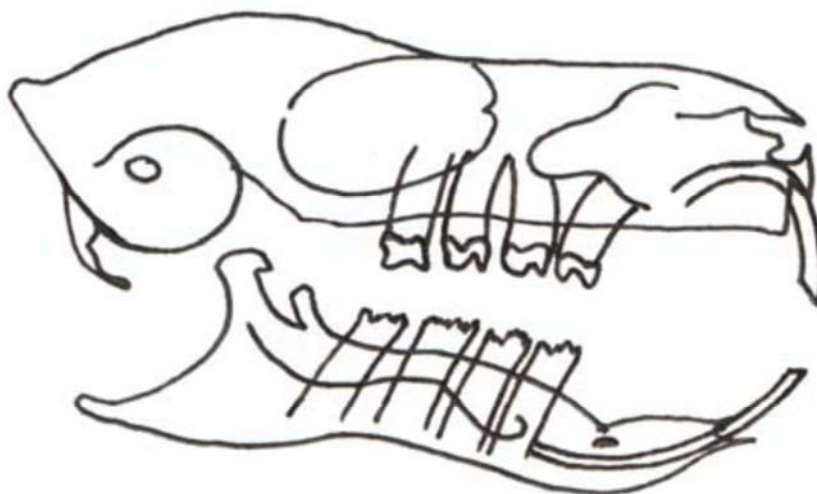
L'inclinaison très prononcée des molaires et prémolaires favorise les malocclusions :

- Les supérieures sont orientées vers l'extérieur et peuvent entraîner des lésions de la joue ;
- Les inférieures sont orientées vers l'intérieur et peuvent entraîner des lésions de la langue.

Le diastème est très long et permet au cobaye en y invaginant les joues de ronger des matériaux non comestibles comme des pièces de bois, sans pour autant que des débris ne passent dans la partie postérieure de sa cavité buccale et ne soient avalés. Cela rend complexe l'examen de la bouche du cobaye, notamment l'accès aux molaires et aux prémolaires.

Toutes les dents du cobaye sont **hypsodontes**, ce qui signifie l'absence de racine mais une large couronne enchâssée dans la gencive dont la chambre pulpaire apicale reste ouverte ce qui permet une croissance continue des dents. Les dents ne possèdent que quelques points d'ancrage, le ligament periodontal n'étant pas réparti uniformément autour de la dent comme chez les carnivores.

Figure 18: Position des couronnes dentaires du cobaye. *D'après [19].*



Les mâchoires puissantes sont bien adaptées pour ronger.

- **Langue**

La langue est charnue et bombée, et seul son tiers rostral est mobile. Un torus lingual proéminent caractérise sa racine. Elle est recouverte de petites papilles filiformes antérieurement et de grandes papilles fongiformes postérieurement.

L'ouverture buccale étant réduite, les incisives et la langue ont un rôle prédominant dans la préhension des aliments.

- **Glandes salivaires**

Le cobaye possède quatre paires de glandes salivaires majeures : parotides, mandibulaires, sublinguales et zygomatiques (ou molaires), et une paire de glandes salivaires sublinguales mineures. Leurs canaux s'abouchent au niveau des molaires.

3.4/ Œsophage

Recouvert d'un épithélium stratifié squameux, il possède une musculature striée squelettique proximale et une musculature lisse distale.

3.5/ Estomac

L'estomac ne reste **jamais vide**, les rations de nourriture se superposent. Sa capacité est modérée, il est de forme allongée simple. Sa vidange débute 30 à 60 minutes après le repas et dure au total environ huit heures.

L'estomac est complètement glandulaire contrairement au rat et au hamster.

3.6/ Intestin grêle

Sa longueur est similaire à celle de l'intestin grêle du lapin. Il est **long et spécialisé pour un régime herbivore**.

Les couches alimentaires se superposent, prédisposant le cobaye aux météorisme, cétose, stase et auto-intoxication.

3.7/ Gros intestin

- **Caecum**

Sa taille importante, sa forme semi-cylindrique, sa flore bactérienne principalement anaérobie Gram+ en fait une vaste cuve à fermentation. Malgré sa paroi fine, les vitamines synthétisées par sa flore ne sont pas assimilées. La coprophagie est donc nécessaire.

- **Gros intestin**

Le côlon représente 40% de la longueur des intestins (figure 19). Sa muqueuse est semblable à celle du caecum. Rempli de particules alimentaires et de bactéries, il permet grâce à son péristaltisme dualiste entre côlon et caecum la formation de fèces molles qui sont ingérées et de fèces dures qui sont rejetées dans la litière. On ne peut pourtant pas qualifier ses selles molles de caecotrophes car elles sont nettement moins riches en éléments nutritifs que celles du lapin.

Toutefois la coprophagie permet un apport en vitamines B et K, en minéraux comme le fer et le calcium, et permet l'équilibre de la flore intestinale. Elle permet aussi de compléter la digestion de la cellulose.

Le **transit alimentaire est très lent** : les premiers éléments sont éliminés quatre à six heures après le début du repas pour se terminer sept à dix jours plus tard.

3.8/ Particularité concernant la vitamine C

La **déficience du cobaye** en oxydase gluconolactone qui intervient pour transformer le glucose en vitamine C l'empêche de synthétiser la vitamine C ou acide ascorbique. **L'apport de vitamine C est donc essentiel** pour cette espèce dès la naissance. Elle aide notamment à la lutte contre le froid. La vitamine C sera apportée par la mise à disposition de fruits, de légumes, de granulés spécifiquement conçus pour les cobayes et de compléments alimentaires à mettre dans l'eau de boisson.

Une carence, le scorbut, se manifeste par différents signes cliniques : difficultés locomotrices dues à des atteintes musculaires et articulaires, apathie, anorexie, amaigrissement et poil piqué.

Si elle n'est pas comblée, une carence en vitamine C est fatale en 1 mois.

Plusieurs publications se rejoignent pour définir les besoins suivants du cobaye en vitamine C : 20 mg/kg/jour pour un cobaye adulte à l'entretien et 60 mg/kg/jour pour un cobaye en croissance, gestation, lactation ou convalescence.

3.9/ Glandes Annexes

- **Le foie**

Organe post-diaphragmatique le plus crânial, il occupe la plus grande partie de la région sous-costale droite. Les lobes gauches qui sont hypertrophiés le rendent asymétrique. Volumineux et

aplati d'avant en arrière, il présente d'importantes variations individuelles. On distingue sept lobes, différents par leur indépendance d'irrigation et de drainage vis-à-vis des segments voisins : le lobe latéral gauche, le lobe intermédiaire gauche (ou médial gauche), le lobe carré, le lobe intermédiaire droit (ou médial droit), le lobe latéral droit, le lobe caudé et le lobe ou processus papillaire. Ce dernier est dédoublé. Les scissures interlobaires sont profondément marquées.

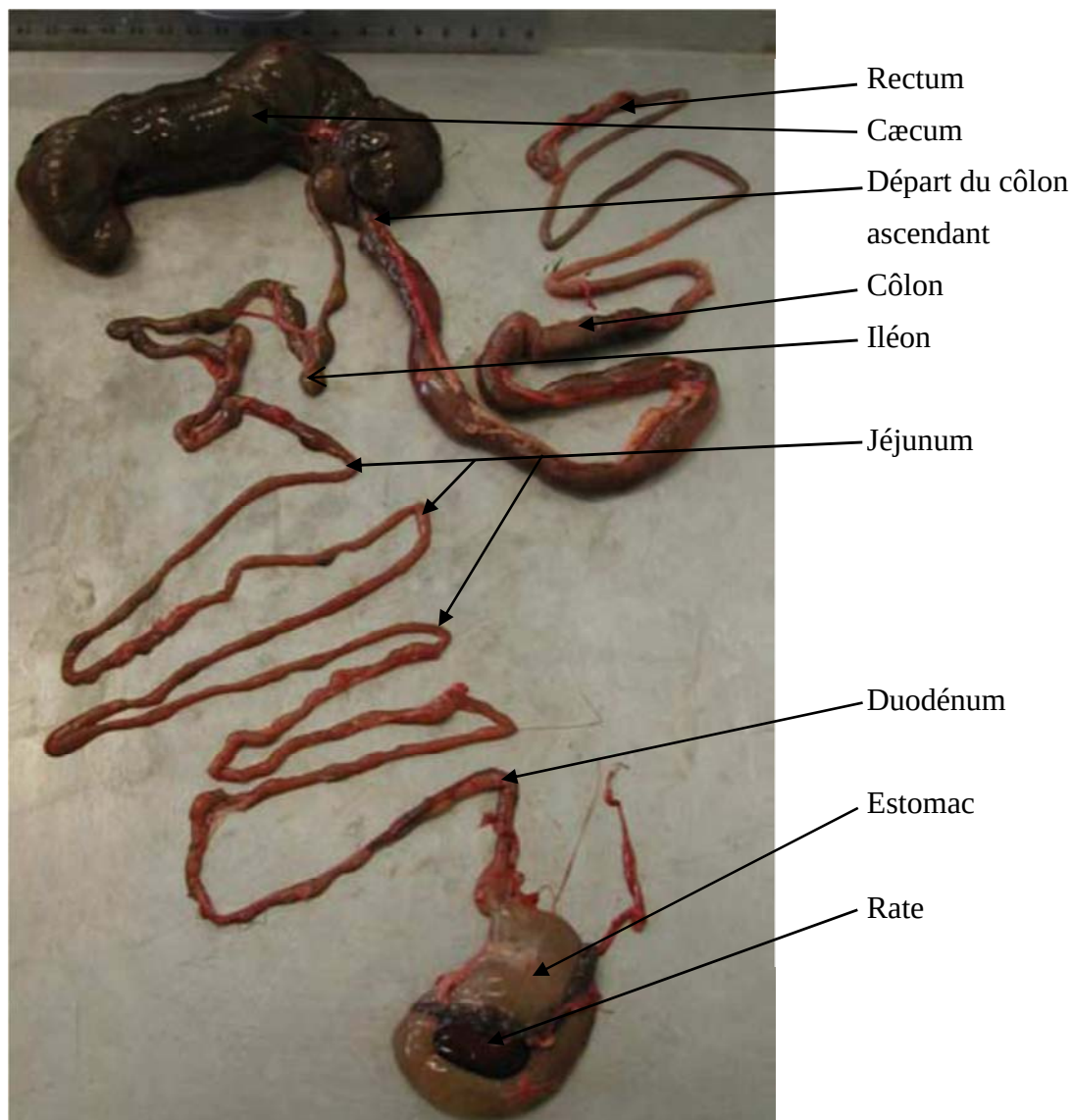
La vésicule biliaire est volumineuse, de la taille d'un petit pois. Elle est soudée au parenchyme hépatique au milieu de la face postérieure du foie. Le canal cystique est rejoint par plusieurs canaux biliaires pour former un canal commun, le canal cholédoque, qui s'ouvre sur le duodénum, tout près du pylore.

- **Le pancréas**

Il est de forme triangulaire, allongé et droit, il est de grande taille. Ses 3 lobes successifs, tête, corps et queue, sont subdivisés en lobules. Il est caractérisé par ses moyens de fixité très lâches ; il est au contact du duodénum, de la rate, de l'estomac, et du foie.

Selon les auteurs, le canal pancréatique, unique, s'abouche dans le duodénum ascendant ou rejoint le canal cholédoque avant son abouchement dans le duodénum crânial (d'après [19]).

Figure 19 : Tube digestif du cobaye présenté après dissection. *D'après [19].*



3.10/ Aspects pathologiques et pratiques

Le cobaye est un gros mangeur et **gaspilleur**, il joue avec ses aliments et a tendance à en mettre partout. Son transit digestif est très long, bien adapté au régime herbivore. Il est coprophage et doit impérativement recevoir l'acide ascorbique qu'il ne peut pas synthétiser.

Chez le cobaye, les **anomalies dentaires** et la **coccidiose** sont les affections digestives les plus souvent rencontrées. Les infections des glandes salivaires à mégalovirus, le météorisme, et les entérites parasitaires, infectieuses ou alimentaires sont également fréquentes.

3.11/ Bibliographie

[4], [6], [9], [19], [26], [30], [32], [42], [44]

4/ LE RAT

Figure 20 : Rat domestique gris (*Rattus norvegicus*).



4.1/ Classification

Rongeur de la famille des Muridés, le rat est un myomorphe (figure 20).

4.2/ Régime alimentaire

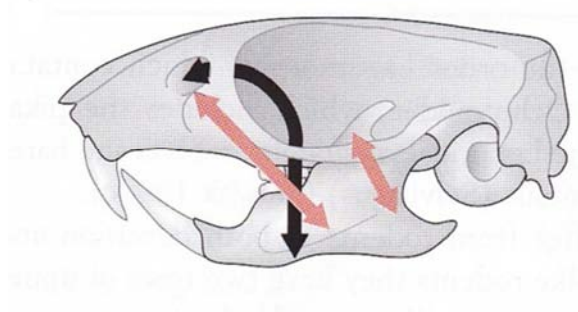
Leur vision étant faible, c'est grâce à un fort sens olfactif et à leurs vibrisses que ces **omnivores** trouvent rapidement leur nourriture : principalement des céréales, mais aussi légumes, fromage, viande... La théobromine du chocolat leur est toxique.

4.3/ Cavité buccale

- **Denture**

Les muscles de la mastication (figure 21) sont très développés. Les joues peuvent être rentrées dans la cavité buccale au niveau du diastème, séparant les incisives du reste de la cavité, pour qu'aucun débris alimentaire n'entre dans le pharynx lorsque l'animal ronge. Sa formule dentaire est **2 (I 1/1 C 0/0 Pm 0/0 M3/3)**. Les incisives, ciselées, sont à croissance continue et donc de grande taille. Les molaires quant à elles ont des racines permanentes et sont localisées tout au fond de la cavité buccale. Les rats n'utiliseront qu'une denture durant leur vie.

Figure 21 : Insertion des muscles masséters médiaux (en noir) et des masséters latéraux (en rouge), principaux muscles de la mastication chez les myomorphes. D'après [9].



L'articulation temporo-mandibulaire mobile facilite les mouvements d'avant en arrière pour ronger.

- **Langue**

La surface dorsale de la langue est dotée caudalement d'un épaissement, le torus lingual, abondamment recouvert de papilles gustatives. On retrouve également des papilles gustatives sur le palais dur et la partie rostrale du palais mou.

Le goût est un sens important et développé chez le rat.

- **Glandes salivaires**

Le rat possède des glandes salivaires majeures (parotide, mandibulaire, sublinguales majeures) et mineures (sublinguale, buccale, palatine et linguale). La digestion des aliments débute dans la cavité buccale car la salive contient une enzyme digestive, l'amylase. L'**amylase salivaire** débute la dégradation de l'amidon, qui est la principale source d'énergie du rat.

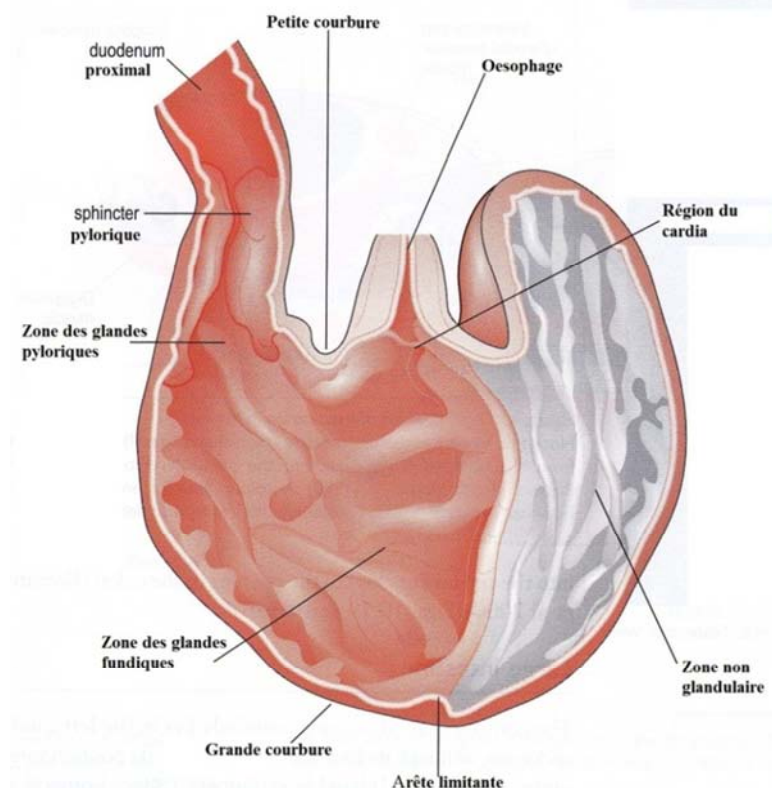
4.4/ Œsophage

L'œsophage est formé d'une musculature squelettique. Il s'abouche dans l'estomac au milieu de la petite courbure, où l'arête limitante empêche le rat de vomir.

4.5/ Estomac

L'estomac est séparé en deux zones par cette **arête limitante** (figure 22). Se distinguent une zone squameuse proximale non-glandulaire et une zone glandulaire distale.

Figure 22 : Estomac du rat. D'après [9].



4.6/ Intestin grêle

Le jéjunum mesure près d'un mètre de long ce qui constitue plus de 90% de la longueur de l'intestin grêle. Il assure l'essentiel de la digestion et de l'absorption des nutriments (figure 23).

Le mésentère est très long, assurant à l'intestin grêle une certaine mobilité. La valvule iléo-caecale est proche de l'ouverture du côlon.

4.7/ Gros intestin

- **Caecum**

Le caecum, assez développé, en forme de virgule, ne possède pas de cloisons comme chez d'autres rongeurs, mais peut être différencié en base, corps et apex. Ses parois sont fines et on peut trouver des tissus lymphoïdes à l'apex, correspondant à l'appendice, situé à gauche.

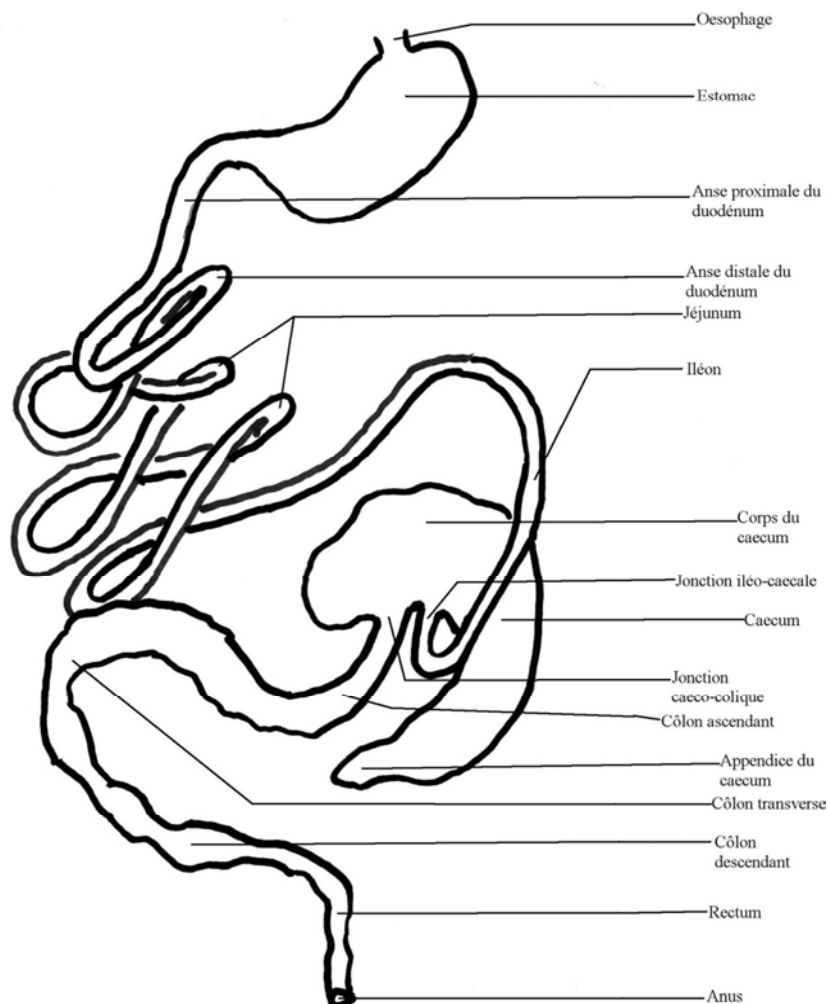
- **Côlon**

Le côlon est classiquement divisé en côlon ascendant, transverse et descendant.

- **Rectum et anus**

Le rectum a une structure classique, il est assez court.

Figure 23 : Tube digestif du rat. *D'après [35].*



4.8/ Glandes annexes

- **Pancréas**

Le pancréas est diffus, extrêmement lobulé.

- **Foie**

Au contact de la cage thoracique, le foie a 5 lobes. Les rats ne possèdent pas de vésicule biliaire, la sécrétion de bile est continue. Les conduits biliaires se rejoignent pour former un conduit hépatique qui passe à travers le pancréas, et devient un canal commun pour les sécrétions biliaires et pancréatiques.

4.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le rat se nourrit fréquemment en petites quantités. Il a des préférences marquées pour certains aliments qu'il choisit avec soin. Son transit digestif est rapide : le temps de transit digestif est de quelques heures, le jeûne est déconseillé. La sécrétion d'une amylase salivaire est adaptée à son régime omnivore contenant beaucoup d'amidon. En effet, les glucides composent 50 à 60% de leur alimentation. Idéalement, ses aliments doivent contenir 20% de protéines pour 5-10% de matière grasse.

Les myomorphes sont assez peu présentés pour problèmes digestifs en consultation. Par contre ils ont une légère tendance à l'obésité. Les malocclusions dentaires des incisives se soignent en coupant les dents, sous anesthésie si besoin. Les diarrhées ont pour origine un changement alimentaire, un parasitisme ou une infection bactérienne et peuvent entraîner un prolapsus du rectum.

4.10/ Bibliographie

[4], [6], [9], [26], [32], [42], [50]

5/ LA SOURIS

Figure 24 : Souris domestique de couleur agouti (*Mus musculus*).



5.1/ Classification

La souris domestique, *Mus musculus*, est un rongeur de la famille des Muridés, myomorphe, facile d'entretien et à élever en groupes (figure 24).

5.2/ Régime alimentaire

La souris est **omnivore** et commensale de l'homme à l'état sauvage. Même si elle a tendance à préférer les céréales, elle mange aussi quelques fruits et un peu de viande. Il convient d'éviter chocolat et épices pour nourrir une souris. Son **métabolisme est rapide** et adapté à sa petite taille. Le régime alimentaire d'une souris contient idéalement assez peu de matière grasse (5-10%) et de protéines (20-25%), mais plus de glucides (50-60%).

5.3/ Cavité buccale

- **Denture**

Les jeunes n'ont pas de dentition déciduale mais directement leur denture adulte. Leurs incisives sont à racines ouvertes et de relative grande taille. La formule dentaire est **2 (I 1/1 C 0/0 Pm 0/0 M 3/3)**. Les incisives inférieures poussent plus vite que les incisives supérieures, elles sont donc plus grandes. L'usure en biseau des incisives les rend tranchantes.

- **Mastication**

Comme chez la majorité des rongeurs, la musculature des joues est très développée et l'ouverture de la bouche limitée.

- **Choix de la nourriture**

Les sens du goût et de l'odorat sont développés chez la souris et lui servent à choisir et trouver sa nourriture.

5.4/ Œsophage

Comme chez le rat, l'œsophage possède une musculature striée squelettique.

5.5/ Estomac

Le vomissement est impossible chez la souris. De ce fait, un jeûne pré-anesthésique est inutile. Il peut même être dangereux car le métabolisme est très rapide chez la souris et un jeûne pourrait facilement entraîner une hypoglycémie.

L'estomac est séparé en deux zones : une portion proximale squameuse non glandulaire et une portion distale glandulaire. Il ressemble à celui du rat.

5.6/ Intestin grêle

Assez long et de structure classique, l'intestin grêle comprend un court duodénum, un long jéjunum et un court iléon. Le mésentère est bien développé rendant les intestins assez mobiles dans l'abdomen.

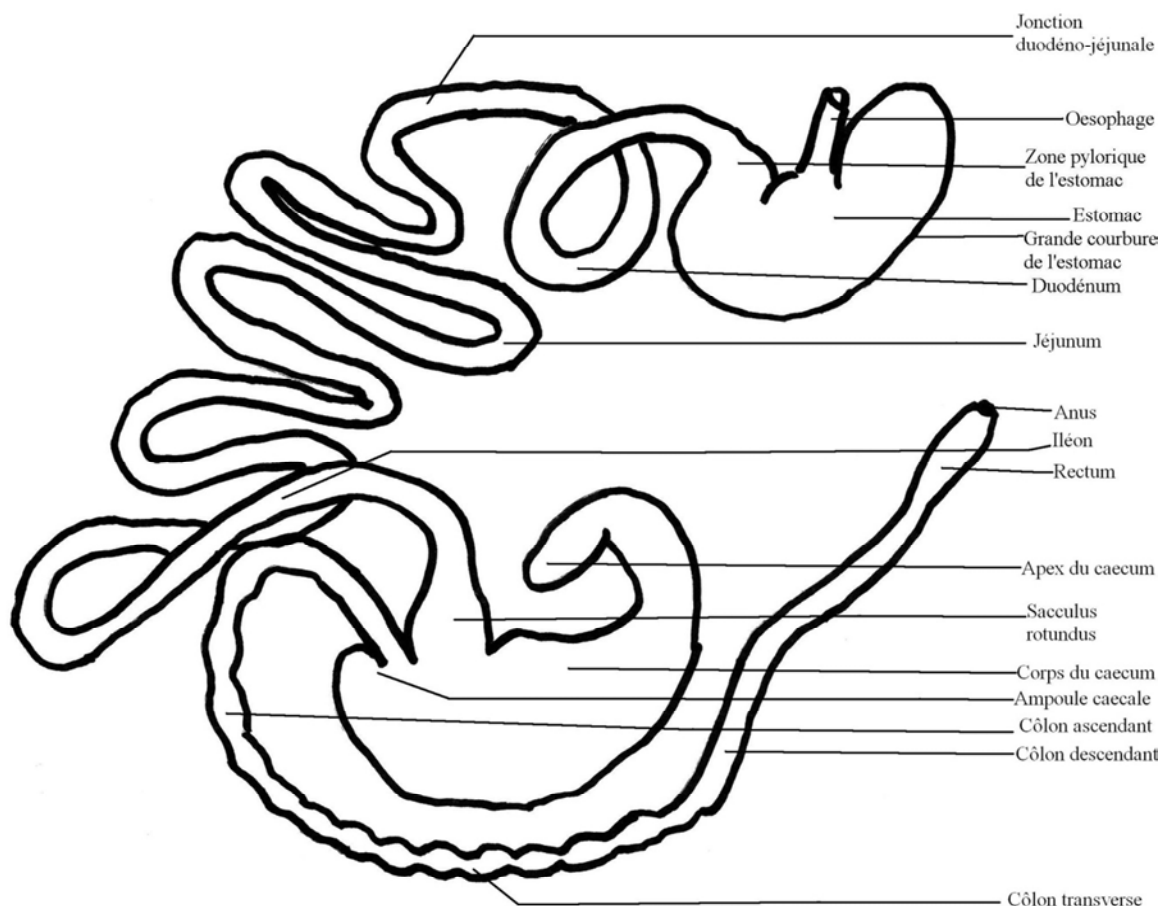
5.7/ Gros intestin

Le caecum est bien développé, mais pas autant que chez les herbivores, sa structure est simple (figure 25).

Côlon et rectum ont une structure et une position anatomique classiques.

La souris est coprophage. L'ingestion d'une partie de ses fèces lui permet d'assimiler d'avantage de vitamines et minéraux essentiels comme les vitamines du groupe B.

Figure 25 : Tube digestif de la souris. *D'après [35].*



5.8/ Glandes annexes

Le foie est bien développé, contre le diaphragme, et possède une vésicule biliaire.

Le pancréas contre le duodénum assume les fonctions endocrines et exocrines classiques.

5.9/ Aspects pathologiques et pratiques

La souris présente de nombreux points communs avec le rat du point de vue digestif. Son transit digestif est très rapide, ses repas fréquents. Elle choisit avec soin ses aliments et a tendance à l'embonpoint si son propriétaire n'y fait pas attention. Son activité étant principalement crépusculaire et nocturne, il est recommandé de la nourrir en fin de journée.

Les souris sont peu présentées pour problèmes digestifs en consultation. Les diarrhées sont le plus souvent d'origine virale, dues à un coronavirus ou au réovirus 3, et très contagieuses. Celles d'origine parasitaire comme la giardiose ou une nématodose, ou celles d'origine bactérienne comme les colibacilloses ou la salmonellose sont plus rares mais peuvent entraîner un prolapsus du rectum.

5.10/ Bibliographie

[4], [6], [9], [26], [32], [42], [50]

6/ LA GERBILLE

Figure 26 : Gerbille de Mongolie domestique (*Meriones unguiculatus*).



6.1/ Classification

La dénomination « gerbille » regroupe plusieurs espèces appartenant à la famille des rongeurs muridés myomorphes (*Gerbillus* et *Meriones*). La gerbille de compagnie la plus rencontrée est la gerbille de Mongolie, c'est donc elle que nous prendrons comme exemple (figure 26).

6.2/ Régime alimentaire

La gerbille est un monogastrique **omnivore**. La plupart des espèces sont à forte tendance herbivore et granivore, certaines complètent leur régime par des insectes ou des petits reptiles.

6.3/ Cavité buccale

Leur formule dentaire est **2 (I 1/1 C 0/0 Pm 0/0 M 3/3)**. Les incisives sont typiques des rongeurs, taillées en biseau. Les muscles de la mastication sont bien développés, sur le modèle myomorphe, limitant les mouvements latéraux des mâchoires et l'ouverture de la bouche.

6.4/ Œsophage

Sa musculature et son rôle sont ceux communs à tous les mammifères.

6.5/ Estomac

Une striction peu marquée sépare l'estomac en deux parties, une glandulaire et une squameuse, comme pour le rat et la souris.

6.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle aux nombreuses villosités est divisé classiquement en duodénum, jéjunum et iléon (figure 27).

6.7/ Gros intestin

Le caecum est relativement petit.

Le côlon, divisé en côlon ascendant, côlon transverse et côlon descendant, et le rectum ont également une structure classique.

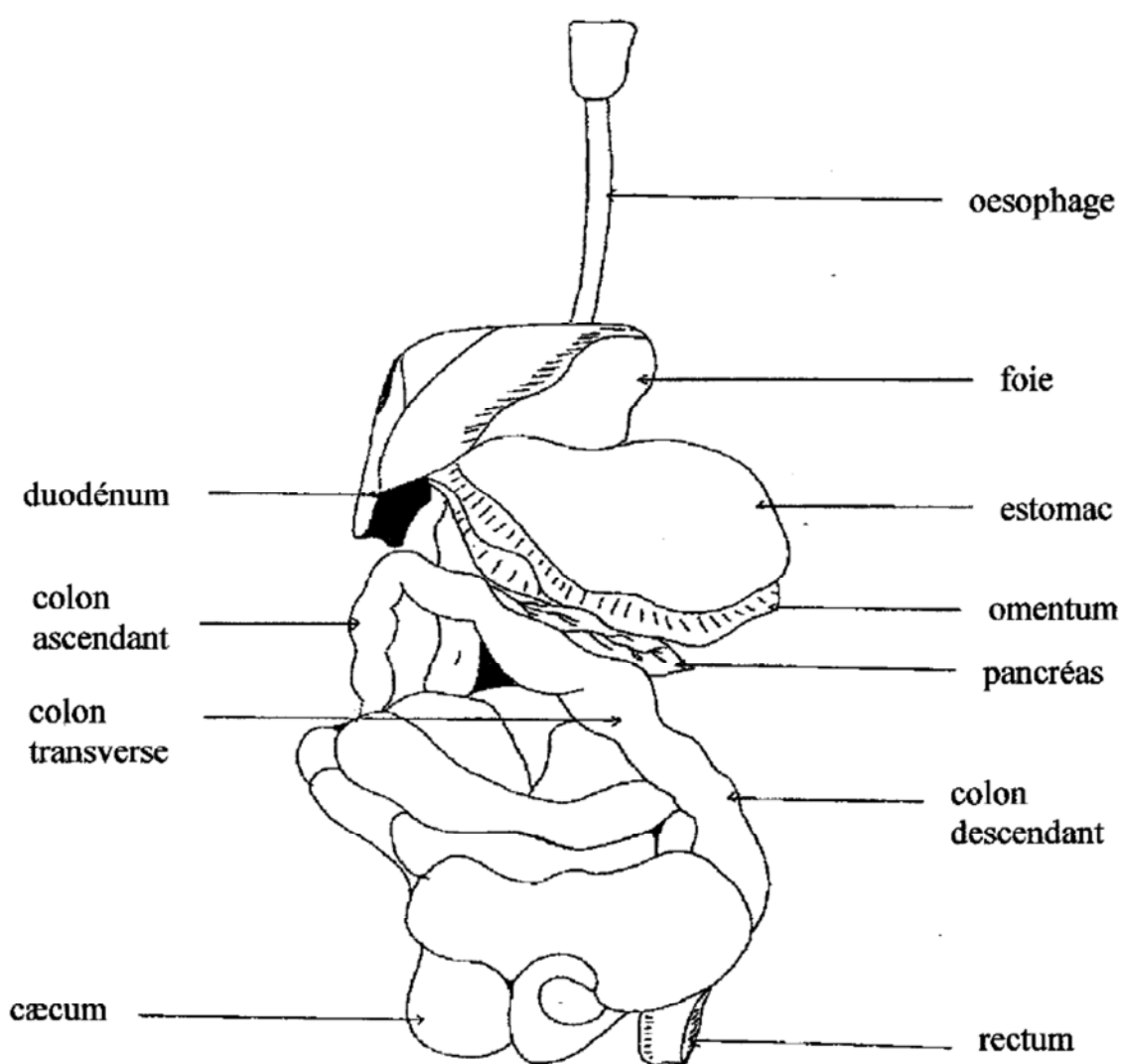
Les gerbilles n'ont pas spontanément recours à la coprophagie si leur régime alimentaire est adapté et à volonté. Ce comportement peut toutefois avoir lieu après un rationnement strict ou en période de lactation.

6.8/ Glandes annexes

Le foie est composé de 5 lobes, et il est situé classiquement entre le diaphragme et l'estomac. Il n'y a pas de vésicule biliaire.

Le pancréas est relativement volumineux et se situe le long du duodénum (figure 27).

Figure 27 : Tube digestif de la gerbille et ses annexes. *D'après [43].*



6.9/ Aspects pathologiques et pratiques

La gerbille est adaptée à son environnement aride d'origine. Ses besoins en eau en plus de l'alimentation sont très faibles. Son régime alimentaire a tendance à varier légèrement selon la saison : elle mangera spontanément plus de fruits et légumes frais aux beaux jours. Il reste encore beaucoup d'inconnues sur les espèces de gerbilles plus rares.

Les gerbilles, comme les autres myomorphes, sont assez peu présentées pour problèmes digestifs en consultation. Elles ont aussi une légère tendance à l'obésité. Les malocclusions dentaires des incisives sont rares et se soignent classiquement. Les diarrhées sont un peu plus fréquentes et ont pour origine un changement alimentaire, un parasitisme ou une infection bactérienne. Elles peuvent entraîner un prolapsus du rectum.

6.10/ Bibliographie

[6], [9], [26], [43], [50]

7/ L'ÉCUREUIL DE CORÉE

Figure 28 : Ecureuil de Corée strié (*Tamias striatus*).



7.1/ Classification

Rongeur sciouromorphe, l'écureuil de Corée est l'écureuil le plus couramment rencontré comme animal de compagnie (figure 28).

7.2/ Régime alimentaire

Vivant naturellement dans les arbres, les écureuils de Corée sont des **omnivores**, même s'ils ont une **tendance herbivore**. Leurs forts sens de l'odorat et du goût leur sont utiles pour repérer et choisir leurs aliments : principalement des graines et des fruits, mais aussi des champignons.

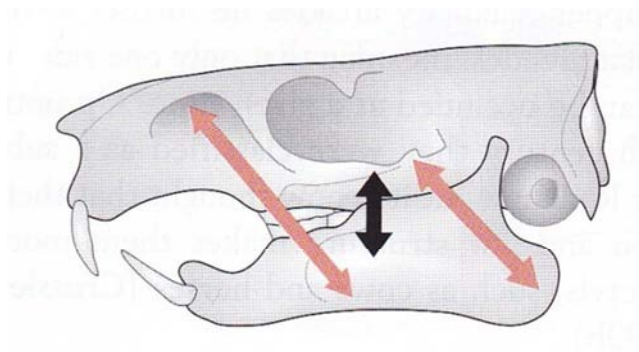
7.3/ Cavité buccale

La formule dentaire de *Tamias striatus* est **2(I 1/1 C0/0 Pm 1/1 M3/3)**, mais *Eutamias sibiricus* possède une paire de prémolaires supérieures en plus. Les incisives sont à croissance continue, taillées en biseau et très profondément insérées dans les gencives : pour les incisives maxillaires au niveau de la moitié du diastème, latéralement ; pour les incisives mandibulaires les couronnes passent sous les dents jugales jusqu'au niveau de la racine distale de la dernière molaire. La croissance des molaires est plus lente, l'usure de leurs couronnes est limitée.

Comme chez tous les rongeurs, les muscles de la mastication, particulièrement les masséters, sont bien développés (figure 29). Ils permettent d'efficaces mouvements d'avant en arrière pour ronger mais les mouvements latéraux de mastication sont assez limités.

L'écureuil de Corée possède de grandes **bajoues extensibles** jusqu'à l'occiput voire les épaules, de même volume que la tête environ, pour stocker et transporter la nourriture jusqu'au nid. Les bajoues servent aussi à transporter les petits en cas de danger. Pour les vider, il appuie dessus avec ses pattes antérieures. Il différencie aliments humides périssables et aliments secs et ne stocke que des produits secs.

Figure 29 : Insertion du muscle masséter médial (en noir) et des masséters latéraux (en rouge) chez les sciurromorphes. D'après [9].



7.4/ Œsophage

Il possède une musculature striée squelettique.

7.5/ Estomac

Les écureuils de Corée sont incapables de vomir, comme beaucoup de rongeurs. La répartition des muqueuses de l'estomac est classique pour un rongeur. Une striction peu marquée le sépare en deux parties : une distale glandulaire et une proximale non-glandulaire.

7.6/ Intestin grêle

Les intestins sont longs, environ 78 cm au total, soit environ 6,5 fois la longueur du corps de l'animal. Le temps de transit est de quelques jours.

Le duodénum en forme de U est assez court, et comprend classiquement une partie ascendante et une partie descendante. Le jéjunum est plus long et l'iléon très court.

Le grand omentum ne recouvre pas la totalité de la masse intestinale, ventralement et latéralement.

7.7/ Gros intestin

Le gros intestin est beaucoup plus long que l'intestin grêle. Le caecum est volumineux aussi, colonisé par une flore spécifique Gram - et Gram +, peu de colibacilles et de clostridies.

Le côlon ascendant est presque aussi long que l'animal lui-même (environ 12 cm). Il est composé de trois anses : proximale, médiale et distale qui forment deux boucles parallèles.

On note la présence de nœuds lymphatiques isolés qui entourent des cavités délimitées par de la muqueuse.

Intestin grêle et côlon ascendant sont localisés dans l'abdomen droit.

7.8/ Glandes annexes

Le foie polylobé est doté d'une vésicule biliaire.

Le pancréas a également une position et les fonctions communes.

7.9/ Aspects pathologiques et pratiques

L'écureuil de Corée, solitaire et territorial, a besoin de place et de hauteur en cage. Il stocke des aliments secs dont il conviendra tout de même de vérifier la fraîcheur régulièrement. Ses stocks pèsent en moyenne 2 kg à l'état sauvage ! Son tractus digestif lui permet de s'adapter à différents habitats arboricoles dans le monde entier.

Les anomalies dentaires, le météorisme et les entérites d'origine généralement bactérienne comme la salmonellose ou la colibacillose sont à l'origine des troubles digestifs les plus fréquents chez les écureuils de Corée. Les entérites peuvent également être liées à un déséquilibre de la flore digestive suite à un changement alimentaire. Une diète suivie d'une réalimentation progressive à l'aide de thé noir dilué et de biscuits seront utiles au rétablissement. Malheureusement les entérites sont d'évolution très rapide et les animaux souvent présentés trop tardivement.

7.10/ Bibliographie

[4], [5], [9], [26], [30]

8/ LE CHIEN DE PRAIRIE

Figure 30 : Chiens de prairie à queue noire sauvages (*Cynomys ludovicianus*). Photo [59].



8.1/ Classification

Rongeur sciuromorphe, son allure de petite marmotte assure au chien de prairie un grand succès. Seul le chien de prairie à queue noire a pu être domestiqué ; c'est lui que nous étudierons ici (figure 30).

8.2/ Régime alimentaire

Le chien de prairie est **essentiellement herbivore** mais doit compléter son régime avec quelques insectes. Les chiens de prairie domestiques ont des préférences alimentaires marquées ce qui laisse supposer un sens du goût important.

8.3/ Cavité buccale

- **Denture**

Sa formule dentaire est 2 (I 1/1 C 0/0 Pm 2/1 M 3/3).

Les incisives sont taillées en biseau, typiques des rongeurs. La première prémolaire supérieure est petite et pointue comme une canine. Les prémolaires et molaires supérieures sont hypsodontes sur leur face interne et brachyodontes sur leur face externe, à l'inverse des prémolaires et molaires inférieures. Les dents jugales supérieures ont donc une croissance vers les joues et les dents jugales inférieures ont une croissance vers la langue, ce qui leur donne la même morphologie que les caviomorphes. Ils sont également susceptibles d'avoir des lésions à l'intérieur des joues ou sur la langue en cas de malocclusion dentaire.

- **Mastication**

Les muscles masticateurs, surtout les masséters, sont bien développés, mais les mouvements latéraux de mastication ainsi que l'ouverture de la bouche sont limités.

Le chien de prairie possède deux bajoues peu développées, sous la peau, latéralement aux muscles masséters.

- **Glandes salivaires**

Trois paires de glandes salivaires sont présentes :

- les glandes parotides se situent sous le conduit de l'oreille, recouvrant en partie la région scapulaire. Elles sont dotées d'un long canal.

- les glandes sous-maxillaires sont larges et compactes. Leurs canaux sont superficiels sous la langue.
- les glandes sublinguales sont longues, ovales et étroites. Elles se situent de chaque côté entre la langue en face ventro-latérale et les dents.

8.4/ Œsophage

L'œsophage possède une musculature squelettique. Il s'abouche dans l'estomac sur la petite courbure.

8.5/ Estomac

L'estomac a presque une forme de cercle du cardia au pylore. Sa grande courbure correspond au côté gauche et est pourvue de larges et épaisses glandes fundiques. Sa petite courbure, correspondant au côté droit, est plus épaisse et musculeuse. La rate s'enroule autour de la grande courbure de l'estomac.

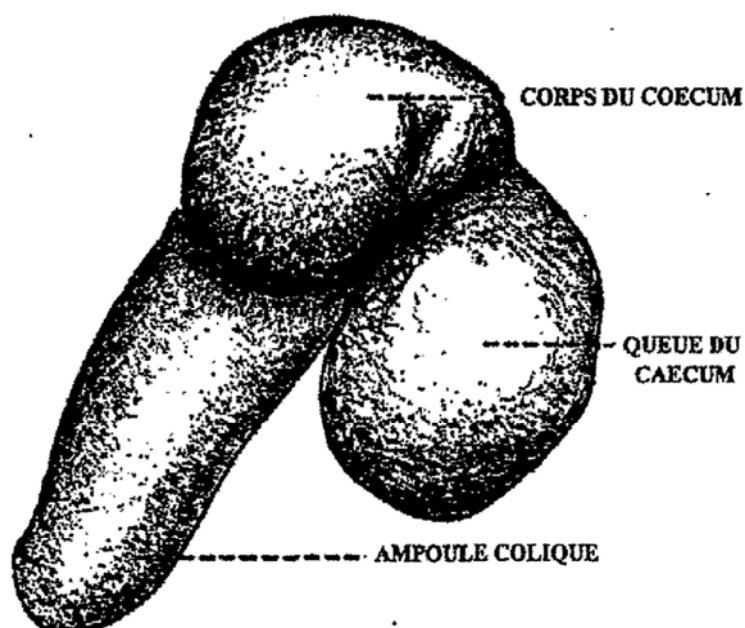
8.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle, en position et aux fonctions classiques, ne présente pas de distinction anatomique entre le jéjunum et l'iléon. Les deux tiers de la valvule iléo-caecale sont entourés de plis.

8.7/ Gros intestin

Le caecum est bien développé, divisé en ampoule, corps et queue (figure 31). Des plis à la base de l'ampoule forment la valvule iléo-caecale.

Figure 31 : Vue ventrale du caecum. *D'après [17].*



Côlon ascendant, côlon transverse, côlon descendant, et rectum ont une disposition classique.

8.8/ Glandes annexes

Le foie a quatre lobes : gauche, droit, caudal et médian. Le plus grand des deux lobules du lobe médian abrite la vésicule biliaire. Des études ont été menées sur cet animal pour mieux comprendre les calculs biliaires humains car il y est très sensible.

Pancréas et rate sont côte à côte à gauche de l'estomac.

8.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le chien de prairie a un tube digestif bien adapté à son régime herbivore riche en cellulose et en éléments grossiers présents dans son habitat d'origine.

Encore très peu d'études ont été réalisées sur les chiens de prairie de compagnie alors que leurs affections sont différentes des chiens de prairie sauvages. D'après [17], les problèmes digestifs principalement rencontrés chez le chien de prairie domestique sont des diarrhées, des obstructions dues à des bouchons de copeaux ou d'ordre dentaire lors de dent cassée ou d'infection dentaire. Comme chez les autres rongeurs, une insuffisance de fibres dans le régime alimentaire entraîne une stase gastrique. Les chiens de prairie ont tendance à ronger tout ce qu'ils trouvent et sont de ce fait susceptibles d'être facilement intoxiqués.

8.10/ Bibliographie

[7], [9], [17], [26], [30]

9/ LE CHINCHILLA

Figure 32 : Chinchilla domestique issu du croisement progressif de chinchillas sauvages *Chinchilla brevicauda* et *Chinchilla lanigera*.



9.1/ Classification

Originaire des hauts plateaux andins, ce rongeur appartient à l'ordre des caviomorphes, et à la famille des chinchillidés. Le chinchilla domestique est le résultat du croisement entre les deux espèces de chinchillas sauvages, *C. brevicauda* et *C. lanigera*, et d'un long processus de sélection (figure 32).

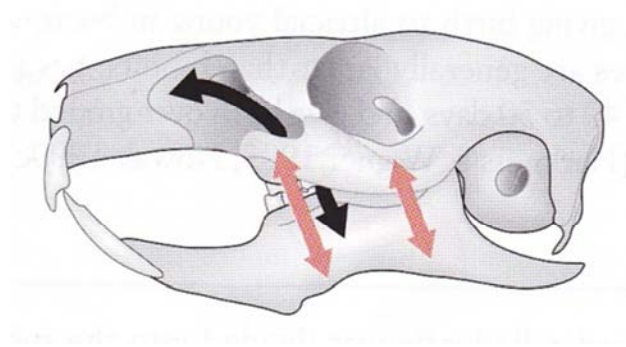
9.2/ Régime alimentaire

Les chinchillas sont des **herbivores stricts** et leur tube digestif est particulièrement adapté à la digestion d'aliments riches en cellulose. Cet animal est très sensible aux météorisations et intoxications. Il faut donc bien laver les fruits et légumes, et ne pas donner d'amandes contenant de l'acide cyanhydrique toxique.

9.3/ Cavité buccale

Ses caractéristiques anatomo-physiologiques sont comparables à celles du cobaye, un autre caviomorphe (figure 33). Les incisives et les molaires sont à racine ouverte et croissance continue. Les incisives sont taillées en biseau, caractéristique commune aux rongeurs. Sa formule dentaire est **2 (I 1/1 C 0/0 Pm 1/1 M 3/3)**.

Figure 33 : Muscles masséters latéraux (rouge) et médial (noir), muscles principaux de la mastication chez les caviomorphes. *D'après [9].*



9.4/ Œsophage et estomac

L'œsophage est de structure classique. L'estomac a une faible contenance.

9.5/ Intestin grêle

Le duodénum est court, alors que le jéuno-iléon prend beaucoup de place dans la cavité abdominale. Chez le chinchilla comme chez la plupart des rongeurs, l'intestin grêle est long, et comme chez beaucoup d'herbivores, il est tout de même moins long que le gros intestin.

9.6/ Gros intestin

Le gros intestin est très développé. Le caecum est vaste et palpable en région ventrale de l'abdomen. Le côlon est divisé en côlon proximal et côlon distal par une courbure à 180° qui lui donne une forme de U. La partie proximale est sacculée au contraire de la partie distale.

L'équilibre de la flore du caecum et du côlon, riche en Lactobacilles et Bactéroïdes, est primordial, le chinchilla est très sensible à toute modification de sa flore digestive.

Le chinchilla est coprophage, ce qui lui permet une réabsorption de certains nutriments comme des vitamines B et K ou des protéines.

L'excrétion fécale est extrêmement fréquente et a lieu **majoritairement la nuit**. Le jour, une tonicité accrue du côlon distal et le peu d'activité diminueraient l'excrétion fécale. De plus le taux d'humidité et le poids des fèces a tendance à augmenter pendant les périodes d'excrétions nocturnes.

Des études ont montré que le temps de transit digestif n'était pas influencé par la nature des fibres du régime alimentaire au contraire d'autres herbivores. Le taux de fibres doit par contre être suffisant, sinon le transit digestif ralentit ce qui cause une constipation. S'il reste dans une large fourchette acceptable avec entre 14 et 21% environ de fibres dans la ration quotidienne, le temps de transit intestinal reste stable.

Lors de tout **changement alimentaire**, d'autant plus si celui-ci est brusque, le chinchilla passe par une période où il mange moins, quel que soit le taux de fibres des aliments utilisés. Il convient donc d'être extrêmement **prudent** pour éviter tout trouble digestif.

9.7/ Glandes annexes

Le foie et le pancréas ont des positions et des fonctions communes. Les problèmes hépatiques comme la lipidose hépatique sont assez fréquents chez les chinchillas.

9.8/ Aspects pathologiques et pratiques

Le chinchilla est bien adapté à son régime herbivore avec son transit intestinal très lent, de plusieurs jours, mais il est très sensible aux troubles digestifs et il faut être particulièrement vigilant avec son alimentation.

Un météorisme, surtout au printemps lorsque, plein de verdure, l'estomac grossit trop, est vite arrivé. Entérites infectieuses ou alimentaires et constipation peuvent entraîner un prolapsus du rectum.

9.9/ Bibliographie

[4], [9], [26], [30], [32], [37]

10/ LES HAMSTERS

Figure 34 : Hamster doré domestique (*Mesocricetus auratus*).



10.1/ Classification

Apprécié des enfants, le hamster est un rongeur de la famille des myomorphes (figure 34). Il en existe plusieurs races : hamster doré, hamster russe, hamster de Roborovski,...

10.2/ Régime alimentaire

Les hamsters sont **omnivores avec une forte tendance granivore**. Ayant une activité principalement nocturne, ils vont généralement manger au crépuscule. Leurs aliments doivent être appétants car leur odorat est très développé.

10.3/ Cavité buccale

- **Denture**

Sa formule dentaire est 2 (**I 1/1 C 0/0 Pm 0/0 M 3/3**). Ses incisives en biseau sont à racines ouvertes et croissance continue, les molaires sont à racines fermées. Les hamsters n'ont pas de dentition lactéale mais directement une denture définitive avec une éruption progressive entre 8 et 35 jours de vie : leur denture est donc appelée monophyodonte. Le diastème est plus long sur le maxillaire que sur la mandibule. La symphyse mandibulaire peut ne pas se souder. Les molaires possèdent 2 rangs longitudinaux parallèles au niveau de la couronne contrairement aux rats et aux souris qui en ont trois. Les couronnes des molaires peuvent retenir de la nourriture, ce qui rend les hamsters sensibles aux caries dentaires.

- **Langue**

La langue est bien développée et très mobile, avec un petit os hyoïde à sa base bombée.

On rencontre quatre types différents de papilles sur la langue : filiformes, fongiformes, foliacées et circumvallées.

- **Bajoues**

Le hamster a la particularité de stocker une grande quantité de nourriture dans ses **bajoues** (figure 35), qui sont des évaginations **extrêmement extensibles** de la muqueuse buccale latérale, de la bouche jusqu'au niveau de la scapula. Richement vascularisées, transparentes et réversibles, elles recouvrent muscles et glande parotide lorsqu'elles sont pleines et ne sont pas reliées au réseau lymphatique. Celles-ci sont donc étudiées pour diminuer les rejets de greffes.

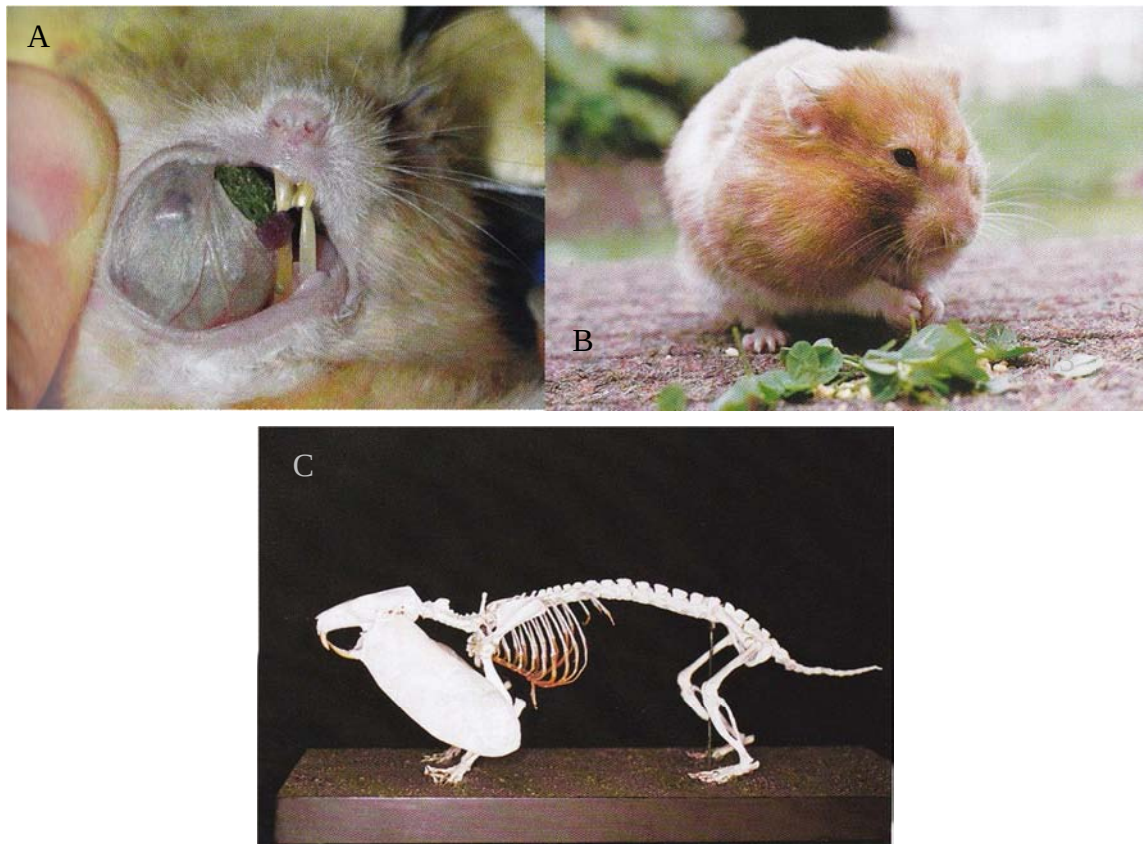
Les bajoues servent à transporter des réserves de nourriture dans le nid ou même parfois les petits si la femelle se sent menacée. Le hamster réalise la vidange de ses bajoues en les massant d'arrière en avant. Le hamster est sensible à l'**impaction** d'aliments dans ses bajoues s'ils y restent trop longtemps ou en cas de malocclusion dentaire. Les réserves de nourriture doivent également être inspectées régulièrement même si le hamster peut ne pas apprécier, surtout s'il dort à côté. Les aliments qui commencent à fermenter doivent être retirés avant d'être source d'infection digestive.

Figure 35 : Bajoues de hamster. D'après [4] et [14].

A : Hamster aux bajoues pleines, lèvres écartées

B : Hamster aux bajoues pleines, en place

C : Squelette de hamster, bajoues en résine pour montrer leur étendue lorsqu'elles sont pleines



- **Glandes salivaires**

Il y a trois paires de glandes salivaires majeures : les submaxillaires, les parotides, et les sublinguales.

10.4/ Œsophage

L'œsophage est recouvert d'un épithélium squameux kératinisé. Il s'abouche près de la striction stomacale qui divise l'estomac en deux parties.

10.5/ Estomac

Le hamster est un digastrique, et les deux parties de l'estomac sont :

- Un **préestomac** : partie proximale de l'estomac, c'est une continuation anatomique de l'œsophage. Sa structure est squameuse avec une épaisse paroi musculaire semblable à un rumen sans papilles ruminales et il est le siège de fermentations bactériennes acides avec formation d'acides gras volatiles.

Les aliments ne restant qu'environ une heure dans ce pré-estomac, on peut en déduire que ce n'est pas le principal lieu de fermentation des aliments et que son rôle est mineur.

- Une partie distale ou **estomac proprement dit**, de structure glandulaire muqueuse, semblable à l'estomac des monogastriques. Le pH y est plus acide que dans le pré-estomac, on peut en déduire qu'il n'y a pas de mélange de nourriture entre les deux parties de l'estomac.

La striction stomacale, sorte de sphincter musculueux, aurait un rôle dans la régulation du passage des aliments d'une partie à l'autre de l'estomac.

Le cardia et le pylore de l'estomac sont très proches l'un de l'autre, ce qui rend le vomissement impossible chez le hamster.

10.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle comprend un duodénum, un long jéjunum et un court iléon. L'intestin grêle mesurant environ 90 centimètres, le hamster est sensible aux infections digestives.

10.7/ Gros intestin

La flore intestinale est composée de germes anaérobies d'origine caecale en grande quantité mais aussi de quelques colibacilles.

Le **caecum est volumineux** et fonctionnel (figure 36). La présence de sacculles le divise en une portion apicale et une portion basale. C'est le siège de la digestion de la cellulose, ce qui confère au caecum un rôle majeur dans la fermentation des aliments.

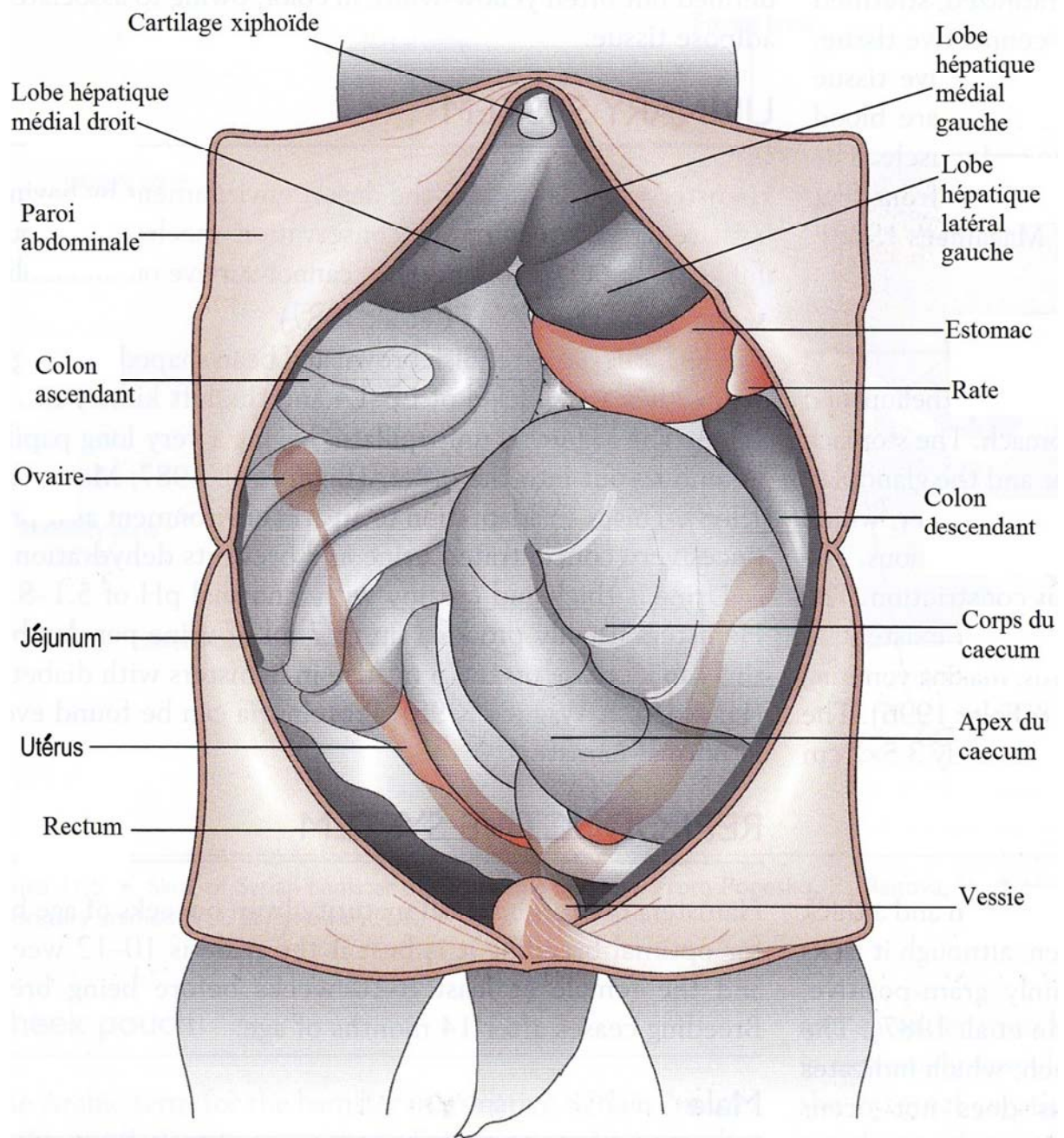
Le hamster pratique la coprophagie mais n'excrète pas de caecotrophes vrais. Son système digestif peut ainsi assimiler 80% de l'énergie métabolisable ingérée.

10.8/ Glandes annexes

Le foie a quatre lobes et possède une vésicule biliaire au niveau du lobe ventral médian.

Le pancréas est bien différencié mais associé au tissu adipeux environnant.

Figure 36 : Anatomie viscérale d'un hamster femelle, organes en place. D'après [50].



10.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le hamster, à activité nocturne, possède d'impressionnantes bajoues. Les aliments qu'il y stocke ainsi que dans son nid, risquent facilement de se gâter et sont à surveiller car principale source d'infections intestinales. Son tube digestif au long transit est bien adapté à la digestion d'aliments riches en cellulose.

Les trichobézoars sont assez fréquents chez le hamster. A l'autopsie, un foie polykystique est régulièrement observé. Les entérites parasitaires comme la coccidiose, bactériennes ou alimentaires peuvent entraîner un prolapsus du rectum.

10.10/ Bibliographie

[4], [6], [9], [14], [26], [32], [42], [50]

REPTILES

Chez les reptiles, ectothermes, la température joue un rôle primordial sur le métabolisme. On peut notamment observer qu'en dessous d'une certaine température, les reptiles ne digèrent pas.

Les reptiles sont fortement dépendants de leur environnement. Leurs besoins nutritionnels et leur temps de transit intestinal sont difficiles à calculer et ils varient beaucoup selon l'espèce. La température ambiante a également une forte influence sur la prise alimentaire. De plus une longue période de jeûne peut être tout à fait normale.

Enfin les reptiles ont un métabolisme de base plus réduit que les mammifères à taille égale, et variable selon leur taille et leur mode de prédation. Chez les prédateurs passifs la différence entre le métabolisme basal au repos et le métabolisme lors de la digestion est très important, il l'est moins chez les prédateurs actifs.

11/ LES SERPENTS

Figure 37 : *Boa constrictor* en captivité. Photo [60].



11.1/ Classification

Les serpents sont des reptiles sans membres, au corps cylindrique allongé et à la queue courte (figure 37). Ce sous-ordre de la classification animale regroupe de nombreuses espèces.

11.2/ Régime alimentaire

Les serpents sont **carnivores**, se nourrissant de proies entières de préférence vivantes lorsqu'ils sont en captivité. L'organe voméronasal du serpent a un rôle important dans le choix de la proie grâce à une fonction chémoréceptrice par l'organe de Jacobson. Il permet par exemple au serpent de chasser la souris qu'il vient de mordre plutôt qu'une autre proie.

11.3/ Cavité buccale

- **Mâchoires**

Les mâchoires des serpents possèdent plusieurs particularités leur permettant d'avaler aisément de grosses proies :

- Les serpents peuvent **désarticuler leur mâchoire inférieure** par rapport à leur crâne grâce à l'os carré (figure 38) ;
- Les mâchoires inférieure et supérieure peuvent être bougées **indépendamment** l'une de l'autre ;
- La mâchoire inférieure est composée de **deux hémi-mandibules** qui ne sont pas soudées.

- **Denture**

Les espèces principalement rencontrées possèdent **six rangs de dents au total** : un sur chaque hémi-mandibule, et deux sur chaque hémi-maxillaire. Les dents sont régulièrement remplacées tout au long de la vie et ne sont pas toujours différenciées (figure 38). Les dents sont rattachées sur la

face interne de la mandibule, les serpents sont **pleurodonte**s. Le venin chez les espèces venimeuses est injecté à travers les dents (figure 39).

Les proies sont avalées sans être mastiquées, les dents ne servant qu'à leur préhension. Les dents sont **orientées caudalement** ce qui empêche la fuite de la proie.

Figure 38 : Crâne d'un serpent, dents non spécialisées (un seul rang montré), modèle aglyphe, comme les boïdés. D'après [33] et [45].

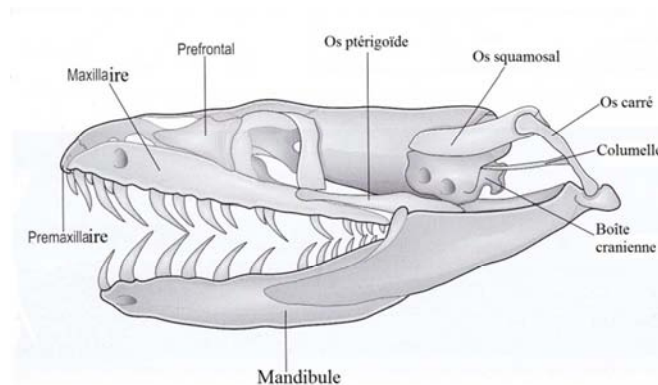
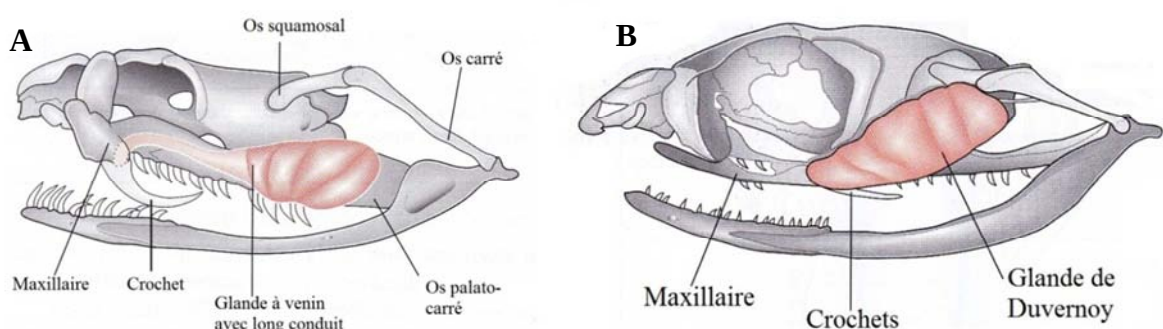


Figure 39 : Les dents spécialisées et leur relation avec les glandes salivaires transformées en glandes venimeuses. D'après [33] et [45].

A : Chez les proteroglyphes comme les élaphes, les crochets canaliculés fixes sont rostraux. Il existe un autre type de denture spécialisée chez les solénoglyphes comme les crotales, dont les crochets rostraux sont mobiles et à gouttière fermée. Les crochets des solénoglyphes épousent la forme du palais au repos et sont projetés vers l'avant lors d'une attaque ce qui rend ces serpents très dangereux.

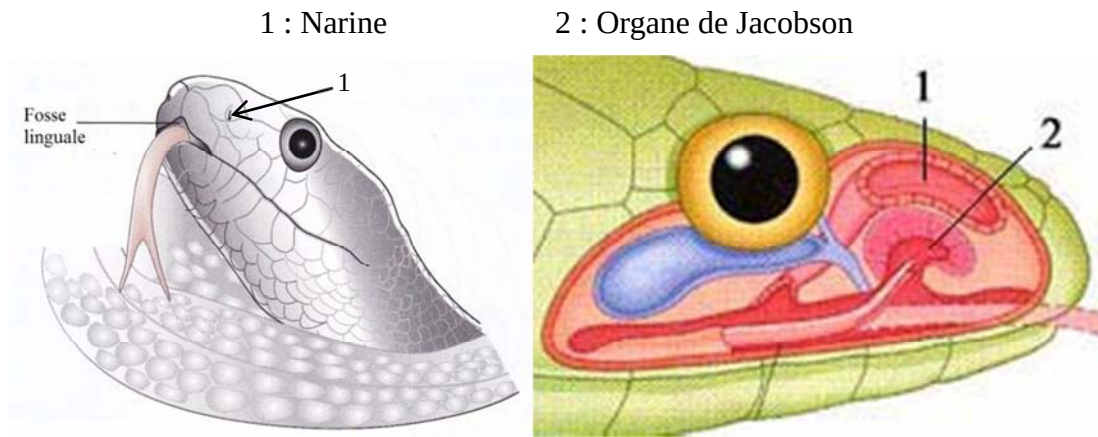
B : Chez les opistoglyphes comme la vipère aspic, les crochets canaliculés sont caudaux. Le venin se mélange alors à la salive alors que la proie est déjà en partie avalée. Chez les opisthodontes comme certaines couleuvres, les crochets à venin postérieurs ne possèdent pas de canalicule.



• Langue

La langue est bifide, fine et très mobile. Elle peut sortir à travers la fosse linguale sans que le serpent n'ouvre la gueule (figure 40). Elle sert à l'olfaction via l'organe de Jacobson, au toucher et au goût (figure 40).

Figure 40 : Fosse linguale et organe de Jacobson. D'après [45].

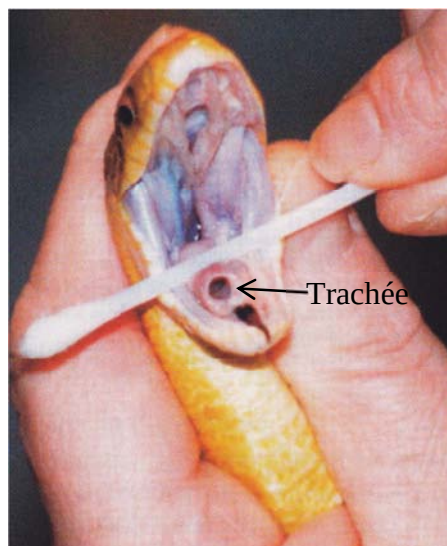


- **Glandes salivaires**

Des glandes salivaires palatines, linguales, sub-linguales et labiales sécrètent une large quantité de mucus dans la cavité buccale afin de lubrifier et d'humidifier les aliments. Les glandes venimeuses sont souvent des glandes labiales modifiées. Le venin a parfois un rôle important pour la digestion des aliments lorsqu'il est composé d'enzymes protéolytiques.

Il n'y a pas de séparation anatomique entre le début des voies respiratoires et la cavité buccale. La trachée est mobile et déformable, les anneaux trachéaux cartilagineux étant incomplets, et elle peut être étendue en dehors de la bouche, ce qui permet aux serpents de respirer alors qu'ils avalent une grosse proie (figure 41).

Figure 41 : *Elaphe obsoleta* (couleuvre obscure) gueule ouverte, montrant sa trachée mobile. D'après [41].



11.4/ Œsophage

En plus de l'acheminement du bol alimentaire vers l'estomac, facilité par des sécrétions muqueuses et la musculature axiale, l'œsophage peut également permettre un stockage du bol alimentaire, l'estomac risquant d'être trop petit pour la proie entière. Ceci permet une autolyse de la proie et, dans le cas de proies envenimées, la perte d'action des enzymes du venin. L'œsophage est aussi très extensible.

11.5/ Estomac

Le sphincter cardinal de l'estomac est peu développé. Les régurgitations sont possibles. L'estomac des serpents a une capacité considérable à se dilater et il n'y a pas de distinction anatomique entre l'estomac et l'œsophage. La muqueuse de l'estomac est seulement un peu plus glandulaire.

La digestion est assez rapide, mais l'absorption des nutriments est beaucoup plus lente.

Des contractions dans l'estomac permettent une digestion mécanique. La présence de gastrolithes dans l'estomac est accidentelle. Les sécrétions acide et enzymatiques comme des protéases de l'estomac entraînent le début de la digestion chimique. Les sécrétions de la muqueuse gastrique tuent également la plupart des bactéries ingérées avec la nourriture.

11.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle n'est pas clairement divisé en duodénum, jéjunum et iléon, mais sa fonction est la même : arrivée des enzymes pancréatiques, de la bile, sécrétion d'enzymes par l'épithélium assurant la digestion et l'absorption des aliments (figure 42). Un système veineux hépatoporte relie également les intestins au foie.

Sa muqueuse s'atrophie durant les longues périodes de jeûne du serpent, mais se développe en quelques heures en présence de nourriture.

11.7/ Gros intestin

Le caecum n'est pas distinct.

Le gros intestin est relativement droit. Le côlon est séparé du cloaque par un repli distinct.

Le cloaque est linéaire, divisé en 3 sections par des replis muqueux.

11.8/ Glandes annexes

- **Foie**

Le foie est de forme allongée, formé de deux à trois lobes. Les prises alimentaires étant plus ou moins fréquentes, une vésicule biliaire est indispensable à la digestion des lipides.

Le foie assure également ses fonctions de carrefour des grandes voies de biosynthèses : dans le métabolisme du glycogène, des protéines, la détoxification par le début de la formation d'acide urique par exemple pour les espèces uricothèles concernées, l'activation partielle de la vitamine D, etc....

Le foie stocke aussi de l'énergie, utilisée lors de l'hibernation ou la reproduction.

- **Pancréas**

Le pancréas, de forme arrondie, a également des fonctions endocrines et exocrines, mais il est souvent fusionné avec la rate. Le pancréas exocrine produit essentiellement des enzymes digestives adaptées au régime alimentaire et des sécrétions alcalines neutralisant l'acidité gastrique. Le pancréas endocrine sécrète insuline et glucagon qui agissent comme chez les mammifères.

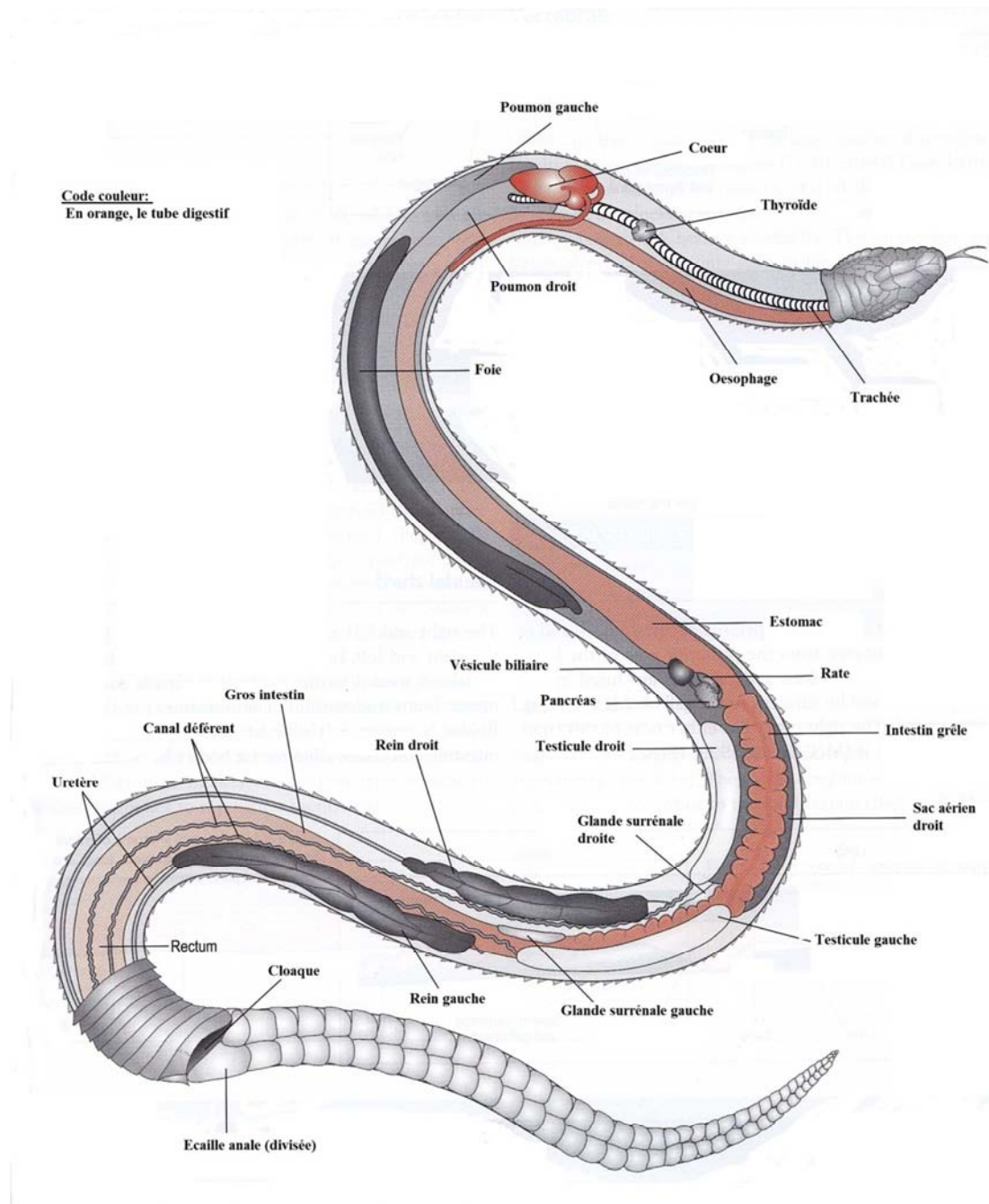
11.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Les serpents sont dotés d'un appareil digestif plutôt simple mais **très efficace** pour la digestion de leur régime carnivore sous forme de proies entières. Leurs méthodes de chasse et leur

facilité à avaler leurs proies sont particulièrement impressionnantes. Les serpents avalent de grande quantité de nourriture à la fois et peuvent ensuite jeûner pendant plusieurs semaines ou mois. Leur temps de transit peut ainsi être très long. **L'environnement a une grande importance**, particulièrement la température, comme chez tous les reptiles. Si la température extérieure est trop faible, les serpents régurgiteront leur proie car ils ne pourront pas la digérer, les enzymes digestives n'étant pas actives.

Une anorexie est un motif fréquent de consultation. Elle peut être causée par une stomatite, une obstruction intestinale, de la constipation, du parasitisme ou assez souvent un environnement ou une proie non adaptés. Régurgitations et diarrhée sont également rencontrées.

Figure 42 : Anatomie viscérale d'un serpent mâle. *D'après [45].*



11.10/ Bibliographie

[3], [11], [16], [21], [34], [45], [57]

12/ LES GECKOS

Figure 43 A: Gecko gecko (*Gecko tokay*). Photo [61].

B : Gecko léopard (*Eublepharis macularius*). Photo [62].



12.1/ Classification

Les reptiles communément appelés geckos appartiennent au sous-ordre des Gekkotas, ce terme englobe donc plusieurs familles comme les geckonidés et eublepharidés.

12.2/ Régime alimentaire

Insectivores, les geckos comme le Gecko gecko et le Gecko léopard ont besoin d'une enzyme chitinolytique, la chitinase, pour digérer l'exosquelette très dur en chitine des insectes (figure 43). Le temps de digestion dépend de la dureté de l'exosquelette. Le gecko léopard a une activité **nocturne** et se nourrit donc au crépuscule.

12.3/ Cavité buccale

- **Langue**

La langue est mobile et protrusive, elle sert non seulement à laper et avaler la nourriture mais aussi à l'odorat en apportant des particules olfactives à l'organe de Jacobson. Le gecko léopard peut même nettoyer ses yeux à l'aide de sa langue après un repas. Les papilles gustatives sont peu développées. La langue a parfois une forme légèrement bilobée.

- **Dentures**

Les geckos sont pleurodontes, c'est-à-dire que les dents sont petites, fixées sur la face interne des mâchoires et remplacées rapidement lorsqu'elles tombent (figure 44).

Figure 44 : Représentation de dents de pleurodonte. D'après [18].



12.4/ Œsophage

L'œsophage est court, à paroi fine, il est donc fragile.

Sa musculature est classique avec des replis longitudinaux permettant une expansion latérale. L'épithélium cilié à cellules acineuses de l'œsophage sécrète du mucus.

12.5/ Estomac

L'œsophage s'ouvre sur un estomac tubulaire simple sécrétant de l'acide chlorhydrique.

12.6/ Intestins

L'intestin grêle et le côlon sont courts et simples. Le caecum et la flore digestive sont peu développés.

12.7/ Glandes annexes

Le foie bilobé comprend généralement une vésicule biliaire. Le pancréas est très développé et trilobé. Un lobe se situe autour du canal biliaire principal, un autre le long de l'intestin grêle et le dernier contre l'estomac. C'est le pancréas qui sécrète la chitinase nécessaire à la digestion des insectes.

12.8/ Aspects pathologiques et pratiques

Les geckos ont un appareil digestif simple mais possèdent des enzymes spécifiques leur permettant de digérer correctement les insectes qu'ils chassent. Leurs propriétaires doivent faire attention à ce qu'ils ne manquent pas de vitamines A, D et E compte tenu de leur régime alimentaire sans en donner en excès. Pour une bonne digestion, les conditions environnementales doivent être contrôlées et adaptées à l'espèce. Les animaux seront nourris à la tombée de la nuit pour respecter leurs mœurs nocturnes. Les espèces de geckos diurnes sont rares en France.

Les diarrhées sont assez fréquentes comme motif de consultation, et sont le plus souvent d'origine alimentaire dues par exemple à des insectes morts, longue conservation, du commerce. Les coccidioses sont possibles, pouvant entraîner un prolapsus rectal.

Une obstruction intestinale est vite arrivée, par exemple si le gecko ingère trop de sable du terrarium ou si la proie qui ne doit pas dépasser la taille des trois quarts de la tête de l'animal est trop grosse.

Le régime insectivore des geckos les prédispose également à une ostéodystrophie due à un déséquilibre phosphocalcique par défaut de calcium.

12.9/ Bibliographie

[3], [11], [16], [18], [24], [34], [39], [49]

13/ LES IGUANES

Figure 45 : Iguane vert en captivité (*Iguana iguana*). Photo [63].



13.1/ Classification

Le terme d'iguane désigne les reptiles de la famille des iguanidés. Nous prendrons l'exemple de l'iguane vert, l'iguane le plus commun en France (figure 45).

13.2/ Régime alimentaire

Reptile herbivore, il possède un « bec » semblable à celui des oiseaux, indispensable à la préhension des aliments. Il boit en léchant des gouttes d'eau sur les feuilles et la nourriture.

13.3/ Cavité buccale

- **Langue**

La langue est comparable à celle de la majorité des lézards comme les geckos. A noter que le bout de la langue des iguanes verts est naturellement d'un rose plus foncé que le reste de la langue.

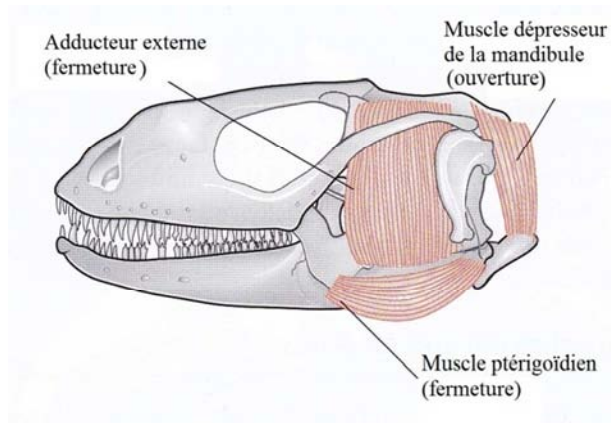
- **Denture**

Les Iguanidés sont des pleurodontes comme montré sur la figure 44. Les dents sont fixées sur la face interne des mâchoires et sont régulièrement remplacées au cours de la vie.

Ils utilisent leurs dents comme ciseaux pour couper la végétation.

Les iguanes possèdent une puissante musculature pour mastiquer (figure 46).

Figure 46 : Mâchoires de l'iguane montrant les muscles de la mastication. *D'après [18].*



13.4/ Œsophage et estomac

L'œsophage est simple.

La régurgitation est difficile car le sphincter cardiaque de l'estomac est bien développé. L'estomac est simple et tubulaire.

13.5/ Intestins

L'intestin grêle est court, alors que le côlon et le caecum sont très développés assurant des fermentations (figure 47).

Le **côlon**, divisé en côlon ascendant, transverse et descendant a un rôle important dans la digestion des plantes, avec parfois la présence de **sacculs** qui ralentissent le transit et favorisent une colonisation symbiotique par les oxyures qui constituent une aide mécanique à la fragmentation des aliments.

Chez l'iguane, dans le côlon ascendant, plusieurs plis transversaux, de moins en moins larges, divisent le côlon en 5 parties et peuvent y retenir la nourriture jusqu'à 3,5 jours (figure 47).

Le côlon s'abouche dans le cloaque au niveau du coprodéum.

Le **cloaque** interagit physiologiquement avec la vessie, les intestins et les organes génitaux, jouant de ce fait un rôle prépondérant dans le **recyclage des fluides** grâce à une réabsorption d'eau (figure 48).

Figure 47 : Représentation schématique du tube digestif de l'iguane vert. *D'après [54].*

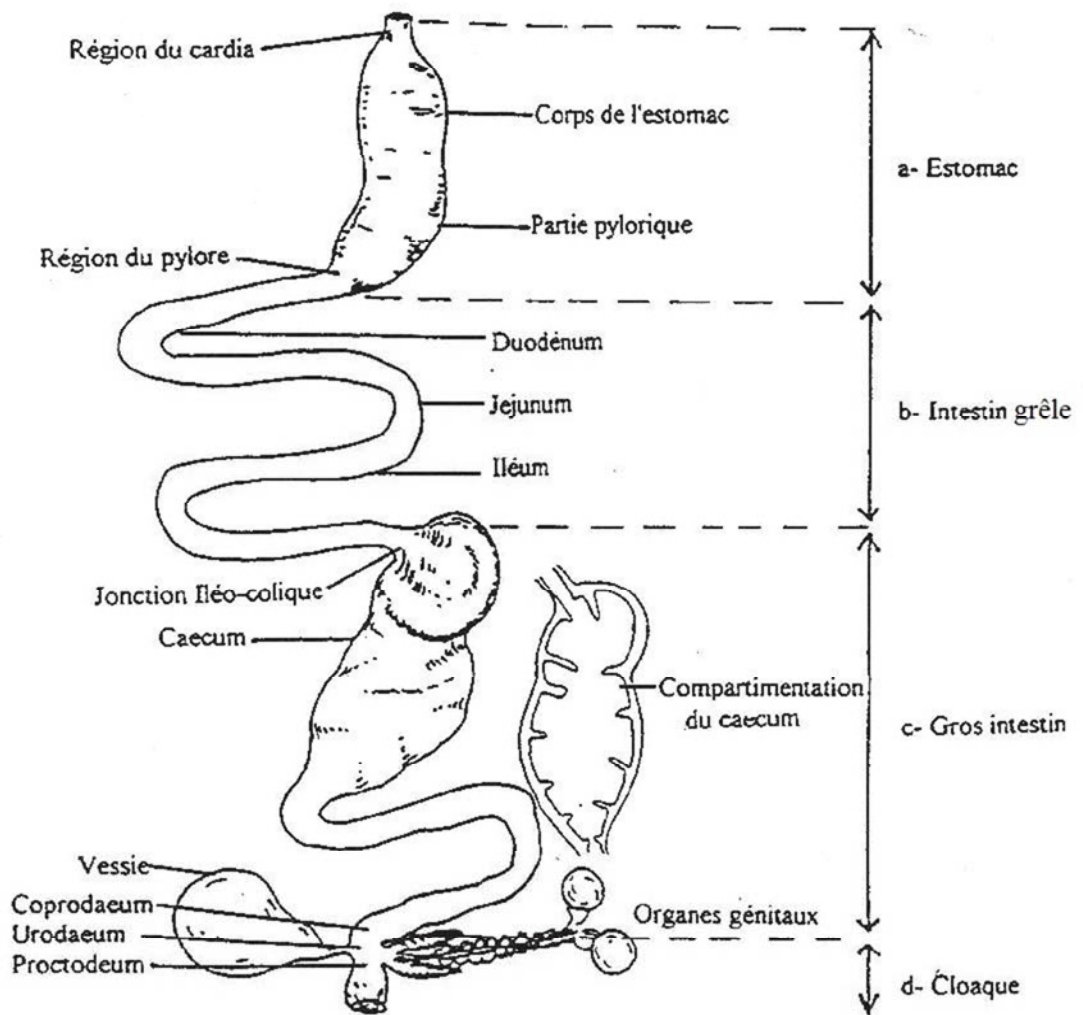
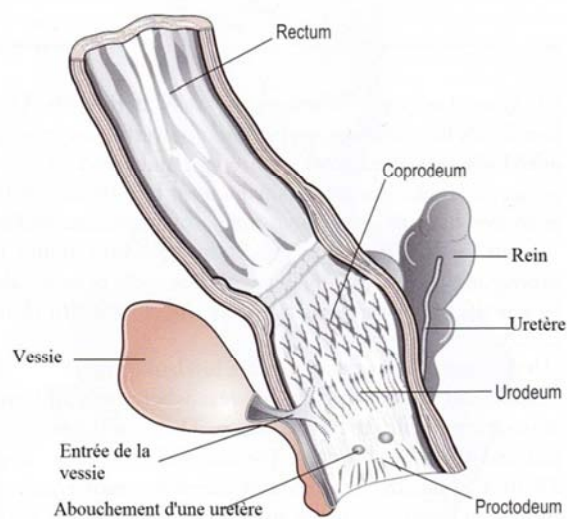


Figure 48 : Représentation schématique d'un cloaque d'iguane. *D'après [18].*



13.6/ Glandes annexes

Foie et pancréas ont un aspect et des fonctions similaires à ceux des mammifères. Le foie est volumineux et possède une vésicule biliaire dont le canal débouche dans le duodénum. Le pancréas, à côté de la rate, allongé et lobé, se loge dans la petite courbure de l'estomac.

13.7/ Aspects pathologiques et pratiques

Les iguanes ont certaines capacités d'adaptation mais leur régime alimentaire en captivité doit se rapprocher le plus possible de celui des iguanes à l'état sauvage car ils souffrent facilement de déséquilibres alimentaires tels que goutte viscérale ou ostéodystrophie par exemple. Son tube digestif est celui d'un végétarien à flore saprophyte ce qui est adapté pour ce reptile semi-arboricole ne se nourrissant qu'occasionnellement de petites proies animales.

Anorexie, stomatite, régurgitations, indigestion, obstruction intestinale, et diarrhée sont des motifs de consultation d'ordre digestif rencontrés chez les iguanes.

Leur temps de transit digestif varie de 4 à 9 jours selon la grossièreté des fibres et la température du milieu. Chez les très jeunes iguanes, le caecum n'est pas encore bien fonctionnel, leur nourriture devra donc contenir plus de fibres facilement digestibles.

13.8/ Bibliographie

[3], [11], [16], [18], [34], [49], [54]

14/ LES CAMÉLÉONS

Figure 49 : Caméléon panthère (*Furcifer pardalis*).



14.1/ Classification

Le terme de caméléon désigne les reptiles de la famille des caméléonidés (figure 49).

14.2/ Régime alimentaire

Les caméléons sont **insectivores** et disposent d'une technique particulière pour attraper les insectes. Grâce à leurs yeux qui font saillie, uniques chez les vertébrés, très mobiles et recouverts d'une paupière couverte d'écailles, ils détectent et atteignent sans peine leurs proies en mouvement.

14.3/ Cavité buccale

- **Denture**

Les caméléons sont **acrodontes**, c'est-à-dire avec des dents fixées sur le sommet des os de la mâchoire (figure 50). Leurs dents ne sont pas remplacées au cours de leur vie. Il faut donc faire particulièrement attention lors de parodontites, infections auxquelles les caméléons sont très sensibles.

Figure 50 : Représentation d'une dent d'acrodonte. D'après [18].



- **Langue**

Le caméléon a une langue particulièrement bien adaptée à la chasse des insectes (figure 51). En effet, il peut basculer rapidement **l'os hyoïde en avant**, ce qui permet à sa longue langue d'attraper des insectes très loin (figure 52). La langue est très souvent plus longue que le caméléon lui-même.

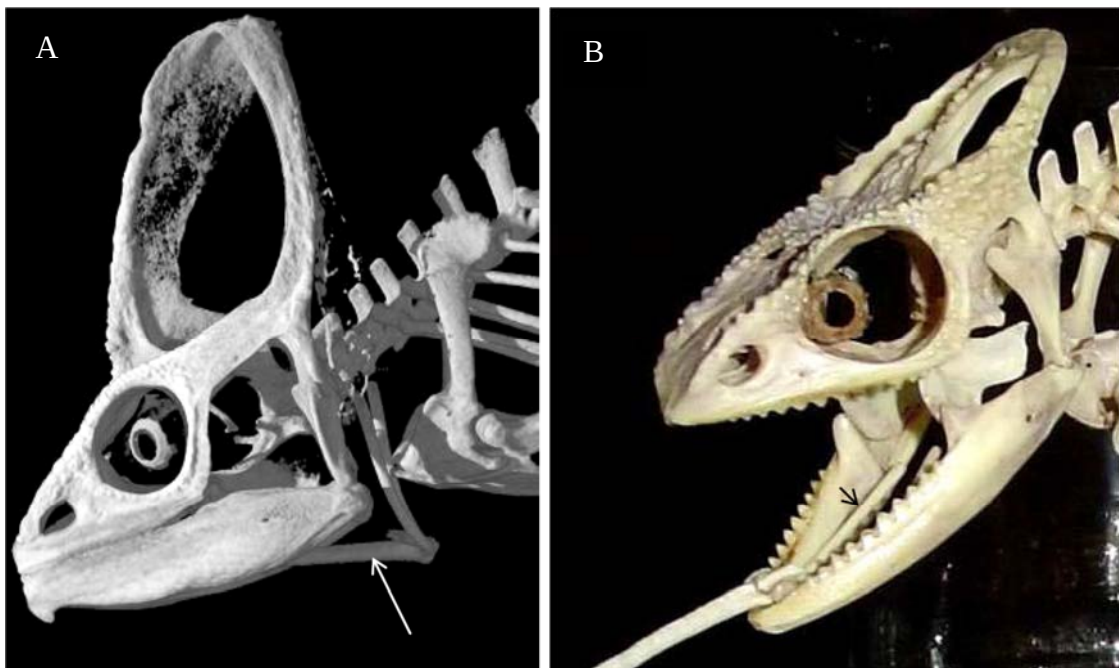
La musculature de l'os hyoïde est fixée au sternum, et l'os hyoïde se prolonge dans la langue où il est alors appelé processus entoglosse.

Figure 51 : Position de l'os hyoïde. D'après [28].

La flèche indique la corne postérieure de l'hyoïde.

A : Au repos, chez *Chamaeleo calyptratus*.

B : Lors de la projection de la langue, chez *Calumna parsonii*



Deux des muscles de la langue ont un rôle prépondérant dans ce mécanisme :

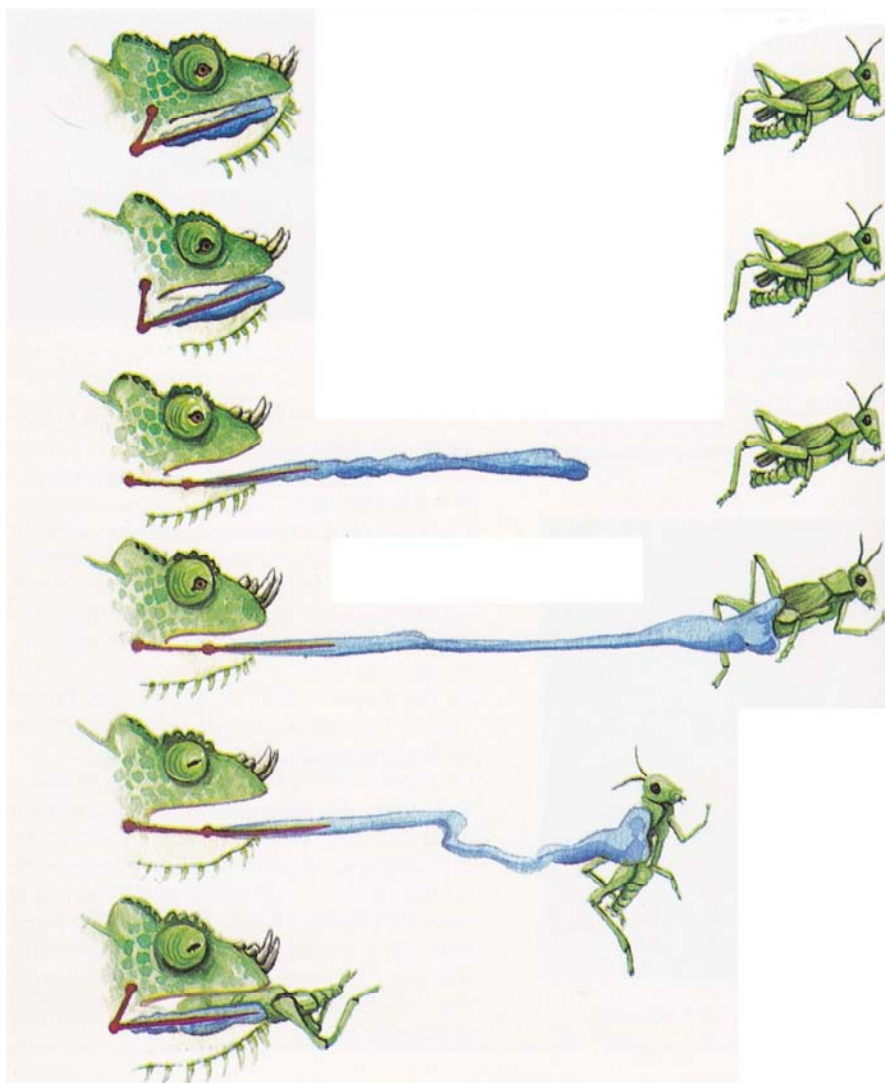
- Le muscle hyoglosse, rétracteur, pair, long, reliant les cornes postérieures de l'hyoïde au tissu conjonctif sous-muqueux.

- Le muscle *circularis linguae*, ou circulaire de la langue, enveloppant le processus entoglosse. Sa forme cylindrique avec plusieurs anneaux de fibres rayonnantes aux directions alternées fait que lorsqu'il se contracte la langue est entraînée vers l'avant.

L'extrémité libre de la langue présente un renflement appelé coussinet terminal qui engendre un effet ventouse lors de la capture de la proie.

Figure 52 : Capture d'un criquet par un caméléon. *D'après [31].*

La langue, projetée à l'extérieur de la cavité buccale, est colorée en bleue, et le processus entoglosse de l'os hyoïde en rouge.



14.4/ Œsophage et estomac

L'œsophage et l'estomac ont une paroi fine. L'estomac, très légèrement incurvé et transverse, est flexible et peut stocker plusieurs proies en attente d'être digérées.

14.5/ Intestins

Le duodénum, légèrement plus large que le reste de l'intestin grêle reçoit les canaux cholédoque et pancréatique. Souvent pigmenté de noir, il évoque une forme d'oméga avec quelques replis secondaires. Un rétrécissement le sépare du gros intestin. Le côlon a une paroi fine moins musculeuse que l'intestin grêle mais il est plus long. Il est nettement séparé du cloaque par un rétrécissement.

14.6/ Glandes annexes

Foie et pancréas ont les mêmes fonctions que chez les mammifères, et un aspect similaire à ceux des mammifères si ce n'est qu'ils ont une forme aplatie latéro-latéralement épousant celle du corps du caméléon.

Une vésicule biliaire indépendante est présente entre les deux lobes hépatiques.

Le pancréas est logé dans le ligament hépato-gastrique chez l'adulte, le long de la courbure interne de l'estomac.

Les deux canaux aboutissent à proximité dans le duodénum.

14.7/ Aspects pathologiques et pratiques

Les caméléons, très doués pour chasser les insectes, préfèrent les proies vivantes ou animées d'un mouvement évocateur. Ils sont sujets à des affections nutritionnelles ou métaboliques.

Leur appareil lingual perfectionné est plutôt fragile. Les affections de la langue sont les affections digestives les plus fréquemment rencontrées chez le caméléon. Elles peuvent être dues à un traumatisme, une infection ou un problème métabolique, l'ostéodystrophie par défaut de calcium. Les stomatites, lipidoses hépatiques chez les animaux gras et les coprostases sont aussi rencontrées. Ces dernières peuvent entraîner un prolapsus cloacal.

Une bonne connaissance de son régime alimentaire et de son milieu de vie est donc essentielle avant d'adopter un caméléon.

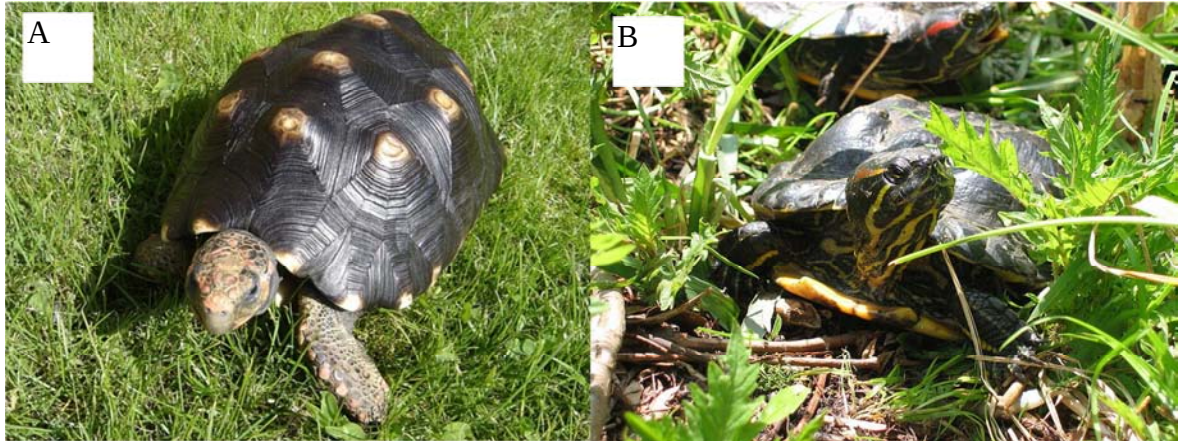
14.8/ Bibliographie

[3], [16], [18], [28], [31], [34], [49]

15/ LES TORTUES

Figure 53 A : Tortue de terre charbonnée à pattes rouges (*Geochelone carbonaria*). Photo [64].

B : Tortue aquatique de Floride à tempes rouges (*Trachemys scripta elegans*).
Photo [65].



15.1/ Classification

Les reptiles **chéloniens** regroupent de nombreuses familles et espèces habituellement séparées en trois groupes : les espèces marines, les espèces aquatiques, c'est-à-dire d'eau douce, et les espèces terrestres (figure 53).

15.2/ Régime alimentaire

Les espèces marines sont le plus souvent carnivores, les espèces terrestres, herbivores et les espèces aquatiques, omnivores. Elles sont assez **opportunistes** et complètent parfois leur régime par des plantes pour les carnivores ou des produits carnés tels que mollusques ou cadavres pour les herbivores.

15.3/ Cavité buccale

Les tortues sont les seules espèces de reptiles **dépourvues de dents**. Le pourtour des mâchoires n'est pas recouvert d'un repli charnu comme des lèvres mais les écailles fusionnées emboîtent le maxillaire dans un **bec corné**. Ce bec permet la préhension et le déchiquetage des aliments comme une pince tranchante à l'aide de ses arêtes saillantes. Grâce à l'os carré se transformant en condyle articulaire entre la mandibule et le crâne, l'ouverture de la bouche peut être agrandie.

Le plafond de la cavité buccale des tortues est de structure assez complexe : le palais primitif incomplet permet une communication entre les cavités buccale et nasale à travers les choanes. Il est recouvert de replis osseux et muqueux qui continuent vers l'arrière en formant une sorte de gouttière, ébauche de séparation entre les voies respiratoires et digestives. L'organe de Jacobson est atrophié, tout comme la partie antérieure des choanes. Chez certaines espèces de tortues marines un palais secondaire est mis en place.

Le muscle inter-mandibulaire entre les mandibules délimite le plancher buccal et sert de support à la langue. La langue est généralement massive, courte, large, épaisse, non protractile et triangulaire. Elle est recouverte de sillons ou papilles gustatives chez les tortues terrestres, et de

replis cornés chez les tortues marines. Elle est renforcée par l'os entoglosse, baguette cartilagineuse. A sa base, la langue abrite l'orifice glottique vers les voies respiratoires. De par ses attaches, la langue ne peut effectuer que des mouvements verticaux, réduisant sa participation dans la préhension et l'avancement du bol alimentaire.

Les glandes buccales sécrètent du mucus servant à la lubrification des aliments mais pas d'enzymes digestives. Elles sont constituées de nombreuses glandes caliciformes isolées, en cryptes ou champs. Il y a également des glandes acineuses ou tubulaires de type séreuses ou muqueuses classées en deux groupes :

- Celles du plancher buccal : les glandes linguales, les glandes mandibulaires entre la langue et la face interne de la mandibule et les glandes cryco-aryténoïdes autour de l'orifice laryngé.
- Celles du plafond buccal en partie postérieure, appelées sphéno-ptérygoïdiennes.

Notons que ces glandes buccales sont peu développées chez les espèces marines.

15.4/ Œsophage

Long et étroit, l'œsophage suit crânialement la courbure du cou à gauche, ce qui implique son repli lorsque la tortue rentre la tête. Il y a deux façons pour une tortue de rentrer la tête dans sa carapace (figure 54) :

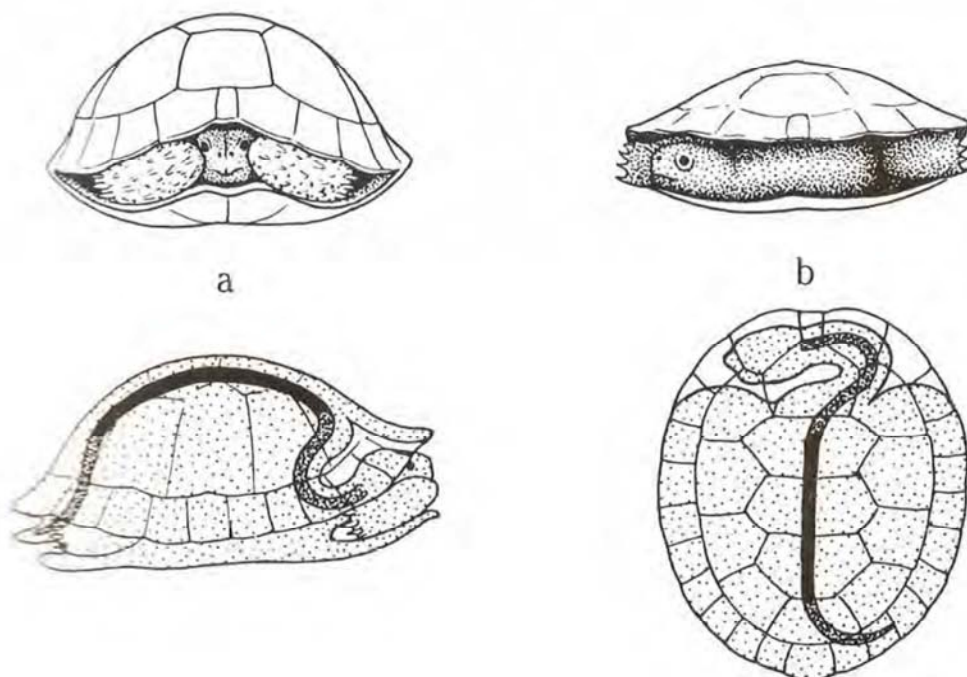
- Les tortues cryptodires la rentrent dans un plan vertical : l'œsophage se replie alors en S dans le plan sagittal.
- Les tortues pleurodires la rentrent dans un plan horizontal : l'œsophage se replie alors dans le plan horizontal.

L'œsophage forme une courbure accusée à son abouchement dans l'estomac.

Figure 54 : Tortues rentrant la tête dans la carapace. *D'après [36].*

a) Tortues cryptodires,

b) Tortues pleurodires



La paroi de l'œsophage est fine et forme des replis longitudinaux ce qui permet sa dilatation lors de la déglutition. A la différence d'autres reptiles, sa paroi est recouverte d'un épithélium pavimenteux stratifié, parcheminé de glandes caliciformes plus ou moins nombreuses, formant souvent des glandes œsophagiennes. Chez les espèces désertiques, plusieurs couches cornées protègent l'œsophage d'éléments ligneux grossiers. Chez les espèces marines, un revêtement de papilles kératinisées orientées vers l'arrière permet le reflux de l'eau de mer sans reflux d'aliments afin de ne pas diluer les sucs gastriques et la protection de l'œsophage contre des matières abrasives telles que méduses et plantes à silice. Chez certaines espèces mangeant des œufs, l'œsophage est rattaché à la face ventrale des vertèbres afin de pouvoir écraser la coquille des œufs.

15.5/ Estomac

Poche transversale oblongue, il peut être divisé en deux portions (figure 55) :

- Un sac globuleux simple
- Une région tubulaire en forme de U, cloisonnée transversalement.

La face interne de l'estomac est recouverte de plis longitudinaux orientés vers le pylore, fermé par un repli saillant, la valvule pylorique. L'épithélium stomacal comprend des glandes très profondes de deux types :

- Glandes fundiques : simples ou bifurquées, tubulaires, elles sont composées de cellules épithéliales superficielles, de cellules moyennes et de cellules basales petites et cubiques.
- Glandes pyloriques à l'aspect muqueux car ne contenant pas de cellules basales.

Pepsine et acide chlorhydrique sécrétés préparent à l'action des enzymes pancréatiques comme la trypsine ou la chitinase chez les tortues se nourrissant de mollusques.

On peut trouver du **grit** chez les espèces terrestres. Il est susceptible d'aider à la digestion d'éléments fibreux, au maintien du pH, à l'abrasion du bec et à faire face à une période de besoins accrus en calcium.

15.6/ Intestin grêle

L'intestin grêle est plutôt court comparé aux mammifères (figure 55). Sa longueur dépend du régime alimentaire : il est généralement plus long chez les herbivores que chez les carnivores. Duodénum, jéjunum et iléon ne sont pas anatomiquement différenciables. L'intestin grêle débute par l'anse duodénale où débouchent les canaux biliaire et pancréatique puis spirale en forme d'oméga. Le diamètre duodénal est généralement plus large que celui du reste de l'intestin. La dilatation de l'intestin grêle est permise par la présence de plis longitudinaux qui recouvrent sa face interne.

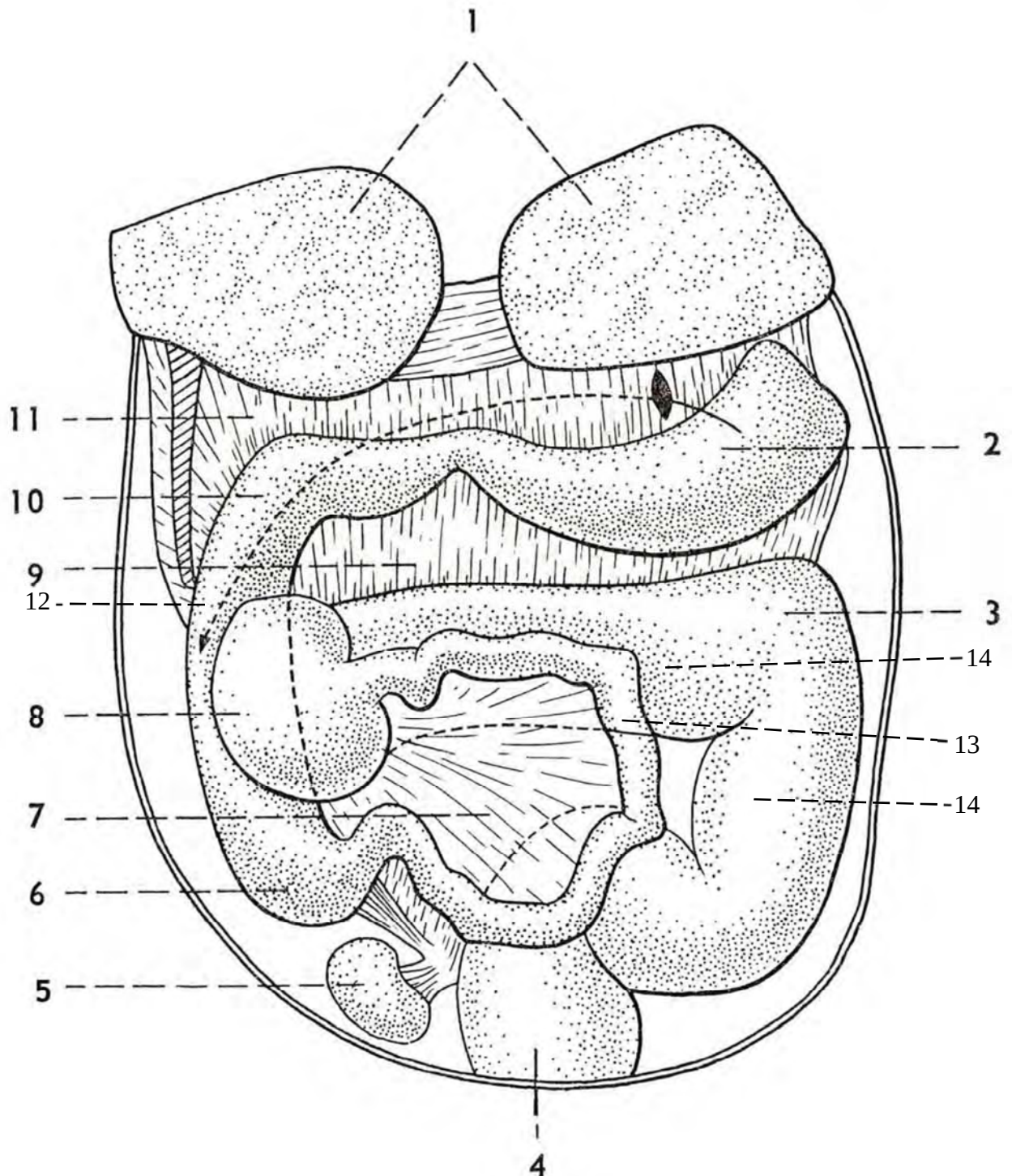
15.7/ Gros intestin

Le caecum, simple dilatation excentrique asymétrique déviée vers la droite et plus ou moins développée selon le régime alimentaire, marque la séparation entre l'intestin grêle et le gros intestin. Le diamètre du côlon est large et se rétrécit juste avant le cloaque.

Le côlon peut être divisé en côlon ascendant, transverse et descendant. Chez les herbivores il est très développé et circonvolué, et le côlon ascendant est parfois compartimenté pour une meilleure digestion et assimilation de la cellulose.

Assez volumineux, le cloaque n'a pas de rôle dans la digestion proprement dite mais stocke les excréments et a aussi un rôle dans la réabsorption passive de fluides et active d'électrolytes. Classiquement il est divisé en coprodéum, urodéum et proctodéum.

Figure 55 : Disposition des viscères abdominaux chez *Testudo graeca*. D'après [36].



1 : Foie ; 2 : Estomac ; 3 : Angle splénique ; 4 : Rectum ; 5 : Rein ; 6 : Angle duodéno-jéjunal ;
 7 : Mésentère ; 8 : Caecum ; 9 : Grand épiploon ; 10 : Duodénum ; 11 : Petit épiploon ; 12 : Anse
 duodénale ; 13 : Anse spirale ; 14 : Côlon ;
 La flèche indique la cavité des épiploons.

15.8/ Glandes annexes

Le pancréas forme un anneau autour de la veine porte dans le ligament hépatogastrique. Au contact du duodénum, il y déverse sous l'action de la sécrétine diverses enzymes digestives et des sécrétions basiques. Le pH neutre favorise ainsi l'action des enzymes pancréatiques. Leurs actions et leurs proportions dépendent également de la température extérieure et du régime alimentaire.

Le foie est volumineux, plus ou moins coloré par des granules de mélanophages selon l'infiltration graisseuse, et composé de deux lobes principaux, le gauche étant plus gros que le droit et un lobe caudé près duquel se loge la vésicule biliaire.

La vésicule biliaire est présente chez toutes les espèces de tortue, mais les rapports entre les canaux cholédoque et pancréatique sont différents selon les espèces : le canal cholédoque s'abouche en arrière du canal pancréatique dans le duodénum ou bien ils sont communs.

15.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Le transit intestinal d'une tortue dépend de la température, du régime alimentaire et de l'état général de cette tortue. Il convient donc de se renseigner sur le type d'espèce de tortue que l'on souhaite adopter afin de lui proposer les conditions de vie et le régime alimentaire qui lui conviennent.

Chez les tortues, stomatites et régurgitations sont régulièrement rencontrées et graves. Les obstructions intestinales des tortues aquatiques, dues à l'ingestion de gravier en même temps que le repas, sont assez fréquentes. Les diarrhées se rencontrent également en consultation. Elles sont le plus souvent d'origine parasitaire. Les hypovitaminoses, surtout en vitamine A, ne sont pas rares.

15.10/ Bibliographie

[3], [11], [16], [29], [36]

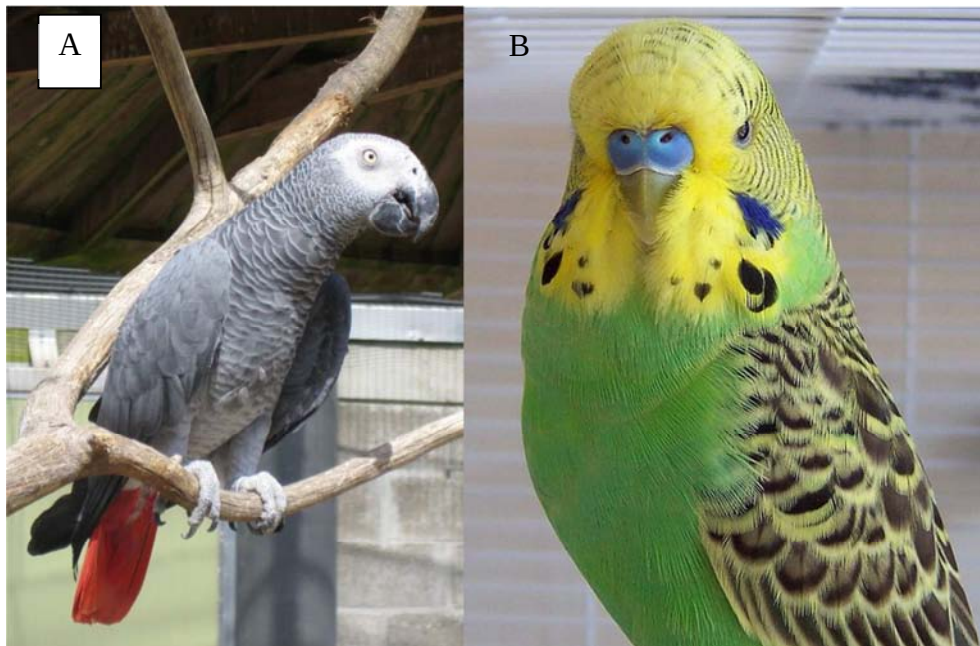
OISEAUX

L'appareil digestif des oiseaux est adapté à leur métabolisme rapide nécessaire pour le vol. Le temps de transit est court, l'absorption des nutriments efficace et l'appareil digestif léger.

16/ LES PERROQUETS ET PERRUCHES

Figure 56 A : Perroquet Gris du Gabon (*Psittacus erithacus*). Photo [66].

B : Perruche ondulée (*Melopsittacus undulatus*). Photo [67].



16.1/ Classification

Les perroquets regroupent les grandes espèces trapues de psittaciformes à queue courte et les grands Aras à queue démesurée. Les perruches sont de petits psittaciformes effilés à queue longue (figure 56).

16.2/ Régime alimentaire

Perruches et perroquets se nourrissent de divers **graines, fruits et légumes**.

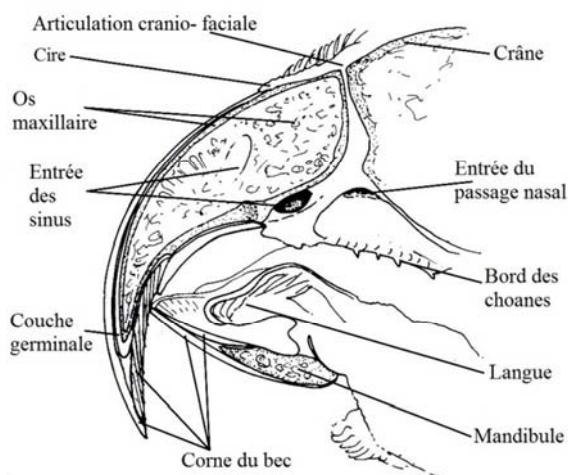
16.3/ Cavité buccale

- **Bec**

Le bec, **très kératinisé**, tout comme le cire, encore plus dur que le bec, ont des formes idéales pour attraper et tenir la nourriture (figure 57). Leur bec est capable de casser une noix du Brésil. L'étui corné du bec, la ramphothèque, a une croissance continue tout au long de la vie de l'animal. La forme du bec est maintenue par les mouvements de la partie mandibulaire contre la surface intérieure de la partie supérieure du bec. Les zones externe et interne de la partie dorsale du bec se forment séparément. Leur épaisseur augmente au fur et à mesure. Sur la partie rostrale du bec, une formation sur la partie intérieure permet **l'émission de sons** lorsque le perroquet passe le bout de la mandibule dessus, et la fermeture complète du bec. La mâchoire articulée à sa base renforce la puissance du bec des psittacidés.

Le bec des perruches est un peu moins dur que celui des perroquets, d'une forme très légèrement différente, mais reste tout à fait adapté pour casser des graines.

Figure 57 : Coupe d'un bec de Psittacidé. D'après [15].



- **Langue**

Leur langue épaisse à bout coupant possède une musculature intrinsèque ce qui est unique parmi les oiseaux. Chez les loris et loriquets, des genres de perruches, la langue prend une forme de sillon qui leur sert pour prélever nectar et pollen. Les papilles gustatives sont assez peu développées, à la base de la langue et du plancher de l'oropharynx. Les papilles sur la langue et le mouvement rostro-caudal de la langue entraînent les aliments caudalement. L'oiseau levant la tête ensuite, la gravité entraîne les aliments jusqu'à la partie proximale de l'œsophage où le péristaltisme œsophagien prend le relais.

- **Glandes salivaires**

Les sécrétions des glandes salivaires sont très muqueuses, plus que chez les mammifères, assurant une lubrification rapide de leurs aliments. Cette production sous le contrôle du système parasympathique, est particulièrement importante chez ces animaux mangeant beaucoup de graines. Les glandes salivaires ne sont pas très différenciées, éparpillées dans l'oropharynx. Il y a néanmoins de petits amas palatins, maxillaires, mandibulaires et linguaux.

Une **amylase salivaire** est sécrétée.

16.4/ Œsophage

L'œsophage est doté de replis longitudinaux assurant une meilleure **élasticité** qu'aux mammifères. Il est fin, composé d'une musculature lisse innervée par le nerf vague.

Des régurgitations en provenance de l'estomac sont normales lors de parade sexuelle ou pour nourrir les jeunes. Elles sont permises par des mouvements antipéristaltiques de l'œsophage.

Le **jabot**, dilatation de l'œsophage au niveau cervical, est bien développé et visible car attaché à la peau chez les perroquets. Son revêtement épithélial stratifié squameux est le même que celui de l'œsophage mais il ne possède pas de glandes muqueuses. Sa fonction est de stocker la nourriture lorsque l'estomac est plein.

Il y a peu de digestion chimique dans l'œsophage et le jabot. Le pH est acide. L'amylase salivaire y débute son action.

- **Lait de jabot**

Une particularité notable chez les perroquets est le « lait » fabriqué par les parents pour nourrir leurs oisillons durant les deux premières semaines de vie environ. Il s'agit en fait de la desquamation de cellules épithéliales stratifiées du jabot et de graisses sécrétées, ce liquide ayant l'apparence de lait. Cette production, qui est stimulée par la prolactine, ne contient pas de calcium.

La muqueuse du jabot se modifie par épaissement et vascularisation peu avant l'éclosion des œufs. Les psittacidés, les colombidés et les manchots empereurs ont cette particularité.

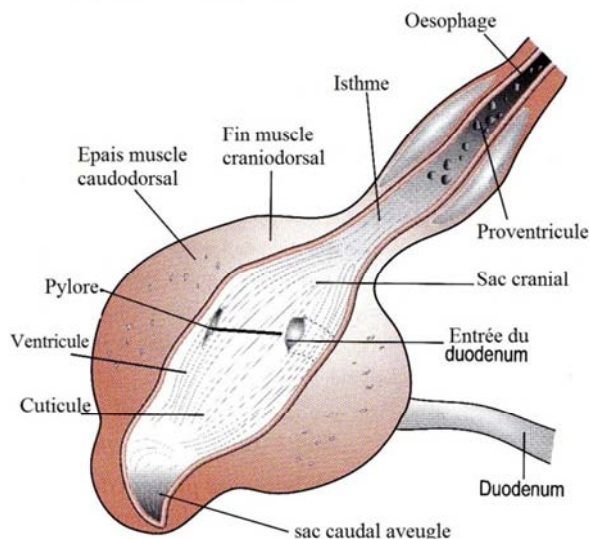
16.5/ Estomac

L'estomac est divisé en un ventricule et un proventricule par un isthme (figure 58). Il comprend donc :

- Un **proventricule**, rigide, crânialement glandulaire à la sécrétions acide et pepsique et caudalement musculeux ;
- Une zone intermédiaire, l'**isthme**, fine et moins rigide, qui s'ouvre sur le ventricule ;
- Un **ventricule**, ou gésier, qui est très musculeux, et adapté pour moudre les aliments avec des cailloux tels que gastrolithes ou **grit** et la présence d'une cuticule. Même s'ils n'en ont pas vraiment besoin car les graines sont ouvertes avant d'être avalées, la présence de grit réduit considérablement le temps de transit intestinal chez les perroquets et les perruches.

La surface interne du ventricule est recouverte d'une cuticule.

Figure 58 : Estomac d'un perroquet. *D'après [15].*



La partie pylorique de l'estomac entre la partie musculuse du gésier et le duodénum contient des cellules endocrines.

Par série de cycles, le bol alimentaire est propulsé dans différentes directions entre le gésier et le proventricule.

16.6/ Intestins

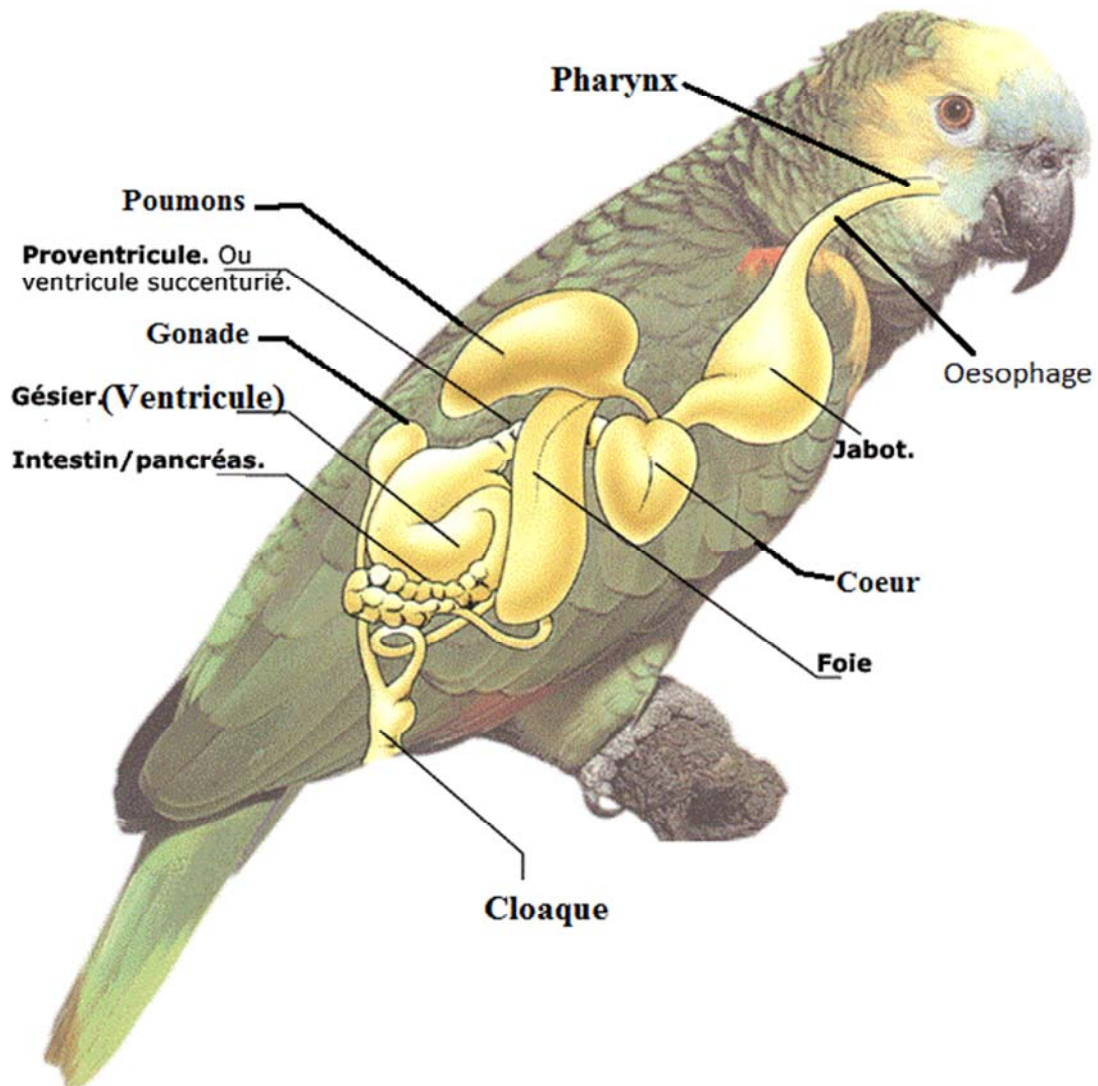
Chez les perroquets principalement frugivores ou omnivores, les intestins sont plus courts mais de plus gros diamètre que chez les perroquets principalement granivores. Les intestins sont globalement assez courts et prennent un espace réduit (figure 59).

Un diverticule vitellin de Meckel, vestige du jaune d'œuf, marque la jonction entre le jéjunum et l'iléon. On distingue trois types de cellules dans l'intestin grêle : cellules à bordure en brosse pour l'absorption, cellules à mucus et cellules endocrines.

Le gros intestin n'a que peu d'influence sur la digestion chimique ou l'absorption des nutriments. Une paire de caecums vestigiaux qui aident à la digestion de la cellulose marque la jonction intestin grêle-côlorectum.

Le côlorectum se vide dans le cloaque, crânialement, formant la région du coprodéum. Un repli sépare cette région de l'urodéum où s'abouchent les uretères. Si nécessaire ce repli permet l'évacuation de fèces non mélangées aux urines, ou la ponte sans émission de fèces.

Figure 59 : Schéma du tube digestif d'une perruche, en place. *Adapté de [56].*



16.7/ Glandes annexes

- **Pancréas**

Le pancréas possède trois lobes, et produit amylase, lipase et protéases dont la trypsine.

Il produit également des hormones : de l'insuline et du glucagon, mais l'insuline a peu d'influence sur la régulation de la glycémie qui est gérée plutôt par les hormones stéroïdes.

- **Foie**

Le foie a deux lobes, le droit étant plus gros que le gauche. Les deux lobes entourent le cœur et fusionnent crânialement sur la ligne médiale. Le foie est recouvert d'un septum post-hépathique rempli de graisse. Chaque lobe a son propre canal biliaire, les deux finissant par se rejoindre. Mis à part chez les cacatoès, la vésicule biliaire est absente et le canal du lobe droit devient le canal

principal de drainage vers le duodénum. La bile a un rôle important dans la digestion chez les oiseaux car elle permet l'émulsification des graisses en quantité importante dans les graines oléagineuses. La circulation porte hépatique est très développée.

16.8/ Aspects pathologiques et pratiques

Les psittacidés et les perruches ont un bec extrêmement solide bien adapté à leur régime granivore, mais ces graines doivent être variées et de taille adaptée à celle de l'animal. Des compléments alimentaires vitaminés sont parfois nécessaires, notamment en période de mue ou reproduction.

Obésité, intolérance alimentaire, stéatose hépatique, déséquilibre phospho-calcique ou vitaminique : ces affections digestives sont liées à un régime alimentaire non adapté à l'espèce de psittacidé adoptée.

Les psittacidés ont tendance à mordre les éléments de leur environnement, et des obstructions intestinales, intoxication ou intoxication peuvent en découler.

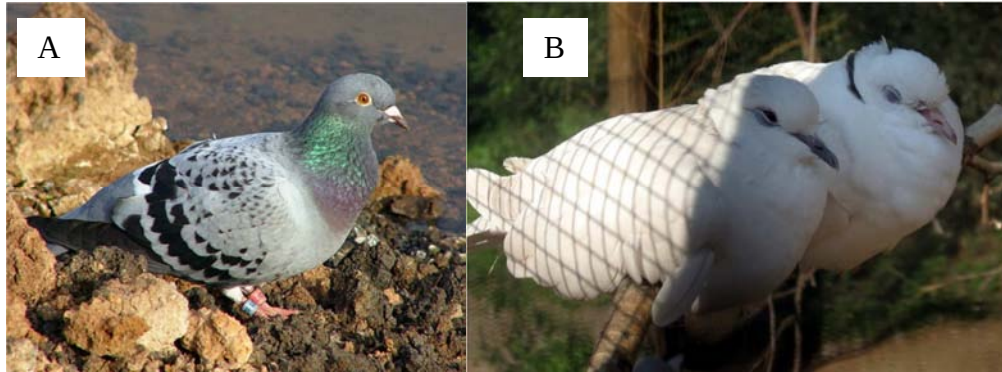
16.9/ Bibliographie

[15], [20], [23], [25], [52], [56]

17/ LES COLOMBIDÉS

Figure 60 A: Pigeon biset (*Columba livia*). Photo [68].

B: Tourterelles domestiques blanches ou colombes, issues d'une sélection en captivité de *Streptopelia risoria*. Photo [69].



17.1/ Classification

Avec un sens aigu de l'orientation remarqué et mis à profit par l'Homme depuis l'ancienne Egypte, la famille des colombidés regroupe plusieurs espèces communément appelés pigeons, colombes ou tourterelles (figure 60).

17.2/ Régime alimentaire

Les colombidés se nourrissent de **diverses graines ou de baies et fruits mous** selon l'espèce, et de nombreux colombidés complètent ce régime à l'aide de mollusques et d'insectes.

17.3/ Cavité buccale

- **Bec**

Leur bec est frêle et sa musculature est peu développée. Les aliments sont transformés dans la cavité buccale contre le palais dur corné.

- **Langue**

La langue est relativement mobile, son apex est corné, et sa base possède quelques papilles gustatives.

- **Glandes salivaires**

La muqueuse pharyngée est riche en glandes salivaires dont les sécrétions lubrifient les aliments.

- **Déglutition**

Les aliments sont déglutis par gravité et pression négative lorsque l'oiseau étend le cou et lève la tête. De plus chez les colombidés, la partie molle postérieure du palais aide à faire avancer le bol alimentaire. La nourriture est alors propulsée grâce au péristaltisme œsophagien. On suppose que dans le même temps, la trachée et le larynx sont poussés vers l'avant.

Contrairement à beaucoup d'oiseaux, le pigeon et la tourterelle peuvent boire sans lever la tête, et ils boivent longuement en mettant le bec assez profondément dans l'eau.

17.4/ Œsophage

L'œsophage se dilate en région cervicale basse en deux poches symétriques latérales formant le **jabot, riche en glandes** produisant du mucus et possédant une microflore cellulolytique. L'œsophage a donc un rôle dans la lubrification des aliments, stockés au niveau du jabot. Le jabot a également probablement un rôle dans la prédigestion des aliments. Quand l'animal a faim, les contractions du jabot sont fréquentes et importantes ; elles sont inexistantes quand le jabot est plein.

Quelques jours après le début de la couvaison, la paroi du jabot s'épaissit, se vascularise, les sécrétions sont abondantes. Ainsi, les colombidés peuvent nourrir les oisillons à l'aide de ce « lait » de jabot, riche en graisse et en cellules desquamées, et pauvre en sucres pendant leurs quatre premiers jours de vie. La sécrétion de lait de jabot est stimulée par la prolactine, comme chez les perroquets et les perruches.

17.5/ Estomac

L'entrée des aliments dans la partie proximale de l'estomac, l'estomac glandulaire, déclenche la sécrétion des sucs gastriques dont la composition en eau, en acide chlorhydrique, en mucine et en pepsine varie selon le régime et le type de nourriture. Les aliments ne séjournent pas dans l'estomac glandulaire mais y sont mélangés aux sucs gastriques. Les contractions de ce proventricule sont rythmiques, régulières et de forte amplitude.

Les aliments passent ensuite dans la partie distale de l'estomac : le gésier. Fortement musclé et recouvert d'une cuticule cornée, en présence du grit, le gésier permet une digestion rapide : les aliments sont déchiquetés et les enzymes agissent ainsi rapidement et en profondeur.

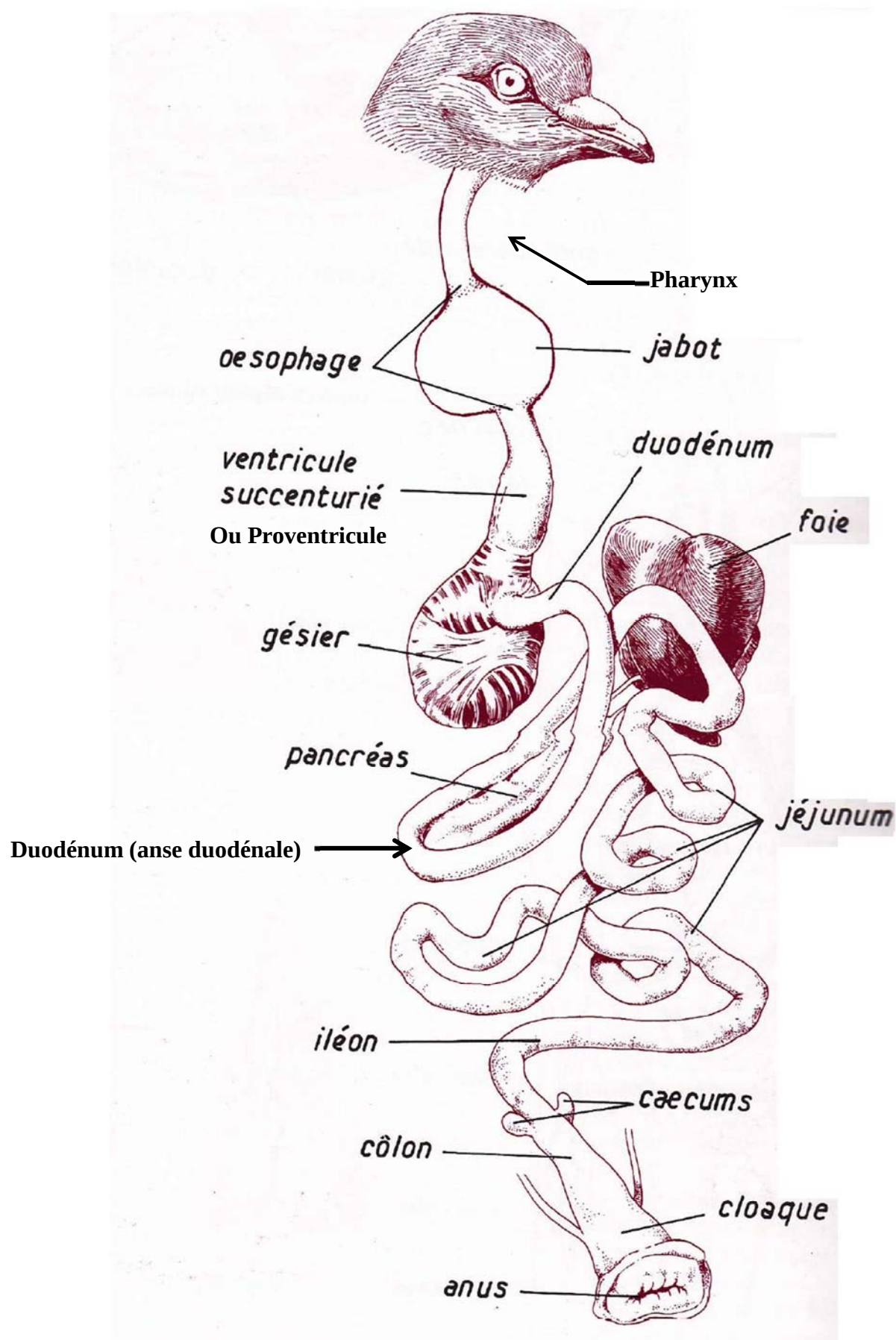
Les contractions du gésier (aidées par le grit) propulsent les aliments vers les intestins, et parfois vers le proventricule.

17.6/ Intestins

Les intestins ont une disposition classique ; la présence de glandes de Lieberkühn tout le long leur confère un grand rôle dans la digestion et l'absorption des aliments (figure 61).

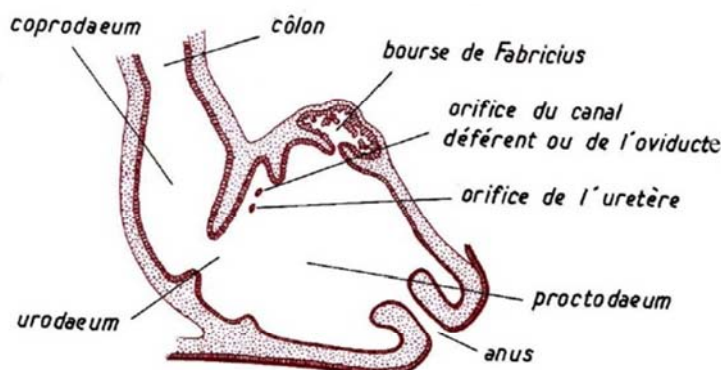
Les caecums sont rudimentaires (figure 61).

Figure 61 : Schéma de la disposition du tube digestif des colombidés, intestins déroulés. Exemple du pigeon biset. D'après [55].



Le cloaque est divisé en coprodéum, urodéum et proctodéum par deux plis transversaux contractiles (figure 62). Des contractions peuvent faire remonter les urines et les fèces dans le rectum, permettant une absorption de l'eau, ou une violente contraction les éjecte vers l'extérieur.

Figure 62 : Coupe sagittale médiale du cloaque des colombidés. D'après [55].



17.7/ Glandes annexes

- **Foie**

Le foie est très développé, c'est le viscère le plus massif des colombidés. Le lobe droit est plus volumineux que le lobe gauche. Il n'y a pas de vésicule biliaire. Chaque lobe déverse ses sécrétions par son propre canal s'abouchant au niveau de l'anse du duodénum.

- **Pancréas**

Le pancréas est logé dans l'anse duodénale et a les fonctions et sécrétions classiques (figure 61).

17.8/ Aspects pathologiques et pratiques

Les colombidés ont un régime alimentaire varié et un tube digestif leur permettant d'y faire face. Leur bec est également moins spécialisé que celui des perroquets. Leur jabot est par contre tout à fait particulier et très développé, pouvant sécréter un lait de jabot.

Les affections digestives, surtout les diarrhées et les régurgitations, sont assez fréquentes chez les colombidés. Elles sont généralement d'origine parasitaire, comme en cas de trichomonose ou en cas de coccidiose, parfois bactérienne comme en cas de colibacillose ou en cas de salmonellose, ou fongique comme en cas de candidose.

En cas de blessure en vol, une perforation du jabot peut arriver, nécessitant une intervention chirurgicale sous anesthésie.

17.9/ Bibliographie

[51], [52], [55]

18/ LES SERINS OU CANARIS

Figure 63 : Canari (*Serinus canari*) à panache vert.



18.1/ Classification

Apparentés aux passéridés, les serins, et plus particulièrement ceux originaires des îles Canari sont appréciés pour leurs chants mélodieux et leurs couleurs vives (figure 63). Les serins des Canari sont couramment dénommés canaris en référence à l'île dont ils sont originaires.

18.2/ Régime alimentaire

Les canaris se nourrissent essentiellement de **mélanges de petites graines**, avec des compléments de fruits et de verdure.

18.3/ Cavité buccale

- **Bec**

Celui des canaris est plutôt court mais assez solide et épais pour casser de petites graines et enlever leur écorce pour n'en avaler que l'intérieur. Il est de constitution classique. Le palais dur présente deux cannelures qui facilitent le retrait de l'écorce des graines avant leur déglutition.

- **Langue**

La langue est courte et étroite, triangulaire, très habile pour la manipulation des graines mais peu musclée. Elle est recouverte d'un étui corné.

- **Glandes salivaires**

Les glandes salivaires sont bien présentes, éparpillées sur la langue, le pharynx et la cavité buccale.

18.4/ Œsophage

Sa muqueuse forme des plis longitudinaux, ce qui permet une certaine extensibilité pour le passage de graines assez volumineuses. Des glandes sécrètent du mucus assurant la lubrification des aliments.

Le **jabot est quasiment absent**, il s'agit uniquement d'une légère dilatation fusiforme de l'œsophage, et sa capacité de stockage n'est pas très importante.

18.5/ Estomac

Le proventricule ou estomac glandulaire est de forme allongée et d'un diamètre relativement faible. Deux types de glandes y sont présents : des glandes polylobées sécrétant acide chlorhydrique et pepsinogène, et des glandes à mucus. Le temps de passage y est court.

Le sphincter de l'isthme séparant les deux estomacs est puissant.

La paroi musculaire du gésier est très développée et épaisse. La répartition asymétrique des quatre masses musculaires lisses qui la composent permet des mouvements de rotation et de broyage efficaces. Sa surface interne est recouverte d'une cuticule se formant grâce à l'action conjointe de deux sécrétions :

- un réseau de « baguettes » disposées dans l'axe oral-aboral sécrétées par les glandes muqueuses de la *lamina propria* ;
- les sécrétions de l'épithélium de surface qui enrobent ces baguettes et durcissent après action de l'acide chlorhydrique du proventricule. Cette cuticule est épaisse et solide chez les granivores. Elle protège la muqueuse sous-jacente, et aide au broyage et à l'homogénéisation des graines.

18.6/ Intestin grêle

Jéjunum et iléon ne sont pas anatomiquement différenciés. On parle plutôt d'anse duodénale, ombilicale et supra-duodénale (figure 64). L'intestin grêle est long comparativement au gros intestin avec un rapport de 30/1 chez les canaris contre 10/1 chez les psittacidés granivores. Il assure semble-t-il la majorité de la digestion et de l'absorption des aliments. Il est d'une grande efficacité avec une digestibilité d'environ 89% pour les glucides et de 98% pour les lipides des graines malgré un transit intestinal rapide de quelques heures.

18.7/ Gros intestin

- **Caecum**

Chez les canaris, le caecum est un nodule de tissu lymphoïde dans la muqueuse intestinale à la jonction iléon-côlon, il est quasi-absent.

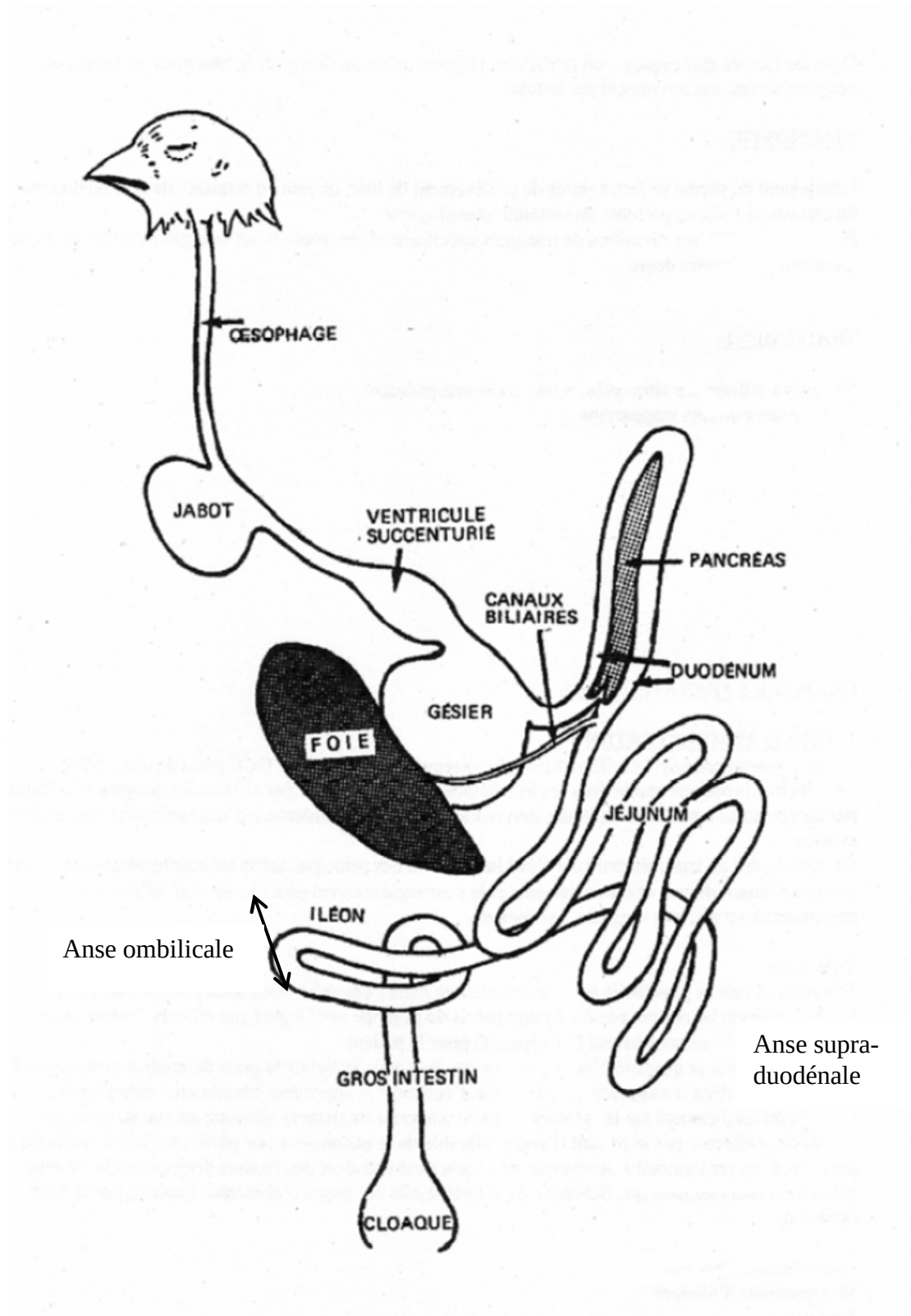
- **Côlon**

Le côlon est court et sa muqueuse est presque identique à celle de l'intestin grêle. La digestion microbienne est absente. Eau et minéraux sont absorbés à ce niveau mais la cellulose n'est pas digérée.

- **Cloaque**

Le cloaque est bien plus large que le côlon. Classiquement, des plis muqueux permettent une séparation entre coprodéum, urodéum et proctodéum.

Figure 64 : Représentation du tube digestif des serins. D'après [47].



18.8/ Glandes annexes

- **Foie**

Le foie est bilobé, de taille importante. Le lobe droit est plus gros que le gauche et abrite la vésicule biliaire.

- ***Pancréas***

Le pancréas logé dans l'anse duodénale assume les mêmes fonctions exocrines que chez les mammifères.

18.9/ Aspects pathologiques et pratiques

Les serins ont un tractus digestif typique des oiseaux mais assez primitif. Ces oiseaux ayant tendance à trier et gâcher, il convient de faire attention à la ration alimentaire qui leur est donnée, et éventuellement à la compléter en diverses vitamines.

La plupart des maladies digestives des canaris sont dues à des déséquilibres en minéraux et vitamines : goutte ou urémie en cas de déséquilibre phosphocalcique ou protéique, pica en cas d'hypovitaminose surtout lors de la mue.

Diarrhée, constipation et obésité sont également rencontrées.

Les maladies du foie et de l'intestin se voient au ventre noir et strié de l'animal. Elles sont souvent dues à un excès de lipides. Un régime, un traitement antibiotique à base de sulfamides et une cure de vitamines seront alors prescrits.

18.10/ Bibliographie

[47], [52]

CONCLUSION

Comme mentionné dans l'introduction et afin de garantir une bonne santé aux NAC, il est indispensable de bien connaître leurs particularités et notamment leurs particularités digestives.

De ce fait, il faut remarquer que les grands principes de la digestion restent identiques chez les NAC bien que ces animaux soient très différents les uns des autres. Chaque portion du tube digestif est plus ou moins développée selon les modes de vie et d'alimentation de l'animal. Par exemple, et en règle générale, l'intestin grêle est très développé chez les carnivores alors que chez les herbivores, ce sont le caecum et le côlon qui sont les plus développés. La forte influence de la température du milieu de vie sur les reptiles est à garder à l'esprit.

En quinze ans, le nombre de consultations vétérinaires pour des nouveaux animaux de compagnie a été multiplié par trois, avec des techniques et des spécialités parfois dignes de celles de la santé humaine pour les traiter.

De plus, des spécialités ont tendance à se développer dans des domaines tels que la dermatologie, la traumatologie, la cardiologie, voire la cancérologie.

Mais les motifs de consultation d'ordre digestif sont parmi les principaux, et des conseils sur l'alimentation sont fréquemment demandés. Etant donné l'augmentation du nombre de foyers français possédant des NAC et la demande de soins de plus en plus poussés par ces mêmes propriétaires pour leurs compagnons, il est nécessaire de bien connaître les particularités digestives et les affections courantes qui y sont liées. Par contre, le faible nombre de médicaments vétérinaires possédant une autorisation de mise sur le marché à visée NAC ne peut être qu'à déplorer.

Aux côtés des soins vétérinaires, les offres ne cessent de se développer : après le traditionnel salon de toilettage se développent des séances de massages, d'ostéopathie, des services de gardiennage haut de gamme, voire des sites de rencontres pour animaux de compagnie. Il existe même un site proposant un cimetière virtuel afin de rendre un dernier hommage à son compagnon. On est cependant encore loin de certains pays comme le Japon, qui proposent des accessoires griffés pour chiens et chats, des sources thermales, des salons de beauté avec massages, aromathérapie et masques de beauté à l'argile pour chiens... Des offres similaires pour les nouveaux animaux de compagnie se développeront probablement dans les prochaines années, et les vétérinaires seront probablement sollicités à ce sujet.

L'appellation Autres Animaux de Compagnie serait peut-être plus juste que celle de Nouveaux Animaux de Compagnie si l'on considère que ces animaux ont conquis leur place au sein de nos foyers depuis une vingtaine d'années.

Toutefois, adopter un NAC doit rester un acte mûrement réfléchi prenant en compte les futurs besoins et soins nécessaires à l'animal choisi afin de lui assurer les meilleures conditions de vie possibles. Alors, la vie commune aura toutes les chances de bien se passer et les abandons sauvages de diminuer.

BIBLIOGRAPHIE

- **Manuels, thèses et parutions**

- [1] AN NQ, EVANS HE. Anatomy of the ferret. *In*: FOX JG. Biology and Diseases of the Ferret. Philadelphia, Lea and Fediger, 1998, 33-49.
- [2] ANDREWS PLR. Physiology of the ferret. *In*: FOX JG. Biology and Diseases of the Ferret. Philadelphia, Lea and Fediger, 1998, 113-124.
- [3] BALZEAU F. La pathologie de l'appareil digestif des reptiles. Thèse Méd. Vet., Toulouse, 1995, n°26, 132 p.
- [4] BERGHOFF PC. Les petits animaux familiers et leurs maladies. Ed. Maloine, 1990, 132 p.
- [5] BODART A. L'écureuil de Corée, nouvel animal de compagnie. Thèse Méd. Vét. Lyon, 2004, n°44, 142 p.
- [6] BOUCHER S. Dominantes pathologiques : affections digestives des lagomorphes et des rongeurs de compagnie. *Le Point Vétérinaire*, n° spécial « nouveaux animaux de compagnie », 1999, 30, 574-578.
- [7] BOUSSARIE D. Anatomie et physiologie. *In* : Le chien de prairie, Paris, Editions Philippe Gerard et Bornemann, 2000, 27-38.
- [8] BOUSSARIE D, FIRMIN Y. Le furet. *Le Point vétérinaire*, numéro spécial « Nouveaux Animaux de Compagnie », 1999, n°30, 582-585.
- [9] BROWN SA. Basic Anatomy, physiology and husbandry. *In*: HYLLIER EV, QUESENBERRY KE. Ferrets, rabbits and rodents, clinical medicine and surgery. Philadelphia, Saunders Company, 1997, 3-13.
- [10] BURGAUD A. Pathologie digestive du lapin en élevage rationnel. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2010, n°32, 134 p.
- [11] CALVERT I. Nutrition. *In*: British Small Animal Veterinary Association Manual of Reptiles. 2nd Ed, Quedgley, BSAVA, 2004, 18-40.
- [12] CAMPBELL-WARD M, MEREDITH A. Rabbit. *In*: BSAVA Manual of exotic pets, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 76-102.
- [13] CHADENIER G. Les affections digestives du furet. Th. Méd. Vét., Nantes, 2004, n°16, 141 p.
- [14] CHARRIER A. Le hamster doré : animal de compagnie. Thèse Méd. Vét., Nantes, 2004, n°95, 264 p.
- [15] COLES B. Species and natural history of Psittacine Birds. *In*: British Small Animal Veterinary Association Manual of Psittacine Birds, 2nd Ed., Quedgley, BSAVA, 2005, 1-6.
- [16] De MATTEIS C. Carnet de clinique des reptiles. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2004, n°60, 467 p.
- [17] DESMARCHELIER M. Le chien de Prairie (*Cynomys ludovicianus*), nouvel animal de compagnie: enquête auprès des propriétaires en France. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°108, 2003, 229 p.
- [18] EATWELL K. Lizards. *In*: BSAVA Manual of exotic pets, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 273-293.
- [19] FUSS S. Physiologie et pathologie digestives du cobaye domestique *Cavia porcellus*. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 2002, n°172, 212 p.

- [20] GAYARD E. Chirurgie de l'appareil digestif et de l'appareil génital des Psittacidés. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 2005, n°19, 208 p.
- [21] GERARD P. L'Elevage du python molure et autres constricteurs. Alfortville, Philippe Gerard, 2000, 67 p.
- [22] GILLES R, ANCTIL M, BAGUET F, CHARMENTIER M. Nutrition – Réserves. *In: Physiologie animale*, Bruxelles, Editions De Boeck Université, 2006, 241-303.
- [23] GRAVINA C. Contribution à l'étude de la pathologie digestive et de la reproduction des Psittacidés. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1998, n°15, 109 p.
- [24] GROSSET C. Proposition d'un protocole d'audit d'élevage pour le Gecko léopard (*Eublepharis macularius*) et l'Aguame barbu d'Australie (*Pogona vitticeps*). Thèse Méd. Vét., Alfort, 2008, n°36, 182 p.
- [25] HARCOURT-BROWN N. Anatomy and physiology of Psittacine Birds. *In: British Small Animal Veterinary Association Manual of Psittacine Birds* 2nd Ed., Quedgley, BSAVA, 2005, 7-21.
- [26] HARKNESS JE, TURNER PV, VANDE WOUDE S, WHEELER CL. Harkness and Wagner's Biology and medicine of rabbits and rodents, 5th Ed., Philadelphia, Wiley-Blackwell, 2010, 455 p.
- [27] HERDT T. Section IV, Gastrointestinal physiology and metabolism. *In: Textbook of veterinary physiology*, 3rd Ed, Philadelphia, WB Saunders Company Elsevier science, 2002, 222-323.
- [28] HUYGUE A. Anatomie splanchnique du caméléon, applications à la pratique vétérinaire. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2009, n°001, 127 p.
- [29] JESSOP M, BENNET TD. Tortoises and turtles. *In: BSAVA Manual of exotic pets*, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 249-272.
- [30] JOHNSON-DELANEY C. Guinea pigs, chinchillas, degus and duprasi et Chipmunks and prairie dogs. *In BSAVA Manual of exotic pets*, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 28-75.
- [31] JUNIUS- BOURDAIN F. Caméléons : biologie, élevage et principales affections. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2006, n°100, 189 p.
- [32] KEEBLE E, MEREDITH A. BSAVA Manual of rodents and ferrets. Quedgley, BSAVA, 2009, 359 p.
- [33] LAKHDAR A. Etude de la fonction venimeuse chez les serpents autochtones et exotiques en France métropolitaine. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 2001, n°117, 64 p.
- [34] McARTHUR S, McLELLAN L, BROWN S. Gastrointestinal system. *In: British Small Animal Veterinary Association Manual of Reptiles*. 2nd Ed., Quedgley, BSAVA, 2004, 210-230.
- [35] MAC CRACKEN T, KEINER RA. Atlas d'anatomie du chien, du chat et des NAC. Les fondamentaux. Paris, Med'Com éditions, 2010, 137 p.
- [36] MACCOLINI E. Etude comparative des aliments industriels pour chéloniens disponibles en France. Thèse Méd. Vét., Lyon, 2010, n°041, 114 p.
- [37] MAROLLEAU S. La consultation du Chinchilla (*Chinchilla lanigera*). Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1996, n°28, 104 p.
- [38] MELLINGER R. Les affections dentaires du lapin de compagnie. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*, 2000, n°1, 63-65.
- [39] MILLEFANTI M. Le gecko. Editions De Vecchi Terrario DVE, Paris, 2003, 95 p.
- [40] NAKAMURA Y, KATAKURA N. *Neuroscience research*, 1995, n° 23, 1-19.
- [41] O'MALLEY B. Clinical anatomy and physiology of exotic species. Elsevier Saunders, 2005, 269 p.

- [42] PAOLANTONI A, REMY C. Carnet de clinique des rongeurs et du lapin de compagnie. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2003, n°31, 385 p.
- [43] POULET S. Les Gerbilles, nouveaux rongeurs de compagnie. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 2004, n°41, 158 p.
- [44] QUINTON JF. Atlas des Nouveaux Animaux de Compagnie Petits Mammifères. Elviesier Masson, 2009, 416 p.
- [45] RAITI P.: Snakes. *In*: BSAVA Manual of exotic pets, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 294-315.
- [46] RIEUTORT M, PICHARD D. Des aliments aux nutriments : les fonctions digestives. *In*: Physiologie animale – Tome 2 Les grandes fonctions, 2nd Ed, Paris, Masson, 1999, 53-78.
- [47] ROBERT- LOIZON C. Contribution à l'étude du canari en tant qu'animal de compagnie. Thèse Méd. Vét., Alfort 2009, n°41, 179 p.
- [48] RUBERTE J, SAUTET J. Atlas d'anatomie du chien et du chat volumes 1 à 3, Barcelone, Université autonome de Barcelone, 1998.
- [49] SAVEY C. Les affections des lézards liées aux conditions de captivité. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2009, n°32, 158 p.
- [50] SAYERS I, SMITH S. Mice, rats, hamsters and gerbils. *In*: BSAVA Manual of exotic pets 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 1-27.
- [51] SCULLION F, SCULLION G. Racing pigeons. *In*: BSAVA Manual of exotic pets, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 188-199.
- [52] STANFORD M.: Cage and aviary birds. *In* BSAVA Manual of exotic pets, 5th Ed, Quedgley, BSAVA, 2009, 167-187
- [53] STORCK- PILOT F. *Physiologie De la Digestion*, Cours et travaux dirigés S7 2010-2011. Polycopié, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité de Physiologie et Thérapeutique, 2010.
- [54] VINCENT J. Alimentation et pathologie nutritionnelle d'*Iguana iguana* en captivité. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2009, n°31, 77 p.
- [55] VINDEVOEGEL H, DUCHATEL JP, et PASTORET PP. Alimentation. *In*: Le Pigeon Voyageur, 2nd édition, Maisons- Alfort, Editions du Point Vétérinaire, 1994, 85-102.

- **Sites internet**

- [56] <http://users.skynet.be/perroquet/perroquets/anatomie/anatomie.htm>, consulté le 05/05/2011.
- [57] http://www.clinvet-auteuil.com/IMG/pdf/Imagerie_endoscopie_chez_reptiles.pdf, consulté le 08/06/2011.
- [58] <http://www.facco.fr/-Population-animale->, consulté le 05/06/2011.
- [59] http://fr.wikipedia.org/wiki/Chien_de_prairie, consulté le 03/06/2011.
- [60] http://fr.wikipedia.org/wiki/Boa_constrictor, consulté le 03/06/2011.
- [61] http://fr.wikipedia.org/wiki/Gekko_gecko, consulté le 03/06/2011.
- [62] http://fr.wikipedia.org/wiki/Gecko_leopard, consulté le 03/06/2011.
- [63] http://fr.wikipedia.org/wiki/Iguana_iguana, consulté le 03/06/2011.
- [64] http://fr.wikipedia.org/wiki/Geochelone_carbonaria, consulté le 03/06/2011.
- [65] http://fr.wikipedia.org/wiki/Tortue_de_floride, consulté le 03/06/2011.
- [66] http://fr.wikipedia.org/wiki/Gris_du_Gabon, consulté le 03/06/2011.

[67] http://fr.wikipedia.org/wiki/Perruche_ondulée, consulté le 03/06/2011.

[68] http://fr.wikipedia.org/wiki/Pigeon_biset, consulté le 03/06/2011.

[69] http://fr.wikipedia.org/wiki/Tourterelle_domestique, consulté le 03/06/2011.

- ***Autres***

[70] Conversations téléphoniques et messages électroniques avec le Dr Quinton, entre le 08/05/2011 et le 10/08/2011.

[71] Conversations téléphoniques et messages électroniques avec le Dr Shilliger, entre le 08/05/2011 et le 10/08/2011.