



OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25313

To cite this version:

Dupont, Audrey . *Gestion de l'alimentation des lapins et des cochons d'Inde en hospitalisation*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2017, 115 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

GESTION DE L'ALIMENTATION DES LAPINS ET DES COCHONS D'INDE EN HOSPITALISATION

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

DUPONT Audrey
Née le 27/07/1990 à Toulouse (31)

Directeur de thèse : Mme Nathalie PRIYMENKO

JURY

PRESIDENT :
M. Claude MOULIS

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Nathalie PRIYMENKO
M. Guillaume LE LOC'H

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Répartition des Enseignants-Chercheurs par Département.

Mise à jour : 03/11/2017

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

ELEVAGE ET PRODUITS/SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRINAIRE	SCIENCES BIOLOGIQUES ET FONCTIONNELLES	SCIENCES CLINIQUES DES ANIMAUX DE COMPAGNIE, DE SPORT ET DE LOISIRS
<p>Responsable : M. SANS</p> <p><u>ALIMENTATION ANIMALE :</u> M. ENJALBERT Francis, PR Mme PRIYMENKO Nathalie, MC Mme MEYNADIER Annabelle, MC</p> <p><u>EPIDEMIOLOGIE :</u> Mathilde PAUL, MC</p> <p><u>PARASITOLOGIE-ZOOLOGIE :</u> M. FRANC Michel, PR M. JACQUIET Philippe, PR M. LIENARD Emmanuel, MC Mme BOUHSIRA Emilie, MC</p> <p><u>HYGIÈNE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS :</u> M. BRUGERE Hubert, PR M. BAILLY Jean-Denis, PR Mme BIBBAL Delphine, MC Mme COSTES Laura, AERC Mme DAVID Laure, MCC</p> <p><u>PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION :</u> M. BERTHELOT Xavier, PR M. BERGONIER Dominique, MC Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, PR Mme HAGEN-PICARD Nicole, PR M. NOUVEL Laurent-Xavier, MC Mme MILA Hanna, MC</p> <p><u>PATHOLOGIE DES RUMINANTS :</u> M. SCHELCHER François, PR M. FOUCRAS Gilles, PR M. CORBIÈRE Fabien, MC M. MAILLARD Renaud, PR M. MEYER Gilles, PR</p> <p><u>PRODUCTION ET PATHOLOGIE AVIAIRE ET PORCINE :</u> Mme WARET-SZKUTA Agnès, MC M. JOUGLAR Jean-Yves, MC M. GUERIN Jean-Luc, PR M. LE LOC'H Guillaume, MC</p> <p><u>PRODUCTIONS ANIMALES AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ÉCONOMIE :</u> M. DUCOS Alain, PR M. SANS Pierre, PR M. RABOISSON Didier, MC</p>	<p>Responsable : Mme GAYRARD</p> <p><u>ANATOMIE :</u> M. MOGICATO Giovanni, MC M. LIGNEREUX Yves, PR Mme DEVIERS Alexandra, MC</p> <p><u>ANATOMIE PATHOLOGIQUE - HISTOLOGIE :</u> M. DELVERDIER Maxence, PR Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, PR Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, PR Mme LACROUX Caroline, PR M. GAIDE Nicolas, AERC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE :</u> Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle, MC</p> <p><u>MICROBIOLOGIE – IMMUNOLOGIE - MALADIES INFECTIEUSES :</u> M. MILON Alain, PR M. BERTAGNOLI Stéphane, PR M. VOLMER Romain, MC Mme BOULLIER Séverine, MC Mme DANIELS Héléne, MC</p> <p><u>BIOSTATISTIQUES :</u> M. CONCORDET Didier, PR M. LYAZRHI Faouzi, MC</p> <p><u>PHARMACIE-TOXICOLOGIE :</u> M. PETIT Claude, PR Mme CLAUW Martine, PR M. GUERRE Philippe, PR M. JAEG Philippe, MC</p> <p><u>PHYSIOLOGIE –PHARMACOLOGIE THERAPEUTIQUE :</u> M. BOUSQUET-MELOU Alain, PR Mme GAYRARD-TROY Véronique, PR Mme FERRAN Aude, MC M. LEFEBVRE Hervé, PR</p> <p><u>BIOCHIMIE :</u> Mme BENNIS-BRET Lydie, MC</p> <p><u>ANGLAIS :</u> M. SEVERAC Benoît, PLPA Mme MICHAUD Françoise, PCEA</p>	<p>Responsable : Mme CADIERGUES</p> <p><u>ANESTHESIOLOGIE</u> M. VERWAERDE Patrick, MC</p> <p><u>CHIRURGIE :</u> M. AUTEFAGE André, PR M. ASIMUS Erik, MC M. MATHON Didier, MC Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, MC Mme PALIERNE Sophie, MC</p> <p><u>MEDECINE INTERNE :</u> Mme DIQUELOU Armelle, MC M. DOSSIN Olivier, MC Mme LAVOUE Rachel, MC Mme GAILLARD-THOMAS Elodie, MCC</p> <p><u>OPHTALMOLOGIE :</u> M. DOUET Jean-Yves, MC</p> <p><u>DERMATOLOGIE :</u> Mme CADIERGUES Marie-Christine, PR</p> <p><u>IMAGERIE MEDICALE</u> M. CONCHOU Fabrice, MC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE. :</u> Mme TRUMEL Catherine, PR</p> <p><u>PATHOLOGIE DES EQUIDES :</u> M. CUEVAS RAMOS Gabriel, MC Mme LALLEMAND Elodie, AERC</p>

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Claude MOULIS,

De la faculté de Pharmacie de Toulouse,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

Hommages respectueux

A Madame le Docteur Nathalie PRIYMENKO,

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse,

Pour sa confiance et son aide dans l'élaboration de ce projet,

Très sincères remerciements

A Monsieur le Docteur Guillaume LE LOC'H,

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Qui a accepté de participer à cette thèse en tant que membre du jury,

Sincères remerciements

TABLE DES MATIERES

Table des illustrations	4
Liste des figures	4
Liste des tableaux	6
Liste des annexes	7
Introduction	9
A- Particularités digestives du lapin et du cochon d'Inde	11
I- Anatomie et physiologie digestive du lapin	11
1) Tête et cavité buccale	11
2) Œsophage et estomac	14
3) Intestin grêle	16
4) Caecum	18
5) Colon	21
6) Comportement alimentaire du Lapin	23
II- Etude des particularités digestives du cochon d'Inde	25
1) Tête et cavité buccale	25
2) Œsophage et estomac	26
3) Intestin grêle	27
4) Caecum	27
5) Colon	27
6) Comportement alimentaire du cochon d'inde	28
III- Physiologie de la caecotrophie du lapin et du cochon d'Inde	29
1) Définitions	29
2) La caecotrophie chez le lapin	29
3) La caecotrophie chez le cochon d'Inde	34
B- Apports recommandés chez le lapin et le cochon d'Inde	37
I- Besoins alimentaires et apports recommandés chez le lapin	37
1) Besoins hydriques	37
2) Besoin énergétique journalier recommandé	37
3) Apport protéique	37
4) Besoins en glucides	38
5) Besoins en lipides	40
6) Besoins en vitamines et minéraux	41
II- Besoins alimentaires et apports recommandés chez le cochon d'Inde	45

1) Besoins hydriques	45
2) Besoin énergétique	45
3) Apports recommandés en glucides	45
4) Apports protéiques recommandés	46
5) Apports lipidiques recommandés	46
6) Apports recommandés en vitamines	46
7) Apports recommandés en minéraux	47
C- Alimentation adaptée lors de prise de nourriture spontanée	49
I- Favoriser l'alimentation spontanée lors de l'hospitalisation du lapin	49
1) Environnement d'hospitalisation adapté au lapin	49
a) Paramètres d'ambiance	49
b) Hébergement	50
c) Enrichissement de l'environnement	51
d) Comment distribuer la nourriture et l'eau ?	52
e) Aide thérapeutique	54
2) Quels aliments proposer en hospitalisation ?	56
a) Fourrages	56
b) Végétaux frais	58
c) Aliments concentrés	59
II- Alimentation spontanée lors de l'hospitalisation du cochon d'Inde	62
1) Environnement d'hospitalisation adapté au cochon d'Inde	62
a) Paramètres d'hébergement et enrichissement de l'environnement	63
b) Distribution de l'eau et de la nourriture	64
c) Aide thérapeutique	64
2) Quels aliments proposer en hospitalisation ?	68
a) Fourrages	68
b) Végétaux frais	68
c) Aliments concentrés	69
III- Conclusion	71
D- Mise en œuvre de l'alimentation assistée	72
I- Les différentes méthodes d'alimentation assistée	72
1) Précautions préalables	72
2) Gavage simple à la seringue	73
a) Réalisation	73
b) Avantages et inconvénients	75
3) Sonde naso-oesophagienne	75

a)	Technique de mise en place de la sonde _____	75
b)	Réalisation du gavage _____	77
c)	Avantages et inconvénients _____	78
4)	Sonde naso-gastrique _____	78
5)	Sonde d'œsophagostomie _____	79
a)	Technique de mise en place de la sonde _____	79
b)	Avantages et inconvénients _____	82
6)	Sonde de gastrostomie _____	83
7)	Nutrition parentérale _____	83
8)	Comparaison des méthodes d'alimentation assistée les plus souvent mises en place _____	85
II-	Aliments adaptés à l'alimentation assistée des NACs herbivores _____	86
1)	Solutions de réalimentation disponibles dans le commerce _____	86
a)	Emeraid® Intensive care herbivore et Sustain herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA) 86	
b)	Supreme science® Recovery Plus et Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni) _____	89
c)	Critical care Oxbow Animal Health® (Oxbow animal Health Omaha, USA) _____	91
d)	Choix d'un aliment utilisable dans le cadre d'une alimentation assistée _____	92
2)	Alternatives aux aliments de gavage du commerce _____	94
E-	Gestion de la caecotrophie lors de l'hospitalisation _____	95
1)	Les enjeux de la caecotrophie lors de l'hospitalisation _____	95
2)	Conséquences d'une privation de caecotrophie _____	97
3)	Cas où la caecotrophie met en danger l'animal _____	98
	Conclusion _____	101
	Bibliographie _____	103
	Annexes _____	111

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

<i>Figure 1 - Dentition normale du lapin domestique (d'après [5]).</i>	12
<i>Figure 2 - Modification des mouvements de mastication en fonction du type d'aliment ingéré (d'après [26]).</i>	13
<i>Figure 3 - Exemple de dentition d'un lapin atteint de malocclusion dentaire (d'après [26]).</i>	13
<i>Figure 4 - Types de muqueuses stomacales du lapin (d'après [5]).</i>	15
<i>Figure 5 - Relation entre le type d'ingestion du lapereau et son pH gastrique (d'après [91]).</i>	16
<i>Figure 6 - Métabolisme caecal des principaux nutriments et formation des produits terminaux de la fermentation (d'après[42]).</i>	20
<i>Figure 7 - Schéma de l'ensemble du système digestif du lapin (d'après [104]).</i>	22
<i>Figure 8 - Budget temps de lapins domestiques nourris avec 4 types de ration : foin seul (HO), granulés et foin (EH), mélange de céréales et foin (MH), mélange de céréales seul (MO) (d'après [86]).</i>	23
<i>Figure 9 - Cavité buccale du cochon d'Inde en position ouverte (d'après [76]).</i>	26
<i>Figure 10 - Anatomie du tube digestif du cochon d'Inde (d'après [69]).</i>	28
<i>Figure 11 - Aspect macroscopique des caecotrophes (à gauche) et des selles dures (à droite) d'un lapin nain (photographies personnelles).</i>	30
<i>Figure 12 - Répartition de l'excrétion des caecotrophes et de l'ingestion d'aliments chez le lapin nain (d'après [28]).</i>	31
<i>Figure 13 - Représentation schématique du mécanisme de séparation colique dit "à remous", spécifique aux Lagomorphes [98].</i>	32
<i>Figure 14 - Mécanisme d'excrétion des caecotrophes et des selles dures [104].</i>	33
<i>Figure 15 -Aspect normal des selles dures (à gauche) et selles molles (à droite) du cochon d'Inde. Photographie personnelle.</i>	35
<i>Figure 16 - Mécanisme de séparation colique du cochon d'Inde, le "piège de mucus"[98].</i>	35
<i>Figure 17 - Position du cochon d'Inde lors du prélèvement des caecotrophes, avec la permission de l'auteur [109].</i>	36
<i>Figure 18 - Devenir des fibres ingérées par le lapin, une fois parvenus à la valvule iléo-caecale(d'après [104]).</i>	39
<i>Figure 19 - Lapin nain bélier et géant des Flandres adultes (Source : http://leszanimauxetcompagn.forumactif.com)</i>	50
<i>Figure 20 - Métabolites de glucocorticoïde dans les matières fécales de lapins soumis ou non à un enrichissement de l'environnement, avant et après un transport (d'après [15].</i>	52
<i>Figure 21 - Aperçu de la grimace douloureuse du lapin. Rétrécissement des fentes palpébrale (à gauche) et positionnement des oreilles en arrière (à droite) (d'après [57]).</i>	54
<i>Figure 22 - Composition des granulés Cuni adult complète fournie par le fabricant : Versela-Laga (Deinze, Belgique)</i>	60
<i>Figure 23 -Conclusion : Pyramide alimentaire du lapin se nourrissant spontanément</i>	62

Figure 24 - Echelle d'expression faciale douloureuse chez le rat (d'après [101]).	65
Figure 25 - Composition de la solution buvable Vitamine C Cobaye, Virbac (Carros, France), données fournies par le fabricant.	67
Figure 26 - Composition des comprimés de vitamine C, Beaphar (Cagnes sur Mer, France), données fournies par le fabricant.	67
Figure 27 - Composition des granulés Optima repas complet d'Hamiform [®] (Ploërmel, France), d'après les informations fournies par le fabricant.	70
Figure 28 - Composition des granulés Cavia complete de Versele Laga [®] (Deinze, Belgique), d'après les informations fournies par le fabricant.	70
Figure 29 - Exemple de seringues utilisables pour le gavage d'un lapin et d'un cochon d'Inde (photographie personnelle).	74
Figure 30 - Méthode de contention d'un lapin nourri à la seringue (photographie personnelle).	74
Figure 31 - Fixation d'une sonde naso-oesophagienne sur un lapin bélier (avec la permission du Dr Huynh) [54].	77
Figure 32 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, localisation de l'incision. (avec la permission de l'auteur [68]).	79
Figure 33 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, mesure de la longueur de la sonde (avec la permission de l'auteur [68]).	80
Figure 34 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, de l'incision vers la cavité buccale (avec la permission de l'auteur [68]).	80
Figure 35 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, insertion dans l'œsophage (avec la permission de l'auteur [68]).	81
Figure 36 - Fixation d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin. (avec la permission de l'auteur [68]).	81
Figure 37 - Pansement sécurisant le tube d'œsophagostomie chez le lapin (avec la permission de l'auteur [68]).	82
Figure 38 - Composition de l'aliment de réalimentation Emerald Intensive Care Herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA). Données fournies par le fabricant .	87
Figure 39 - Composition de l'aliment de réalimentation Emerald Sustain Herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA). Données fournies par le fabricant.	88
Figure 40 - Composition de l'aliment de réalimentation Supreme science [®] Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni). Données fournies par le fabricant.	89
Figure 41- Composition de l'aliment de réalimentation Supreme science [®] Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni). Données fournies par le fabricant.	90
Figure 42 - Composition de l'aliment de réalimentation Oxbow [®] Critical Care et Critical care fine grind (Oxbow animal Health Omaha, USA). Données fournies par le fabricant.	91
Figure 43 - Photographie d'un lapin portant une collerette. Des caecotrophes non ingérés sont visibles autour de lui.(avec la permission de l'auteur [8]).	95
Figure 44 - Exemple de collier lune fabriqué pour un lapin. (avec la permission de l'auteur[8]).	96

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 - Composition chimique moyenne des caecotrophes et des fèces dures du lapin (d'après [45]).</i>	30
<i>Tableau 2 - Teneur en protéines des caecotrophes et des selles dures chez le lapin et le cochon d'Inde (d'après [98]).</i>	34
<i>Tableau 3 - Acides aminés essentiels majoritaires dans les principaux types de végétaux utilisés pour l'alimentation du lapin (d'après [104]).</i>	38
<i>Tableau 4 - Synthèse des apports nutritionnels recommandés chez le lapin domestique à l'entretien (d'après [28, 34, 60, 65, 91, 104]).</i>	44
<i>Tableau 5 - Synthèse des apports nutritionnels recommandés chez le cochon d'Inde domestique à l'entretien (d'après [20, 60, 79, 102]).</i>	48
<i>Tableau 6 - Principales molécules analgésiques et modalité d'utilisation chez le lapin. (d'après [6, 18, 83]).</i>	55
<i>Tableau 7 - Estimation de la qualité nutritionnelle d'un fourrage à partir de critères sensoriels (d'après [23]).</i>	57
<i>Tableau 8 - Composition en calcium et phosphore de différents foin. (d'après [32]).</i>	58
<i>Tableau 9 - Principales molécules analgésiques et modalités d'utilisation chez le cochon d'Inde (d'après [18, 29, 71]).</i>	66
<i>Tableau 10 - Récapitulatif des différentes méthodes employées pour la nutrition assistée, chez le lapin et le cochon d'Inde.</i>	85
<i>Tableau 11 – Comparaison des constituants analytiques des solutions de réalimentation disponibles et des apports recommandés des lapins et des cochons d'Inde.</i>	93
<i>Tableau 12 - Effet d'une privation de caecotrophie sur la digestibilité apparente, en pourcentage, chez un cochon d'Inde nourri au foin de luzerne [20].</i>	97

Liste des annexes

<i>Annexe 1 - Outils de détermination du score corporel du lapin (mis à disposition par la Petfood manufacturer's association - www.pfma.org.uk).</i>	111
<i>Annexe 2 - Outils de détermination du score corporel du cochon d'Inde (mis à disposition par la Petfood manufacturer's association - www.pfma.org.uk).</i>	112
<i>Annexe 3 - Méthode percutanée endoscopique de mise en place d'une sonde de gastrostomie chez le chat [81].</i>	113
<i>Annexe 4 – Exemple d'un calcul de la composition d'une solution de nutrition parentérale complète chez le lapin [96].</i>	114
<i>Annexe 5 - Exemple de végétaux toxiques pour le cochon d'Inde [39].</i>	115

INTRODUCTION

Le nombre de petits mammifères herbivores tenant compagnie aux français ne cesse d'augmenter. En 2016 ils étaient plus de 3,4 millions dont 2,5 millions de lapins. Les cochons d'Inde sont les deuxièmes Nouveaux Animaux de Compagnie (ou NAC) les plus populaires auprès des particuliers. Autrefois ces animaux étaient souvent peu médicalisés, mais de nos jours les vétérinaires sont de plus en plus sollicités pour prendre soin des petits mammifères herbivores.

L'expression d'une douleur ou d'un inconfort est souvent frustrée chez ces espèces. C'est pourquoi, lorsqu'ils sont présentés en consultation, les affections dont ils sont atteints sont souvent à un stade relativement avancé et peuvent nécessiter une hospitalisation. Cependant, le lapin et le cochon d'Inde étant très sensibles au stress, leur hospitalisation est délicate. Des dispositions particulières doivent être prises afin de les accueillir dans les meilleures conditions. Par exemple, ces deux herbivores ne tolèrent pas une anorexie prolongée qui peut provoquer chez eux des désordres digestifs et métaboliques importants. Lors d'une hospitalisation, il est donc capital que ces patients continuent de recevoir les nutriments dont ils ont besoin. Leur alimentation lors de cette période critique doit donc faire l'objet d'une attention particulière de la part des praticiens.

L'objectif de ce travail est de réunir dans un document les éléments permettant d'hospitaliser les lapins ou les cochons d'Inde dans les meilleures conditions et de leur assurer un soutien nutritionnel adapté lors de cette période délicate. Après avoir développé les particularités de l'anatomie et de la physiologie digestive de ces deux espèces ainsi que leurs besoins nutritionnels, nous détaillerons les adaptations à mettre en place pour favoriser une prise de nourriture spontanée. Dans le cas où ces mesures ne seraient pas suffisantes, les modalités de mise en œuvre d'une réalimentation assistée seront présentées. Enfin nous explorerons les problématiques que peut soulever la caecotrophie lors d'une hospitalisation.

A- PARTICULARITES DIGESTIVES DU LAPIN ET DU COCHON

D'INDE

I- Anatomie et physiologie digestive du lapin

Le lapin domestique, issu de la souche européenne sauvage *Oryctolagus cuniculus*, appartient à l'ordre des Lagomorphes. Il en est le seul représentant domestiqué, d'abord pour sa viande et sa fourrure dès le dixième siècle et il est aujourd'hui un animal de compagnie à part entière. C'est un herbivore non ruminant qui pratique la caecotrophie et chez lequel il existe une importante fermentation caeco-colique. Il s'alimente surtout au crépuscule et durant la nuit. Son système digestif est adapté à l'ingestion d'une quantité importante de nourriture riche en fibres dont la densité énergétique est faible, malgré sa petite taille. Son transit digestif dure 19h en moyenne [91].

1) Tête et cavité buccale

Les yeux des lapins ont une position très latérale sur la tête, ce qui leur permet de surveiller leur environnement lorsqu'ils se nourrissent mais pas de voir les aliments sous leur nez. Le choix des aliments repose donc sur l'odeur de ceux-ci ainsi que sur leur texture. Leurs lèvres, en particulier la lèvre supérieure, possèdent de longs poils tactiles qui participent aux choix alimentaires de l'animal. Sa forme fendue de la lèvre supérieure participe activement à la préhension des aliments de telle sorte qu'un lapin en captivité ayant subi une exérèse des incisives parviendrait à se nourrir correctement [94].

Ses dents sont hypsodontes et aradiculaires, ce qui veut dire que les couronnes dentaires sont soumises à une croissance continue issue d'un bourgeon dentaire apical permanent [106]. Elles sont donc limées en se frottant contre les dents de la mâchoire opposée, sauf lors de malocclusions qui peuvent être responsables de lésions buccales. La formule dentaire de cette espèce est la suivante : $2 (I\ 2/1 ; C\ 0/0 ; Pm\ 3/2 ; M\ 3/3) = 28$ (Figure 1). Le lapin possède deux grandes incisives supérieures dites « incisives majeures » en arrière desquelles sont placées deux incisives plus petites dites « mineures », caractéristiques des lagomorphes, alors que la mâchoire inférieure n'est pourvue que d'une paire d'incisives. Les incisives supérieures peuvent croître d'environ 2 mm par semaine et de 2,4 mm pour les incisives inférieures.

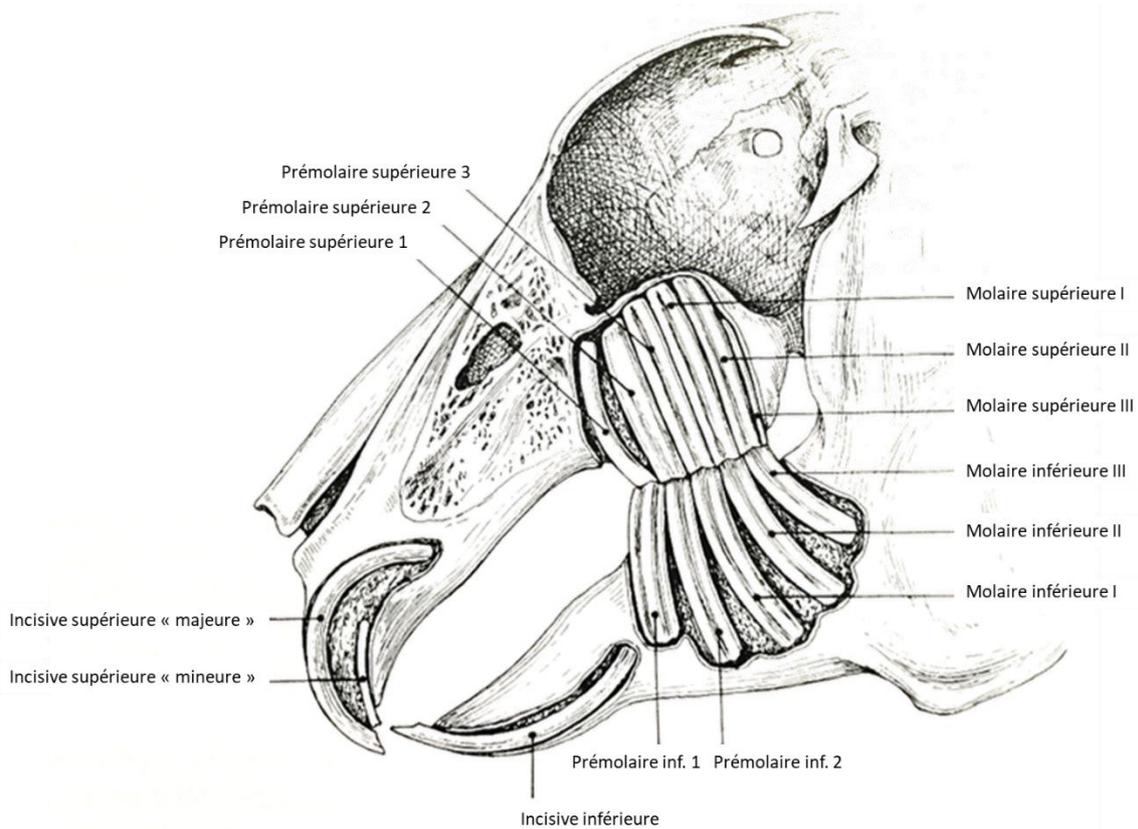


Figure 1 - Dentition normale du lapin domestique (d'après [5]).

Entre les incisives et le reste de la dentition, un diastème, correspondant à un large espace dépourvu de dent, est présent. Cela va permettre, par exemple, l'administration de nourriture à l'aide d'une seringue dont l'extrémité serait introduite dans cet espace. Les prémolaires et les molaires ne sont hypsondantes que sur une seule face (internes pour les dents maxillaires et externes pour les mandibulaires). L'arc maxillaire est physiologiquement plus grand que l'arc mandibulaire. Au repos l'affrontement des dents est donc incomplet, l'usure des dents se fait uniquement par le mouvement de mastication répété que provoque l'ingestion d'aliments riches en fibres. La mastication est en effet très importante chez le lapin, jusqu'à 120 mouvements par minute ont été enregistrés. En revanche, les caecotrophes sont avalés tels quels et ne sont pas mâchés par le Lagomorphe. L'articulation temporo-mandibulaire possède une forme longitudinale qui n'autorise que les mouvements de mastication verticaux et cranio-caudaux mais pas les mouvements latéraux. Du fait de cette articulation et de la présence de muscles jugaux très développés, l'amplitude d'ouverture de la cavité buccale est limitée. De plus, la nature des aliments ingérés influe sur les mouvements de mastication [26]. Les mouvements lors d'ingestion de végétaux riches en fibres provoquent une usure uniforme des dents tandis que si le lapin mâche des aliments concentrés, son mouvement sera de moindre amplitude et n'utilisera qu'une partie de la surface dentaire. Il peut en découler un défaut d'usure sur les

incisives et l'apparition de spicules sur les molaires qui peuvent blesser l'animal (Figure 2) et entraîner un remaniement complet de la dentition du lapin nommé syndrome de malocclusion (Figure 3). Ce syndrome est susceptible de provoquer des douleurs importantes et des abcès dentaires. Il s'agit d'une des principales causes d'anorexie chez le lapin.

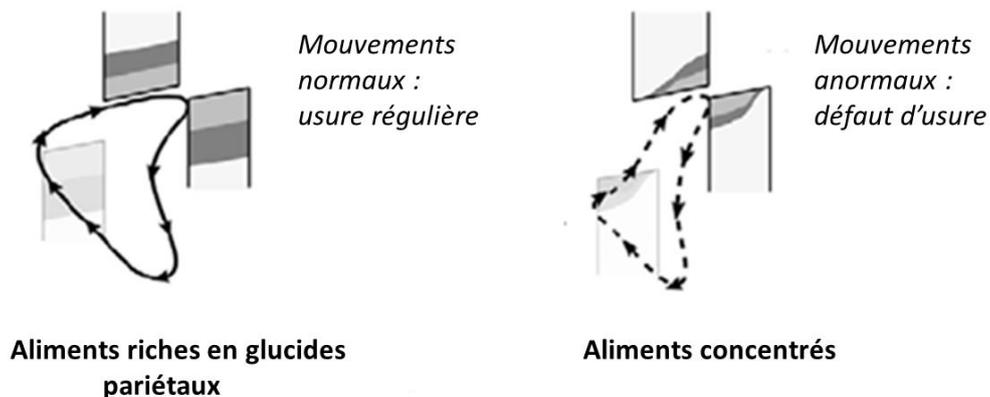


Figure 2 - Modification des mouvements de mastication en fonction du type d'aliment ingéré (d'après [26]).

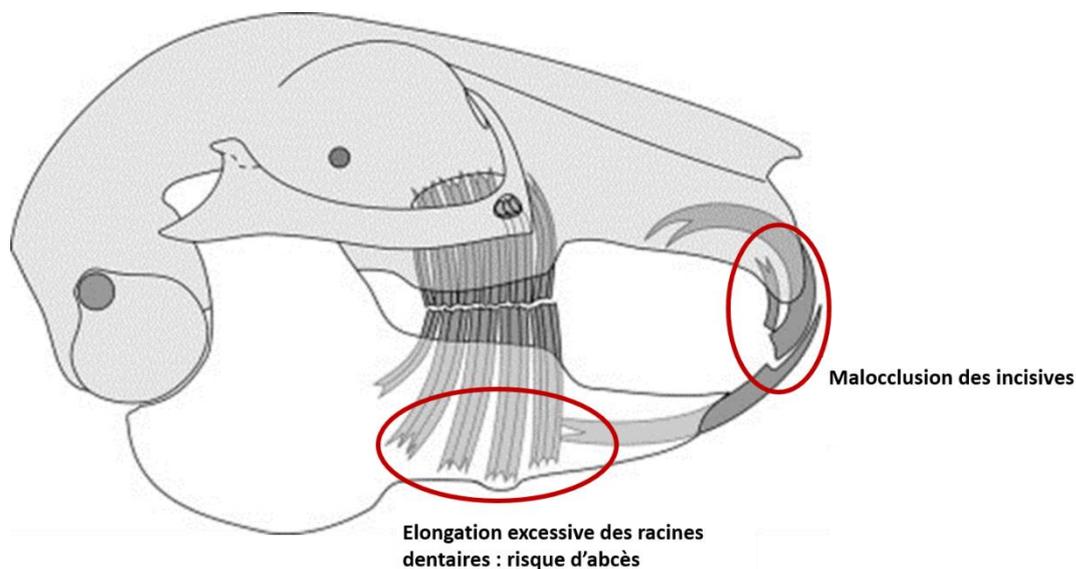


Figure 3 - Exemple de dentition d'un lapin atteint de malocclusion dentaire (d'après [26]).

Lors de la mastication, le bol alimentaire est imprégné de sécrétions salivaires, provenant de quatre types de glandes salivaires : les glandes parotides, mandibulaires, sublinguales et zygomatiques. La digestion des aliments commence dès l'ingestion puisque la salive contient une amylase. En revanche, elle est très pauvre en lipase, contrairement à celle de l'Homme et également en urée, contrairement à celle des Ruminants [94].

2) Oesophage et estomac

L'oesophage mesure 12 à 14 cm chez un lapin adulte d'environ 2,5 kg de poids vif. La partie musculuse de sa paroi est composée de trois couches de muscles striés qui s'étendent jusqu'au cardia. Le bol alimentaire, une fois dégluti, est rapidement acheminé jusqu'à l'estomac par des mouvements de péristaltisme [102].

L'estomac du lapin représente environ un tiers du volume total du tube digestif. Composé d'une fine paroi musculaire, il est comparativement plus gros que celui des autres monogastriques herbivores et se divise en quatre parties : le cardia, le fundus, le corps et le pylore (Figure 4). La musculature du cardia ou sphincter oesophago-stomacal, est très développée ce qui rend les vomissements impossibles dans cette espèce. Physiologiquement, l'estomac du lapin n'est jamais vide, même en dehors des repas, son volume est occupé à 50% par un mélange de fluides, d'aliments, de poils et de caecotrophes. On estime sa capacité à environ 3% du poids vif de l'animal. Le pylore est également très puissant, ce qui favorise la formation de trichobézoards. Ces concrétions de poils et de mucus risquent de provoquer une obstruction digestive. Ce phénomène est amplifié par la diminution de la motricité de l'estomac lors d'une activité physique insuffisante (lapin en captivité, obésité...) Le pH de l'estomac est compris entre 1 et 5 en fonction de son contenu, de la présence de caecotrophes et du temps écoulé depuis la prise de nourriture. Le pH stomacal le plus acide se situe, à titre d'exemple, dans la région du cardia, en l'absence de caecotrophe et 4h après l'ingestion de nourriture [28]. Il est en moyenne autour de 2 ce qui rend cette partie du tube digestif très pauvre en bactéries et autres microorganismes. La muqueuse stomacale est uniquement glandulaire et sécrète de l'acide chlorhydrique ainsi que du pepsinogène qui est activé sous forme de pepsine dans la lumière gastrique et qui débute le processus de digestion des protéines. La durée de séjour moyen des aliments dans l'estomac chez le lapin est comprise entre 3 et 6 heures.

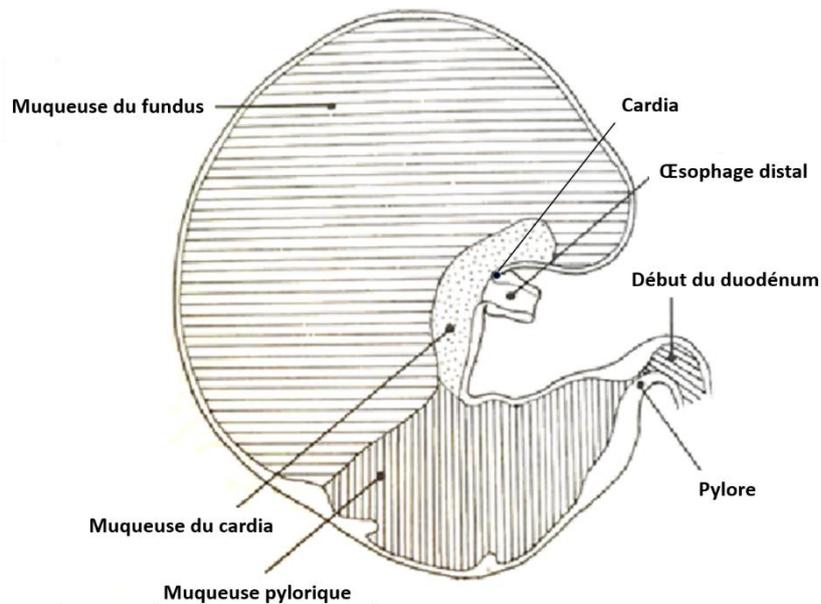


Figure 4 - Types de muqueuses stomacales du lapin (d'après [5]).

- Remarque : Cas particulier du lapereau non sevré

Le pH gastrique du lapereau non sevré est compris entre 5 et 6,5. Jusqu'à l'âge de 10 jours, il ingère exclusivement du lait maternel qui coagule en une pâte pouvant séjourner près de 24h dans son estomac. A un pH plutôt neutre, il serait logique de s'attendre à une prolifération bactérienne importante. Cependant, certains acides gras contenus dans le lait de la mère, notamment les acides hexanoïque et décanoïque, protègent le lapereau des développements bactériens dont il aurait pu être victime. Les anticorps maternels acquis lors de la prise du colostrum constituent une deuxième ligne de défense face aux bactéries. Ces différents mécanismes rendent le système digestif du lapereau de moins de 10 jours quasi stérile [94]. Passé ce délai, le lapereau commence à ingérer les caecotrophes de sa mère et c'est de cette manière que s'établit la flore caecale. Dès 15 jours, il consomme de la nourriture solide et à partir de 20 jours, il commence à émettre des caecotrophes. Dans le même temps, la prise de lait maternel diminue progressivement et c'est à partir de 30 jours que le pH diminue pour tendre vers le pH gastrique d'un lapin adulte, peu propice au développement bactérien. Cette nouvelle défense remplace celles contenues dans le lait maternel qui n'est pratiquement plus ingéré. La protection des lapins en croissance contre les entérites bactériennes dépend donc de la synchronisation entre la baisse de la consommation de lait et la baisse du pH (Figure 5). C'est une période délicate pour l'animal et cela explique que la majorité des infections digestives chez les lapins ait lieu au moment du sevrage. A partir de 12 semaines, le système digestif du lapereau a évolué jusqu'à être identique à celui d'un lapin adulte [43].

Prise de nourriture

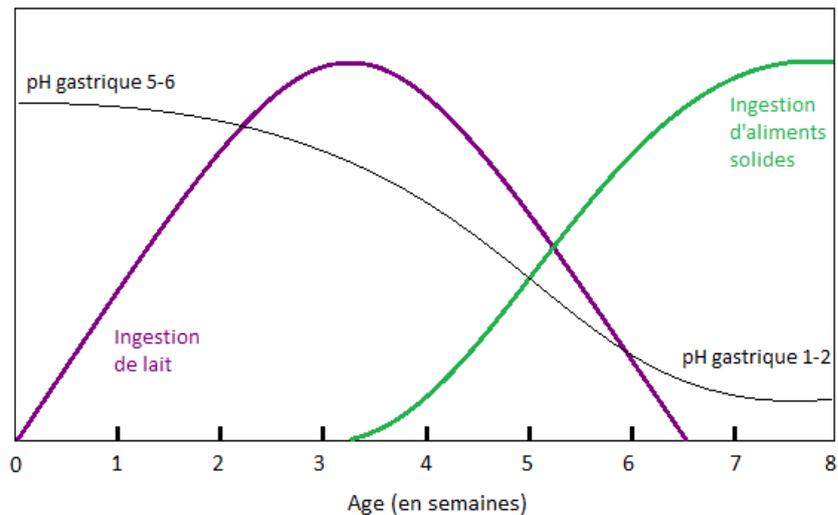


Figure 5 - Relation entre le type d'ingestion du lapereau et son pH gastrique (d'après [91]).

3) Intestin grêle

L'intestin grêle est le siège d'une grande partie de la digestion des aliments et de l'absorption des nutriments. Composé du duodénum, du jéjunum et de l'iléon, il mesure environ 3 mètres, ce qui est relativement court par rapport à celui d'autres espèces domestiques. Son volume représente approximativement 12% du volume du tractus digestif. Le duodénum est le siège du mélange du bol alimentaire avec la bile et le suc pancréatique.

Le canal cholédoque, qui achemine la bile, et le canal pancréatique s'abouchent sur ce segment de manière séparée, contrairement à ce que l'on retrouve chez l'homme, par exemple. En effet l'abouchement du canal cholédoque se trouve au niveau du pylore alors que celui du canal pancréatique se situe 40 cm plus loin, dans la partie terminale du duodénum. Le pancréas a une structure diffuse qu'il est difficile de différencier des structures voisines. Sa partie exocrine produit de nombreuses enzymes responsables de la digestion des graisses, des protéines et d'une partie des glucides [91].

De plus, les glandes de Brunner, contenues dans la sous-muqueuse duodénale, sécrètent une substance mucoïde alcaline qui protège la muqueuse de l'acidité du contenu gastrique.

Le jéjunum est plus long et a une paroi plus fine et moins vascularisée que le segment qui le précède. Le segment suivant, l'iléon, mesure de 15 à 20 cm. Sa paroi s'épaissit progressivement jusqu'à atteindre son épaisseur maximale dans sa partie distale. Il forme alors

une ampoule également appelée *sacculus rotondus* qui constitue une zone de transition entre l'intestin grêle et la partie caeco-colique du tube digestif, au niveau de la valvule iléo-caecale. La présence de ce *sacculus rotondus* constitue une particularité anatomique du lapin. Sa paroi est riche en agrégats de tissus lymphoïdes et en macrophages (Figure 7).

La digestion de la majorité des peptides, lipides et des glucides cytoplasmiques a lieu dans le duodénum et le jéjunum par l'action combinée des enzymes gastriques et pancréatiques. Le produit de cette dégradation est ensuite absorbé au niveau de la bordure en brosse jéjunale.

Le temps de transit dans l'intestin grêle est comparativement plus court que celui des autres herbivores, le chyme traverse le jéjunum en 10 à 20 minutes et l'iléon est franchi en 30 à 60 minutes [104].

La motricité de l'intestin grêle, assurée par les muscles lisses de la paroi, est composée, comme chez tous les mammifères, de deux mouvements ayant chacun un rôle distinct :

- les mouvements de brassage assurent le mélange et le fractionnement du chyme par des contractions intestinales lentes, à intervalle régulier,

- le péristaltisme fait avancer le chyme vers le gros intestin avec une contraction des fibres musculaires en amont et un relâchement en aval. Toutes les fibres sont resserrées au même endroit au niveau de la musculature intestinale, ce qui forme un anneau contractile, poussant le chyme en avançant.

Cette motricité est le résultat de l'activité électrique générée par les cellules interstitielles de Cajal qui jouent le rôle de petits pacemakers de l'intestin. Le contrôle de ces contractions fait intervenir plusieurs types de régulations [1] ; avec :

- une régulation nerveuse intrinsèque : des plexus présents dans la paroi intestinale agissent en fonction de la quantité et de la composition du chyme en provoquant des contractions ainsi que la sécrétion de différentes substances par les glandes composant la paroi (comme les glandes de Brunner, par exemple, qui libèrent des substances alcalines).

- une régulation nerveuse extrinsèque, d'origine centrale : le système parasympathique, par le biais de l'acétylcholine, stimule la motricité de l'intestin grêle via le nerf vague. A l'inverse, le système sympathique inhibe les mouvements digestifs par le biais de son neurotransmetteur, la noradrénaline. En cas de stress, le

système sympathique est stimulé, ce qui prédispose l'animal au syndrome de stase ou d'iléus paralytique [104].

- une régulation hormonale : les hormones interviennent dans la régulation de la motricité digestive et ont aussi une action sur la sécrétion des différents sucs digestifs. La gastrine est principalement produite au niveau de l'estomac lors de distension stomacale ou de stimulation du nerf vague. Elle stimule les contractions de l'estomac et la libération d'acide dans le suc gastrique. La molitine est produite au niveau des cellules entérochromaffines du duodénum et du jéjunum et renforce les contractions gastro-intestinales, elle favorise également la vidange gastrique. La production de cette hormone est augmentée dans le cadre d'un régime riche en lipides et diminue lors de l'ingestion de glucides digestibles [91]. Enfin la cholécystokinine est produite au niveau du duodénum et sa sécrétion est stimulée par la présence de protéines et de lipides. Elle inhibe la vidange gastrique et stimule celle de la vésicule biliaire et la sécrétion d'enzymes pancréatiques.

Au niveau de la jonction iléo-caecale 80% des acides aminés et des glucides digestibles du bol alimentaire ont été absorbés [59]. Les fibres ne sont pratiquement pas altérées dans l'intestin grêle et sont acheminées jusqu'au caecum.

4) Caecum

Le caecum du lapin est très volumineux comparativement à celui des carnivores : il mesure environ 40 cm de long pour 3 à 4 cm de large au maximum. Le caecum représente chez le lapin plus de 40% du volume total de l'appareil digestif. Il est constitué d'une seule ampoule de paroi fine dont le diamètre diminue en allant vers son extrémité et qui s'enroule sur elle-même (Figure 7).

Le caecum est divisé en deux parties ; une partie proximale et une partie distale [5] :

- la partie proximale constitue la base du caecum et débute par l'abouchement du *sacculus rotundus* mais également par le départ du colon appelé *ampulla caecalis coli*. La muqueuse de cette partie est fine et d'aspect bosselé.
- la partie distale est appelée appendice vermiforme. Elle représente environ un tiers de la longueur du caecum et est beaucoup plus étroite (son diamètre maximum se situe autour de 9 mm). Sa muqueuse est plus épaisse et composée quasi exclusivement de

tissu lymphoïde. Elle produit des ions bicarbonates qui tamponnent le contenu caecal et assurent une relative stabilité du pH du milieu [91].

Le bol alimentaire séjourne entre 10 et 25 heures dans le caecum. C'est lors de ce séjour que les fermentations des fibres ont lieu sous l'action de la flore caecale, tout comme la digestion des lipides et des protéines résiduelles. Le milieu caecal est particulièrement propice au développement bactérien du fait de son pH peu variable (5,9-6,8), de sa forte humidité, de sa température élevée ainsi que de la richesse nutritionnelle de son contenu, fruit d'une digestion incomplète.

La microflore caecale est mal connue car elle est très diversifiée et elle comporte en outre de nombreuses espèces difficilement cultivables. Au fil des ans, les chercheurs ont mis en évidence la présence de plusieurs types de micro-organismes dans le caecum, avec, en l'absence d'anomalie [94] :

- des levures telles que *Saccharomyces guttulatus* (10^6 /g de contenu caecal chez un lapin adulte sain) qui semblent être un constituant de la flore commensale du lapin mais dont la proportion augmente lors de troubles digestifs,
- des bactéries anaérobies facultatives parmi lesquelles les entérobactéries sont prépondérantes par rapport aux streptocoques,
- des bactéries anaérobies strictes, GRAM négatives, comme le genre *Bacteroides* qui est prévalent dans la totalité des segments digestifs du lapin. Dans le contenu caecal, ces bactéries sont présentes à plus de 10^9 par gramme. Des bactéries sporulées sont également présentes, bien que 100 à 1000 fois moins nombreuses. Elles appartiennent aux genres *Clostridium*, *Acuformis* et *Endosporus*,
- les lactobacilles et *Escherichia coli* sont généralement absents de la flore caecale du lapin. On ne les retrouve que chez des animaux nourris avec une forte proportion de glucides hautement digestibles et une faible proportion de fibres. Elles sont susceptibles de se développer en grand nombre lorsque le pH caecal augmente [104].

L'équilibre de cette flore est fragile, sa composition est fortement dépendante du milieu caecal. En cas de perturbation de cet équilibre, appelé dysbiose, des bactéries potentiellement

pathogènes se développent de manière anormale, ce qui engendre des troubles digestifs sévères chez le lapin. Ce genre d'affection est fréquemment rencontré en clinique et peut engager le pronostic vital de l'animal. Tout ce qui modifie les caractéristiques physico-chimiques du milieu caecal peut engendrer ce type de trouble : l'usage inadéquat d'antibiotiques, une alimentation déséquilibrée (riche en protéines et en glucides digestibles, pauvre en fibres), la sédentarité, le stress sont des facteurs de risque importants.

La dégradation des nutriments par la flore aboutit à la production de divers composés, dont les principaux sont des composés utilisés pour le métabolisme bactérien, plus des acides gras volatils (AGV), de l'ammoniac (NH_3), et des gaz tels que le méthane, l'hydrogène et le dioxyde de carbone (Figure 6). Une partie des acides gras volatils est absorbée et peut couvrir près de la moitié des besoins énergétiques du lapin adulte [42]. Il s'agit notamment des acides acétique, propionique et butyrique, dont les proportions de production sont différentes de celles des ruminants : 60-80 % de C_2 , 3-10 % de C_3 , et 8-20 % de C_4 , en moyenne chez le lapin. Ces proportions sont toutefois dépendantes de l'alimentation de celui-ci. [42]. Il a été montré que le taux d'acide butyrique sous forme non ionisée a une influence négative sur le péristaltisme ; or, sa production est moins importante lorsque l'animal ingère une quantité importante de fibres. L'augmentation du taux de fibres dans l'alimentation a donc un effet stimulant sur le péristaltisme gastro-intestinal [28].

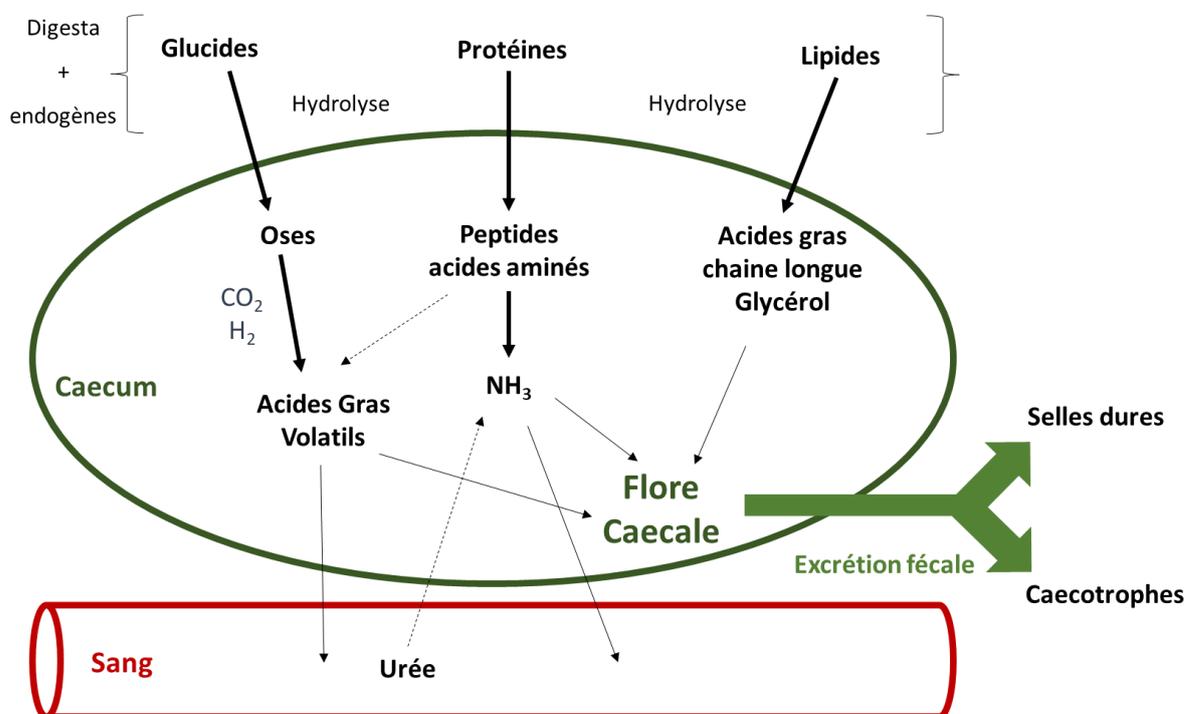


Figure 6 - Métabolisme caecal des principaux nutriments et formation des produits terminaux de la fermentation (d'après[42]).

5) Colon

Le colon est d'un calibre plus faible que le caecum. Il est en revanche beaucoup plus long puisqu'il peut mesurer jusqu'à 2 m de long et possède une paroi d'aspect bosselé sur toute sa longueur [5]. Il est divisé de manière fonctionnelle en deux parties : avec le colon ascendant et le colon descendant, séparés par une structure de 3 à 4 cm de long dotée d'une paroi épaisse nommée *fusus coli*, particularité anatomique des Lagomorphes.

Le colon ascendant présente des bosselures (ou haustra) très régulières et marquées, dues à la présence de trois bandes musculaires longitudinales appelées *tænia*, tandis que les bosselures du colon descendant sont irrégulières car cette portion est dépourvue de *tænia colique*. Séparant ces deux parties, le *fusus coli* est souvent appelé le pacemaker du colon car il est responsable, en association avec le système nerveux autonome, de la régulation de la motricité colique. Le colon proximal, ou ascendant, est fonctionnellement séparé en deux : la première partie, proche du caecum, est parcourue par de nombreuses contractions péristaltiques et antipéristaltiques, responsables de la séparation des particules digestibles et non digestibles. Son contenu est d'ailleurs semblable à celui du caecum. La seconde partie du colon proximal est le lieu de formation des caecotrophes, qui est complètement terminée à l'entrée du *fusus coli*.

Le colon distal, ou descendant, est responsable de l'excrétion des deux types de fèces produites chez le lapin : les selles dures et les selles molles ou caecotrophes [104]. A l'inverse de son effet sur l'intestin grêle, le stress va accélérer la motricité du colon distal [78]. Le colon est également le siège de l'absorption d'eau et d'acides gras volatils. La formation, l'excrétion et le devenir des caecotrophes seront abordés plus en détail dans une partie consacrée à la caecotrophie.

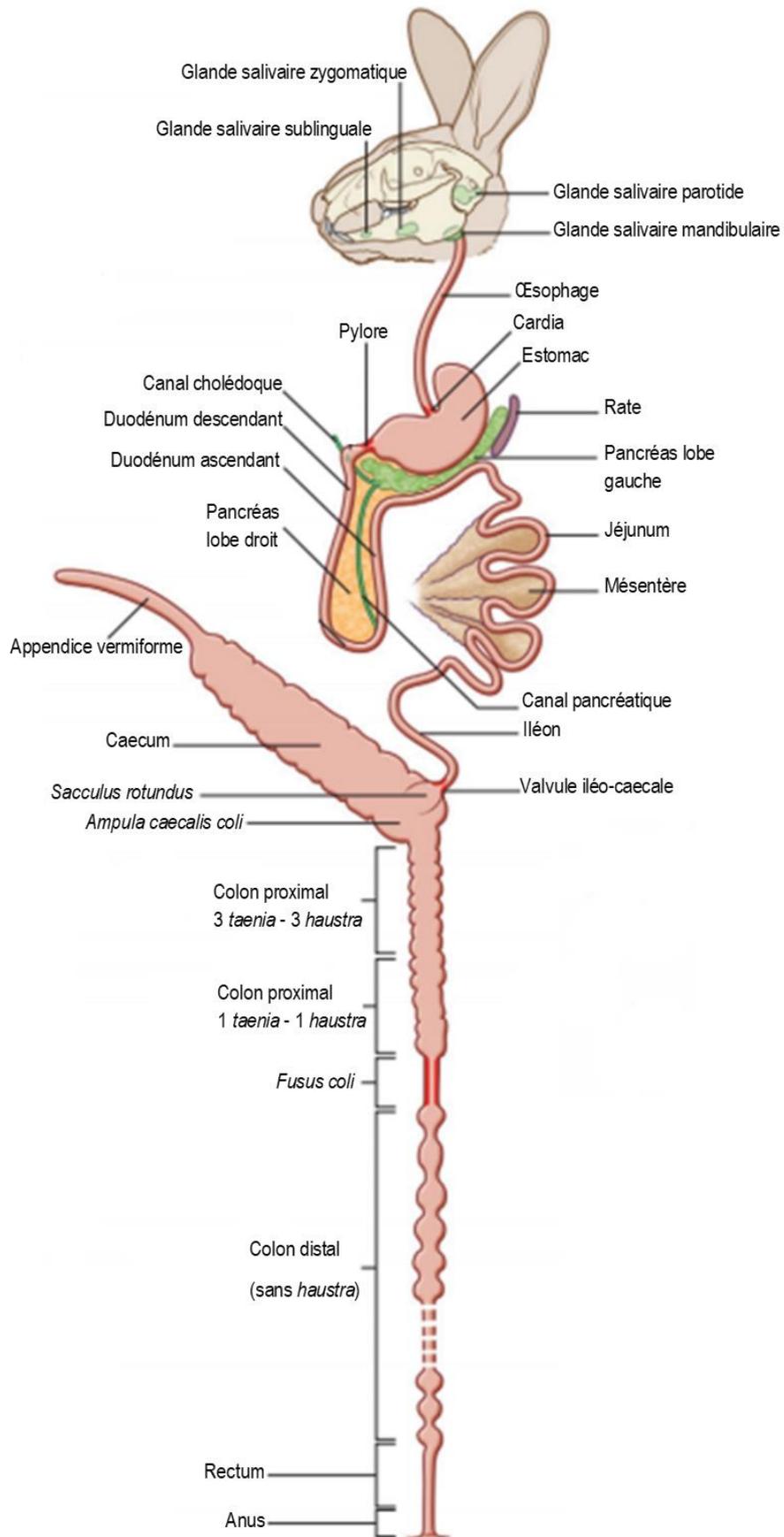


Figure 7 - Schéma de l'ensemble du système digestif du lapin (d'après [104]).

6) Comportement alimentaire du Lapin

A l'état sauvage, les lapins passent entre 30 et 70% de leur temps à pâturer, principalement en fin d'après-midi et la nuit, des aliments relativement pauvres en énergie et riches en fibres. Les premières heures du jour sont passées dans les terriers et c'est à ce moment-là qu'a lieu la caecotrophie. Les lapins domestiques présentent spontanément le même type de comportement alimentaire au cours de la journée : leur prise alimentaire est répartie en 30 repas en moyenne de 4 à 6 minutes, plutôt à l'aube et au crépuscule [91]. Ces données ne sont valables que lorsque le régime alimentaire fourni est adapté. En effet, les lapins nourris exclusivement avec des aliments concentrés et sans accès à du foin consomment très rapidement leur nourriture quotidienne et risquent de développer des comportements stéréotypés, comme du toilettage excessif ou du mâchonnement [86].

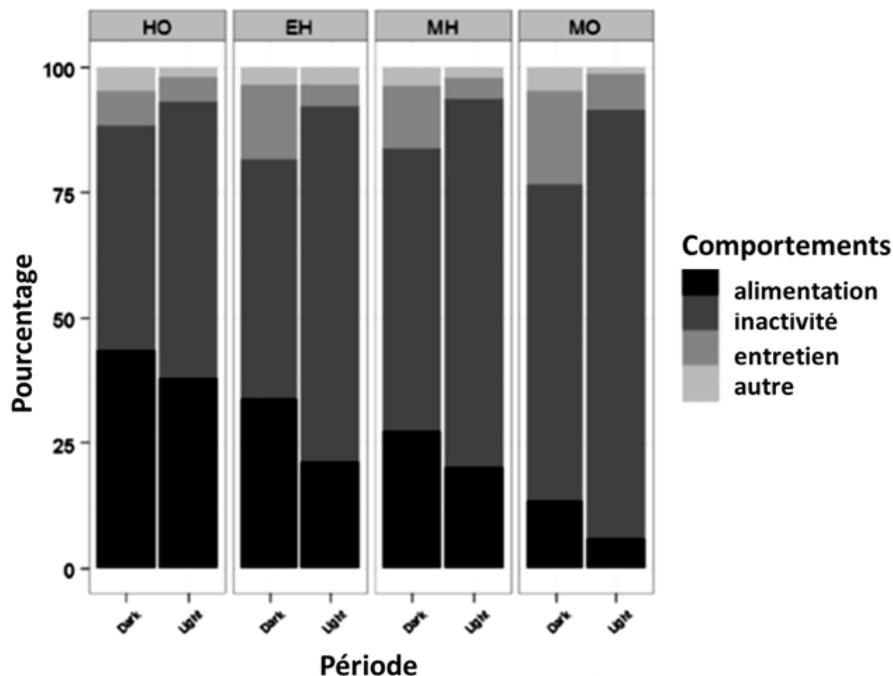


Figure 8 - Budget temps de lapins domestiques nourris avec 4 types de ration : foin seul (HO), granulés et foin (EH), mélange de céréales et foin (MH), mélange de céréales seul (MO) (d'après [86]).

L'étude de Prebble et al (2015), de laquelle est extraite la Figure 8, avait pour but d'observer l'influence de l'alimentation du lapin en captivité sur son comportement et sur son budget temps au cours de la journée. Les lapins ont été soumis à des périodes de clarté et d'obscurité successives, ce qui a permis aux auteurs d'étudier également l'effet de la lumière sur ces paramètres. Tout régime alimentaire confondu, les lapins passent plus de temps à se

nourrir dans l'obscurité qu'en pleine lumière. De plus, lorsqu'ils sont nourris exclusivement avec des aliments concentrés, le temps dédié à la prise de nourriture est divisé par trois par rapport à une alimentation à base de foin seul. Avec des granulés, le temps d'éveil, consacré au toilettage, ou à des comportements exploratoires est plus que doublé, tandis que les périodes d'inactivité sont significativement augmentées, par rapport aux régimes alimentaires incluant du foin. Le toilettage excessif augmente la probabilité de formation de trichobézoards qui peuvent causer des obstructions digestives tandis que l'inactivité accrue est un facteur de risque de survenue de stase digestive. Un régime dépourvu de foin semble donc entraîner chez le lapin en captivité une augmentation des comportements pouvant être délétères pour sa santé.

En situation de libre choix, la sélection des aliments repose sur l'odeur de ceux-ci ainsi que leur texture. Les lapins sauvages ingèrent en premier les parties des végétaux les plus tendres et riches en énergie au détriment des composants les plus riches en fibres. Cette préférence se retrouve également en captivité puisque devant plusieurs aliments de diverses valeurs nutritionnelles, le lapin ingérera préférentiellement les aliments les plus riches en nutriments et en énergie. Or, la teneur en fibres des aliments influence le temps de mastication et donc l'usure des dents de l'animal. Si son régime est composé principalement de céréales, la mastication sera réduite et un défaut d'usure des dents risque d'entraîner une malocclusion dentaire à l'origine de lésions buccales ou linguale [59]. Ce faible apport en fibres peut également avoir des conséquences sur la flore caecale et sur le péristaltisme intestinal (voir partie caecum).

De par son comportement alimentaire, le lapin confronté à une ration inadaptée peut développer de graves affections digestives. C'est pourquoi il est extrêmement important de fournir aux Lagomorphes domestiques une alimentation conforme à leurs besoins [45].

Cette exigence particulière en matière de nutrition est également présente chez les Caviomorphes. En effet, les cobayes possèdent des caractéristiques digestives communes à l'espèce que nous venons d'étudier, mais aussi des particularités anatomiques et physiologiques qui seront développées dans le chapitre suivant.

II- Etude des particularités digestives du cochon d'Inde

Le cochon d'Inde ou *Cavia porcellus* est originaire d'Amérique du Sud où il est domestiqué depuis des milliers d'années, principalement pour la consommation de sa viande. Ce végétarien strict est un rongeur qui appartient au sous-ordre des Caviomorphes. Tout comme le lapin, il est monogastrique et donc non ruminant, mais présente une fermentation caecocolique et pratique la caecotrophie. Son tube digestif est très long, puisqu'il mesure en moyenne plus de deux mètres, ce qui explique que son transit soit plutôt lent. En effet, le temps de transit des aliments dans le tube digestif est en moyenne de 20 heures. Compte tenu de sa digestion relativement lente, le cobaye est particulièrement prédisposé aux stases digestives, aux cétozes et aux météorismes.

1) Tête et cavité buccale

La cavité buccale du cochon d'Inde est étroite et son ouverture est limitée ce qui rend son examen difficile sans matériel adapté. Le cochon d'Inde possède 20 dents au total, sa formule dentaire est la suivante :

$$2x (I 1/1 C 0/0 P 1/1 M 3/3) = 20$$

Le nombre de dents du cobaye est inférieur à celui du lapin. Comme tous les rongeurs, il possède seulement une paire d'incisives supérieures, contrairement aux Lagomorphes, et une paire d'incisives inférieures. Un long diastème les sépare d'une paire de prémolaires supérieures et inférieures ainsi que de trois paires de molaires inférieures et supérieures, anatomiquement semblables aux prémolaires. Les prémolaires et les molaires sont communément appelées dents jugales. Les dents jugales maxillaires ont une croissance orientée vers les joues alors que les dents mandibulaires sont dirigées vers la langue. Le plan occlusal de ces dents est donc incliné de 30° vers la langue (figure 9). Le cochon d'Inde possède des dents aradicaire et hypsodontes, comme celles du lapin. Elles sont donc soumises à une croissance continue qui peut engendrer des problèmes de malocclusion en cas de défaut d'usure. Ce sont les dents jugales qui sont concernées en priorité, les malocclusions incisives étant le plus souvent consécutives aux malocclusions des molaires ou des prémolaires [67].

En plus des quatre paires de glandes salivaires majeures que possède également le lapin : les glandes parotides, mandibulaires, sublinguales et zygomatiques (ou molaires), une paire de glandes salivaires mineures dites sublinguales existent aussi chez le cochon d'Inde. La

composition de la salive des deux mammifères est proche. La langue de cet animal est large et sa base est en continuité avec le palais mou. L'oropharynx est en communication avec le reste du pharynx via une perforation du palais mou : l'ostium palatin [92]. Des précautions sont à prendre lors d'introduction de sonde par la cavité buccale car elles risquent de se glisser dans cet ostium et d'endommager le palais mou.

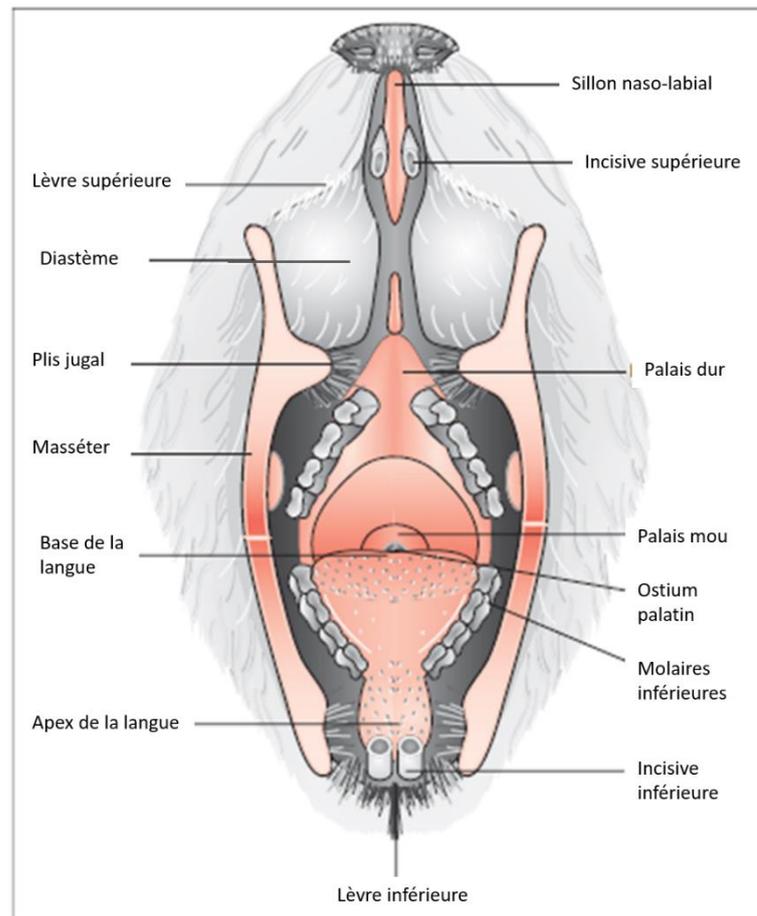


Figure 9 - Cavité buccale du cochon d'Inde en position ouverte (d'après [76]).

2) Oesophage et estomac

L'œsophage du cobaye ne présente pas de particularité notable par rapport à celui du lapin.

L'estomac du cochon d'Inde se partage en 4 parties comme chez le lapin, avec : cardia, fundus, corps et pylore. Il possède une muqueuse totalement glandulaire, ce qui est une particularité par rapport aux autres rongeurs [76]. Sa capacité d'environ 15 ml est relativement moins importante que celle du lapin. Les premiers aliments quittent l'estomac 4 à 6 heures de

l'ingestion mais l'évacuation n'est complète que plusieurs jours après. L'estomac du cochon d'Inde n'est donc jamais vide [102].

3) Intestin grêle

Comme chez le lapin, l'intestin grêle du cochon d'Inde est composé de trois parties : duodénum, jéjunum et iléon. Il mesure 125 cm de long en moyenne, le jéjunum étant la plus longue partie puisqu'il mesure environ 90 cm [39].

4) Caecum

Le caecum du cochon d'Inde représente à lui seul plus de la moitié du volume total du tube digestif [48]. Il est composé de trois parties : la tête, d'où arrive l'iléon et d'où part le colon ascendant et qui est la plus volumineuse, le corps et la pointe (Figure 10). Il dispose de 3 *tænia caeci* séparant des bosselures, les *haustra*. La flore caecale du cobaye est majoritairement composée de bactéries Gram +, les plus représentées étant des lactobacilles [50]. Le caecum et la partie proximale du colon sont le siège de la fermentation bactérienne du bol alimentaire. Les acides gras volatils qui en résultent sont directement absorbés à travers la muqueuse caecale pour la plus grande partie, le reste étant absorbé au niveau du colon. La proportion relative de l'acide acétique, propionique et butyrique est semblable à celle du lapin [20]. Un certain nombre de molécules issues de la fermentation, telles que les vitamines ou les protéines issues de la flore caecale, ne sont pas directement absorbées lors de leur formation, mais excrétées dans les fèces. Elles seront réingérées car le cochon d'Inde est caecotrophe.

5) Colon

D'une longueur de 75 à 100 cm, le colon est divisé en trois parties : le colon ascendant, transverse et descendant. Il représente 40% de la longueur totale du tube digestif. Le colon ascendant est constitué d'anses intestinales spiralées longées par un sillon (Figure 10). Contrairement à celui des Lagomorphes, le colon proximal du cochon d'Inde ne possède pas d'*Haustra*, ni de *fusus coli*, cependant la face mésentérique de la muqueuse colique forme un sillon profond qui va participer à la séparation des particules digestibles et indigestibles [76]. Une partie des particules digestibles ainsi que les résidus de la flore caecale sont piégés dans ce sillon et entourés de mucus. Ce mélange est ensuite acheminé vers le caecum [52]. Le colon est le siège de la formation des fèces. Les résidus bactériens et des petites particules sont évacués

dans des selles humides qui seront réingérées alors que les particules indigestibles sont évacuées au sein de selles sèches. Le mécanisme de séparation des fèces est différent de celui du lapin. Cette spécificité sera développée dans la partie dédiée à la physiologie de la caecotrophie.

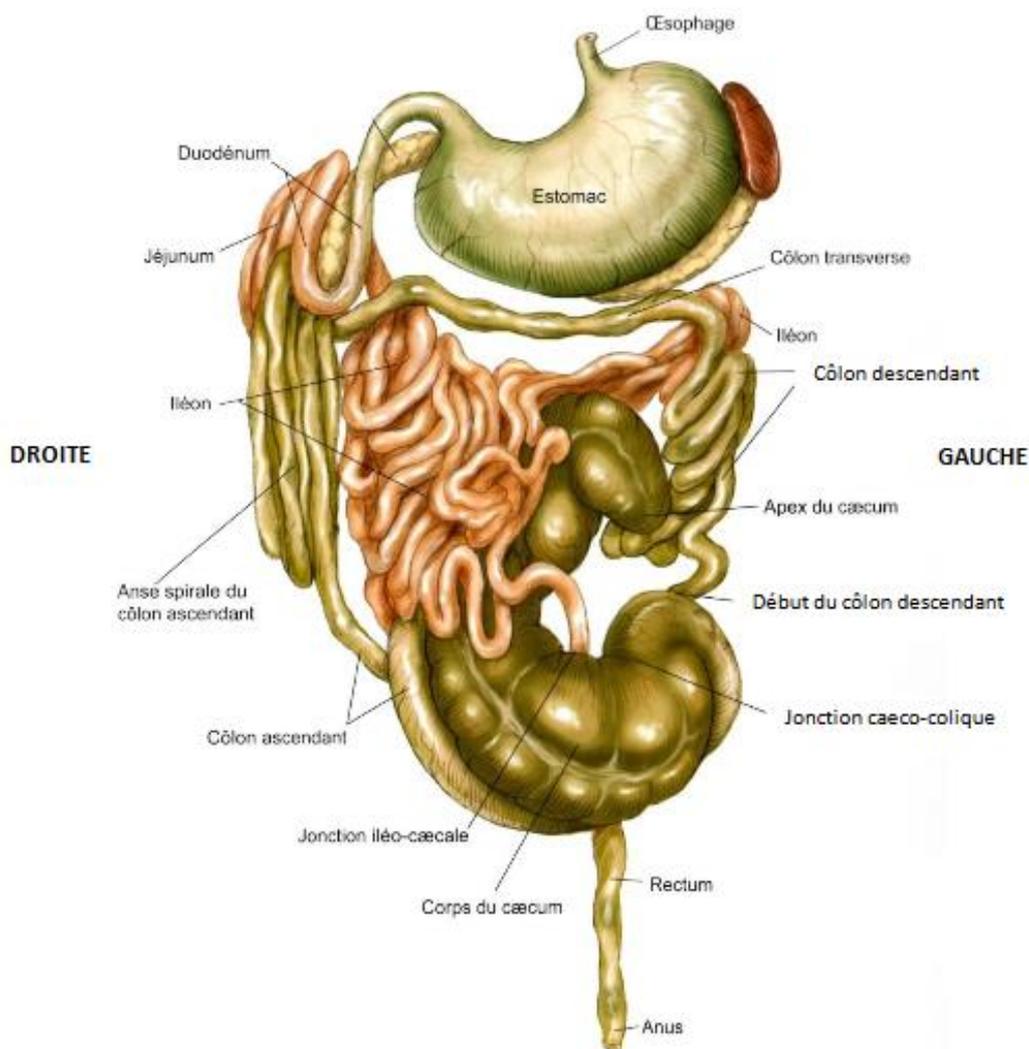


Figure 10 - Anatomie du tube digestif du cochon d'Inde (d'après [69]).

6) Comportement alimentaire du cochon d'inde

Le cochon d'Inde est un animal social, qui apprécie la présence de ses congénères. En captivité il prend de multiples petits repas dans la journée. Il développe très jeune ses préférences alimentaires et pourrait être qualifié de néophobe, car il est réfractaire à tout changement dans son régime alimentaire mais également dans son environnement, une fois adulte, ce qui va constituer un enjeu important lors de son hospitalisation [82].

III- Physiologie de la caecotrophie du lapin et du cochon d'Inde

1) Définitions

La caecotrophie correspond à la production de deux types de fèces et à l'ingestion d'un des deux types d'excréments : les caecotrophes. Chez les petits mammifères herbivores pratiquant la fermentation caeco-colique, la consommation des caecotrophes entraîne une valorisation des protéines d'origine bactérienne et des vitamines synthétisées par la flore caecale [66].

Il convient de bien différencier ce phénomène de la coprophagie. En effet, l'amalgame est souvent fait entre ces deux pratiques. Un animal coprophage produit un seul type de fèces et en consomme une partie occasionnellement ou de manière systématique. Ce phénomène est observé dans de nombreuses espèces. Certains la pratique fréquemment (les rats et les porcs par exemple), alors que pour d'autres elle est plus anecdotique et peut être le signe d'une pathologie comportementale, nutritionnelle ou digestive, comme c'est le cas chez le chien et le cheval adulte, par exemple [66].

2) La caecotrophie chez le lapin

Le contenu des caecotrophes du lapin est constitué pour moitié par des corps bactériens et pour l'autre moitié par des résidus alimentaires non totalement dégradés, ainsi que par des restes des sécrétions du tube digestif. Les corps bactériens représentent un apport appréciable de protéines de haute valeur biologique, ainsi que de vitamines hydrosolubles. La caecotrophie présente donc un réel intérêt nutritionnel, puisque chez un lapin sain (nourri avec une alimentation équilibrée), elle fournit de 15 à 25% des protéines ingérées [44] et la totalité des apports nutritionnels recommandés en vitamines B et K [28].

Les caecotrophes et les fèces dures sont très différents, tant au niveau macroscopique que dans leur composition. En effet, les premiers sont petits, recouverts de mucus, très odorant et regroupés en grappe (Figure 11). En revanche, les secondes sont rondes, sèches et de plus grande taille, autour de 0,8 cm de diamètre pour un lapin nain adulte. La composition des caecotrophes est proche du contenu caecal, contrairement à celle de selles dures plus riches en cellulose brute et moins hydratées (voir Tableau 1).

Les protéines contenues dans les caecotrophes sont, pour plus de 80% d'origine bactérienne [91]. Les acides gras volatils, produits par la flore caecale, sont absorbés en quasi-totalité dans l'organisme avant l'émission des caecotrophes mais les protéines et les vitamines sont digérées après leur ré-ingestion dans les selles molles.



Figure 11 - Aspect macroscopique des caecotrophes (à gauche) et des selles dures (à droite) d'un lapin nain (photographies personnelles).

Tableau 1 - Composition chimique moyenne des caecotrophes et des fèces dures du lapin (d'après [45]).

	Caecotrophes	Fèces dures
Matière sèche (%)	18-37	48-66
Protéines (% MS)	21-37	9-25
Cellulose brute (% MS)	14-33	22-54
Lipides (% MS)	1,0-4,6	1,3-5,3
Minéraux (% MS)	6-18	3-14

Les selles molles contiennent également 4 à 6 fois plus de vitamines B que les fèces dures. Elle couvrent notamment la totalité des apports en riboflavine (B₂) et en acide pantothénique (B₅) [100].

Les caecotrophes sont rarement visibles puisqu'ils sont prélevés directement aux marges de l'anus et avalés sans mastication par le lapin. Leur excrétion suit un rythme circadien (Figure 12) :

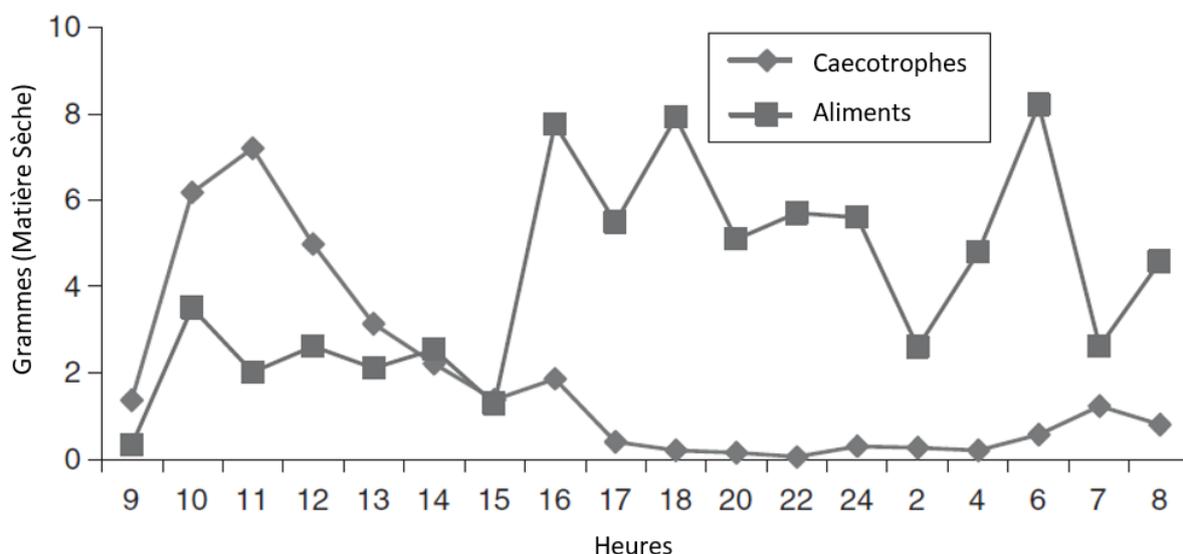


Figure 12 - Répartition de l'excrétion des caecotrophes et de l'ingestion d'aliments chez le lapin nain (d'après [28]).

Chez un lapin disposant toute la journée de nourriture à volonté, la caecotrophie se déroule surtout le matin et jusqu'au milieu de l'après-midi. Au contraire, la prise de nourriture et l'émission de fèces dures ont lieu principalement durant les périodes où l'animal est placé dans l'obscurité, avec un pic d'ingestion au moment du crépuscule et un autre peu avant l'aube (Figure 12). Cette répartition est modifiée en cas de restriction alimentaire, dans ce cas l'excrétion des caecotrophes survient environ 5h après le retrait de la nourriture [53].

Le colon proximal est le siège de la formation des deux types de fèces, ce dualisme fécal repose sur une séparation des particules digestibles et non digestibles [37]. Les particules digestibles présentes dans le colon sont plaquées contre la muqueuse et sont ramenées dans le caecum par un mouvement antipéristaltique. En revanche, les particules indigestibles sont rapidement évacuées via les fèces dures [35, 94, 98, 104].

Lors de la phase d'excrétion des selles dures, le colon proximal est traversé d'une alternance de contractions péristaltiques et antipéristaltiques provoquant la séparation des particules supérieures à 0,3 mm de long, qui restent dans la lumière colique, tandis que les fluides et les plus petites particules sont plaqués contre les bosselures formées par la muqueuse (ou *haustra*) et ramenées vers le caecum (Figure 13). Une sécrétion d'eau à travers la paroi du colon proximal favorise le mélange et le tri des particules. Les particules de grande taille sont acheminées vers le colon distal, une partie importante de l'eau les accompagnant est alors réabsorbée via la muqueuse colique, tout comme certains électrolytes et les acides gras volatils résiduels. Ce mécanisme de séparation colique qualifié de « lavage à remous » est propre aux Lagomorphes

[38, 98]. Nous verrons dans la partie suivante que ce phénomène est différent chez le cochon d'Inde.

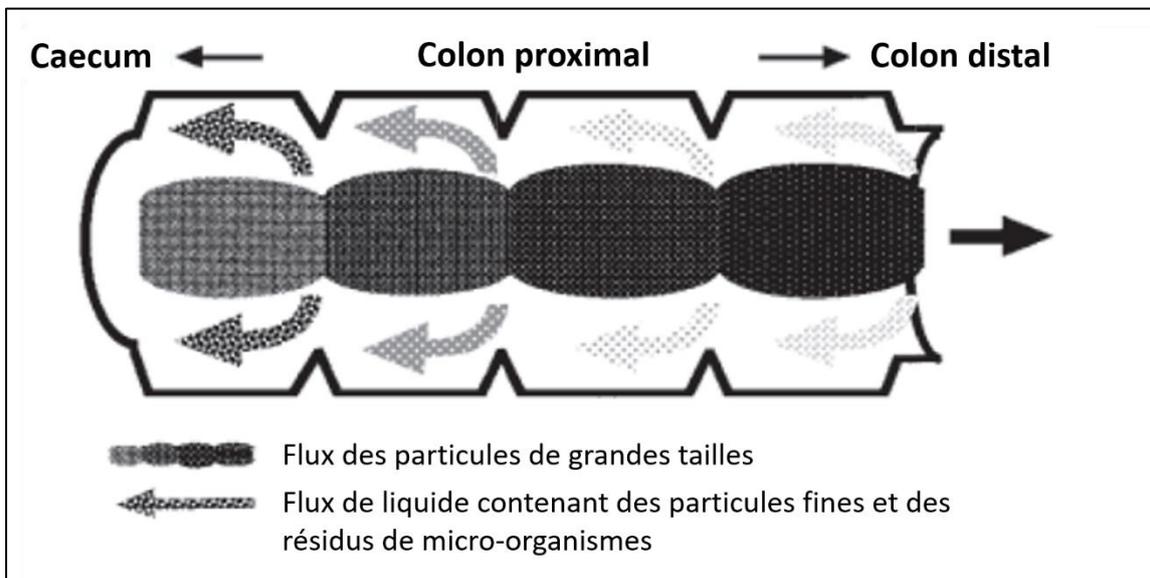


Figure 13 - Représentation schématique du mécanisme de séparation colique dit "à remous", spécifique aux Lagomorphes [98].

Lors de la phase d'excrétion des caecotrophes, la valvule iléo-caecale est fermée. Le contenu caecal est acheminé rapidement dans le colon sans séparation de la phase liquide et solide. Les petites grappes que sont les selles molles sont façonnées au niveau du *fusus coli*. Les cellules caliciformes de la muqueuse du colon proximal sécrètent du mucus qui entoure les caecotrophes et les protège [104]. Des lysozymes, aidant à la digestion des protéines, sont également sécrétés avant que les selles ne soient formées [100]. Le colon distal se contracte alors fortement, provoquant l'expulsion rapide des fèces molles. Ces fèces sont excrétées 1,5 à 2,5 fois plus vite que les selles dures [94].

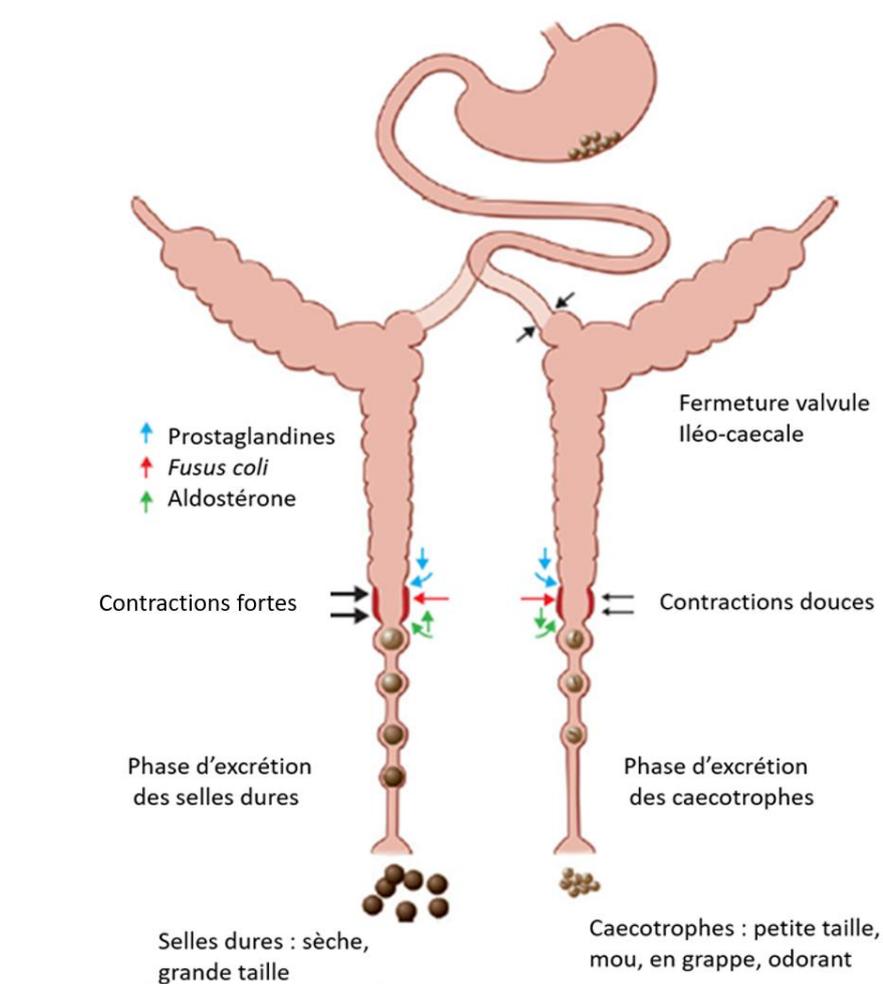


Figure 14 - Mécanisme d'excrétion des caecotrophes et des selles dures [104].

Cette motricité colique particulière est dirigée par le *fusus coli*, le « pacemaker » du colon. Sa régulation fait intervenir le système nerveux autonome ainsi qu'un certain nombre d'hormones. Par exemple, l'aldostéronémie augmente lors de la phase de production des selles dures, en revanche, les prostaglandines semblent favoriser l'excrétion de caecotrophes en inhibant la motricité du colon proximal et en stimulant celle du colon distal (Figure 14) [94].

Une fois avalés, les caecotrophes résistent au pH stomacal très bas grâce à leur enveloppe de mucus. Ils resteront toutefois plus de 6h dans l'estomac après leur ingestion. La couche protectrice est peu à peu dégradée ce qui permet la digestion des nutriments présents dans ces fèces au niveau de l'intestin grêle [91].

En théorie, le lapin doit consommer la totalité de ses caecotrophes. Cependant, lorsque l'animal est obèse ou présente un trouble musculosquelettique l'empêchant d'aller chercher ses fèces au niveau de son anus, il est fréquent de retrouver des selles molles non consommées.

La composition de l'alimentation de l'animal modifie aussi la caecotrophie : un apport augmenté en protéines ou en glucides cytoplasmiques provoque une réduction de la consommation des caecotrophes alors qu'un régime riche en fibres augmente la production de ces selles particulières [70].

3) La caecotrophie chez le cochon d'Inde

Dans de nombreuses publications, le cochon d'Inde est qualifié de coprophage. Néanmoins, en s'appuyant sur les définitions établies plus haut, son statut semble plus controversé. Il serait plus justifié de le qualifier de caecotrophe, bien que la différence entre ses deux types de fèces soit moins nette que chez les Lagomorphes [38, 52, 100]. Peu de données sont disponibles concernant la composition des différentes fèces du cobaye. La publication de Mr Sakaguchi [98] compare les selles du lapin et du cochon d'Inde (Tableau 2). Ces données suggèrent que le cochon d'Inde excrète bien deux types de selles différentes, bien que leurs aspects macroscopiques soient proches. La différence entre ses selles dures et ses caecotrophes semble moins marquée dans cette espèce que chez le lapin. Cela peut s'expliquer par son mécanisme de séparation colique qui est différent de celui des Lagomorphes. La motricité colique du cochon d'Inde n'est pas contrôlée par un « pacemaker » puisqu'il ne possède pas de *fusus coli*. C'est la présence d'un sillon formé par la muqueuse du colon proximal qui permet de retenir les résidus de micro-organismes.

Tableau 2 - Teneur en protéines des caecotrophes et des selles dures chez le lapin et le cochon d'Inde (d'après [98]).

	Teneur en protéines de l'alimentation (% MS)	Teneur en protéines des selles molles (% MS)	Teneur en protéines des selles dures (% MS)
Lapin	17,3	35,5	13,6
Cochon d'Inde	18,6	19,4	12,5



Figure 15 -Aspect normal des selles dures (à gauche) et selles molles (à droite) du cochon d'Inde. Photographie personnelle.

En effet, le mécanisme se produisant dans le colon du cochon d'Inde est nommé « piège de mucus » [92]. Comme expliqué dans la partie A-II-, la muqueuse de la face mésentérique du colon proximal forme un sillon, qui mesure en moyenne 3 mm de profondeur et 4 mm de largeur. La muqueuse aux abords de ce sillon est riche en cellules productrices de mucus [52]. Les résidus de la flore bactérienne présents dans le colon sont piégés dans le mucus et se retrouvent dans le sillon colique. Des mouvements antipéristaltiques ramènent ce mélange de bactéries, mucus et de quelques rares particules alimentaires vers le caecum [98]. Les particules grossières, pauvres en nutriments, sont rapidement évacuées vers le colon distal (Figure 16). Contrairement au mécanisme de séparation colique des Lagomorphes, celui du cochon d'Inde n'entraîne pas de séparation des particules alimentaires grossières et du liquide contenu dans le digesta. Les selles vraies sont donc fortement hydratées, tout comme les selles plus riches (Figure 15). Cette particularité explique les similitudes macroscopiques entre les deux types de fèces du cobaye [99].

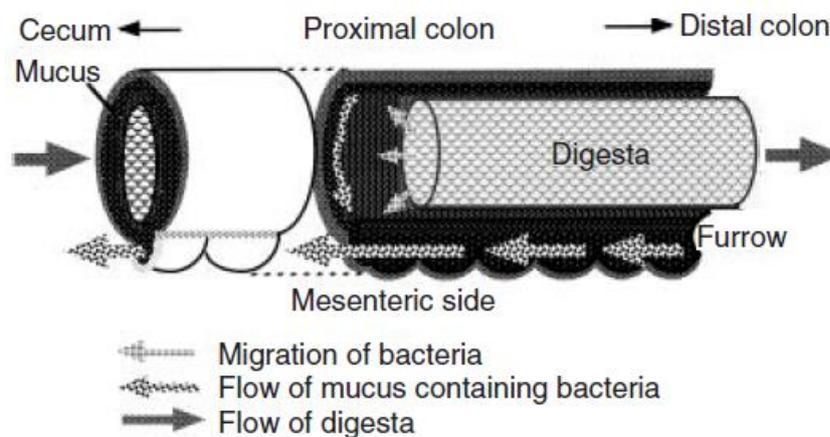


Figure 16 - Mécanisme de séparation colique du cochon d'Inde, le "piège de mucus" [98].

Les selles vraies ne sont pas ingérées. Les caecotrophes, plus proches de la composition du contenu caecal, sont produites en alternance avec ces dernières [20]. La répartition temporelle de la production de ces deux types de selles est très peu renseignée chez cette espèce, contrairement au lapin. Certains auteurs précisent cependant que l'émission des caecotrophes a lieu préférentiellement pendant la journée [51]. Lorsque la caecotrophie est prise en compte, le temps total de digestion peut s'élever à 66 heures [50].

De la même manière que le lapin, le cochon d'Inde récupère ses caecotrophes directement à la marge de son anus (Figure 17). C'est pourquoi un surpoids important ou une gestation avancée l'empêchent de réingérer ces selles, qui constituent un apport important en protéines d'origine bactérienne et en vitamines.



Figure 17 - Position du cochon d'Inde lors du prélèvement des caecotrophes, avec la permission de l'auteur [109].

Ces particularités de la physiologie digestive du lapin et du cochon d'Inde sont en prendre en compte lors de leur hospitalisation. Il faut donc les considérer lorsqu'on veut déterminer les besoins alimentaires et les apports recommandés chez ces deux espèces.

B- APPORTS RECOMMANDÉS CHEZ LE LAPIN ET LE COCHON

D'INDE

I- Besoins alimentaires et apports recommandés chez le lapin

1) Besoins hydriques

Proportionnellement à son poids, le lapin est un animal qui boit plus qu'un carnivore domestique. Il consomme entre 50 et 150 ml d'eau par kilogramme de poids vif. Ainsi, un lapin de deux kilogrammes peut boire autant en une journée qu'un chien de cinq fois son poids [91]. Une privation hydrique prolongée peut entraîner une anorexie dans cette espèce.

2) Besoin énergétique journalier recommandé

Dans la littérature, la formule la plus fréquemment utilisée pour calculer le besoin énergétique d'entretien (BEE) est la suivante [28, 60] :

$$\mathbf{BEE = 100 \times \text{poids vif de l'animal}^{0,75} \text{ (en kcal/j)}}$$

Cette formule est à adapter au stade physiologique de l'animal : pour un lapin en croissance il faut multiplier ce besoin par deux, par 1,35 en début de gestation, par 1,5 lors d'une infection ou d'un traumatisme [77], par 2 en fin de gestation et par 3 en lactation.

Le lapin régule mal son ingestion, un apport excessif risque donc d'entraîner un surpoids, voire de l'obésité. Il convient donc de limiter la distribution des aliments concentrés riches en énergie chez ces animaux. L'apport énergétique peut être diminué en cas de surpoids ou d'obésité. Il est donc utile d'estimer le score corporel de l'animal avant de déterminer ses besoins énergétiques. L'Annexe 1 est un outil aidant à cette évaluation. Les lapereaux, en croissance, peuvent en revanche être nourris à volonté, jusqu'à 10 semaines.

3) Apport protéique

Le besoin en protéines du lapin varie en fonction de son stade physiologique. Un lapin de chair à l'engraissement a besoin de 16 % de protéines brutes dans son alimentation, voire 19% lors de la lactation [28], pour garantir un rendement d'élevage satisfaisant. Pour l'entretien d'un

lapin de compagnie, une alimentation comprenant entre 12 et 16% de protéines brutes, selon les auteurs et le stade physiologique de l'animal, semble être suffisante. Un excès en protéines augmente le risque d'obésité et provoque une augmentation du pH caecal pouvant conduire à une dysbiose caecale [104]. Le lapin étant un herbivore, ce besoin est couvert par des protéines d'origine végétale, comme des légumineuses ou des céréales.

Ces plantes doivent apporter au lapin des acides aminés essentiels, c'est-à-dire des acides aminés qui ne sont pas synthétisés par l'animal et doivent donc être apportés par l'alimentation. Chez les Lagomorphes, ils sont au nombre de 10 : Arginine, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Thréonine et Valine [64]. Connaître ces molécules est important pour élaborer un régime alimentaire adapté, tout en prenant en compte le fait que les différents végétaux utilisés dans la ration du lapin ne contiennent pas tous la même proportion de ces acides aminés (Tableau 3). Il est donc important de varier les sources de protéines dans l'alimentation du lapin pour éviter toute carence en acides aminés essentiels.

Tableau 3 - Acides aminés essentiels majoritaires dans les principaux types de végétaux utilisés pour l'alimentation du lapin (d'après [104]).

Aliments	Apport	Déficit
Fourrages	Arginine Glutamine Lysine	Méthionine Isoleucine
Céréales		Lysine Méthionine
Légumineuses	Lysine	

4) Besoins en glucides

Il convient de distinguer deux catégories de glucides qui n'ont pas le même devenir lors de la digestion :

- les glucides cytoplasmiques comme les monosaccharides (glucose, saccharose, fructose, galactose...) et l'amidon sont absorbés en majorité dans l'intestin grêle. L'amidon doit être au préalable dégradé par l'amylase contenue dans la salive et dans les sécrétions pancréatiques. En cas d'excès de ces glucides, une partie n'est pas absorbée et arrive dans le caecum où elle pourra être utilisée par la flore caecale, ce qui peut entraîner une prolifération bactérienne anormale, voire une dysbiose [80]. Les jeunes lapins sont les plus sensibles à ce phénomène qui peut même avoir pour conséquence chez ceux-ci une enterotoxémie [108].

- les fibres ou polysaccharides non amidonnés sont primordiaux pour la santé digestive du lapin, car ils ont un effet positif sur le transit ainsi que sur l'usure dentaire [41]. Il s'agit principalement de glucides pariétaux : la pectine, l'hémicellulose, la cellulose et la lignine. Quand on considère la physiologie digestive du lapin, on peut séparer les glucides pariétaux en fibres fermentescibles et fibres non fermentescibles. Cette dichotomie dépend de la nature des polymères mais également de leur taille. En effet la pectine et l'hémicellulose sont plus facilement dégradées par les bactéries que la cellulose ou la lignine. La lignine, n'est quant à elle, pratiquement pas fermentescible. Les fibres fermentescibles, mesurant moins de 0,3 mm, sont dégradées par les microorganismes de la flore caecale qui les utilisent comme substrat et produisent des acides gras volatils. Les fibres non fermentescibles ont une taille supérieure à 0,5 mm et ne seront pas dégradées mais directement évacuées dans les selles dures (Figure 18) [17, 28, 104]. Elles ne vont apporter aucun nutriment à l'animal mais vont stimuler sa motricité digestive et l'usure de ses dents, et donc favoriser sa bonne santé. Ces glucides pariétaux constituent donc un élément indispensable à l'alimentation du lapin [41].

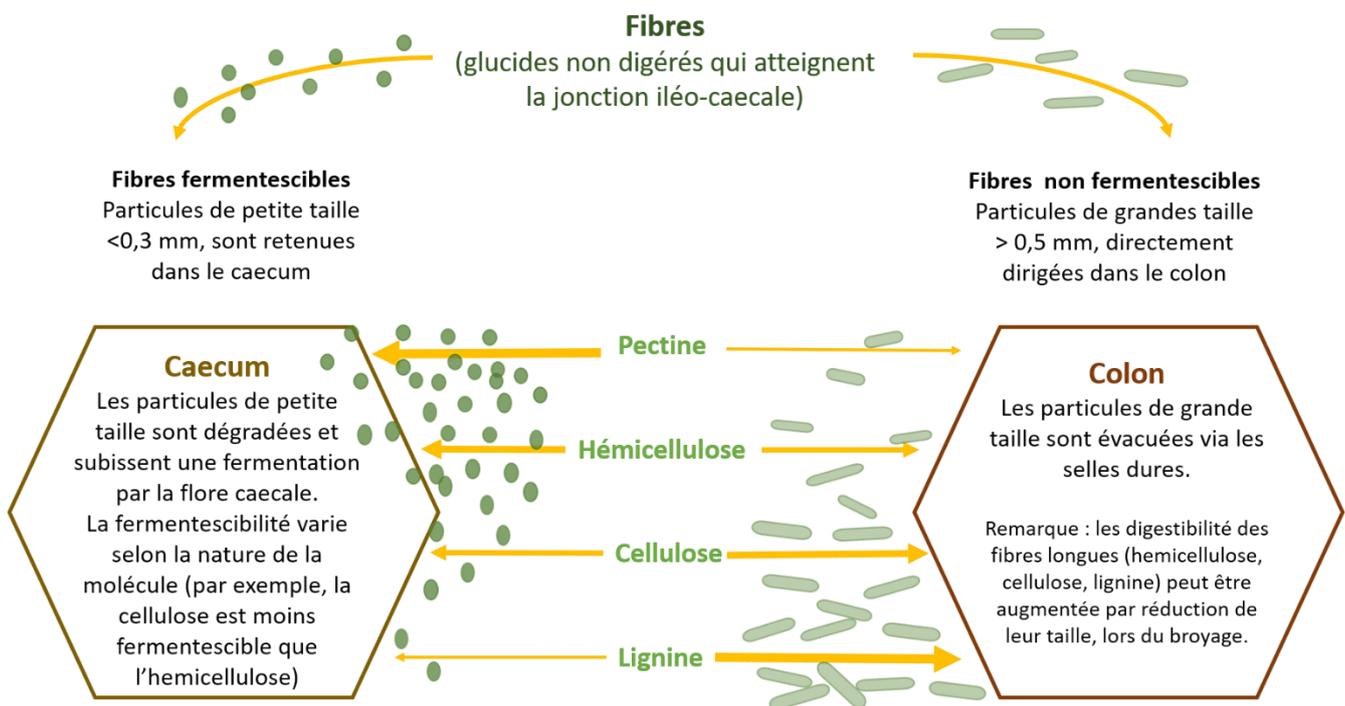


Figure 18 - Devenir des fibres ingérées par le lapin, une fois parvenues à la valvule iléo-caecale(d'après [104]).

Pour connaître la teneur en fibres d'un aliment, le seul indicateur généralement disponible est le taux de cellulose brute, qui correspond aux fibres restantes après un traitement successif de bains d'une solution d'acide fort puis de base forte, c'est-à-dire principalement de la cellulose et de la lignine. La cellulose brute est un dosage qui ne permet pas de connaître exactement la quantité de fibres, car il la sous-estime, mais il est souvent le seul disponible sur les étiquettes des aliments [72, 89].

On sait qu'un régime comprenant moins de 10% de cellulose brute, en matière sèche, peut engendrer une acidose caecale et augmente les risques de troubles digestifs, notamment de diarrhées. Le taux de cellulose brute recommandé pour les lapins de compagnie varie **entre 13 et 24 %** [28]. Pour assurer au lapin un apport énergétique suffisant tout en limitant les risques d'obésité, il est indispensable de lui fournir une source de fibres pauvre en énergie à volonté, tel que le foin. Celui-ci doit être de bonne qualité pour que son appétence pousse le lapin à le consommer. L'apport de fibres non digestibles a un effet bénéfique sur la santé digestive du lapin puisqu'il réduit la proportion de bactéries pathogènes opportunistes dans la flore caecale et dans l'iléon (*Campylobacter spp*, *Escherichia Coli*). L'augmentation de la quantité de foin dans l'alimentation du lapin améliore également la morphologie de la muqueuse digestive ainsi que la réponse immunitaire locale [42]. De plus la consommation de fibre a un effet sur le transit. En effet, une diminution de 50 % de la teneur en fibre d'une ration entraîne une augmentation du temps de séjour des aliments dans le tube digestif de 12h (soit 72%) en moyenne. C'est principalement le temps de séjour iléo-caecal qui allongé [41]. Les fibres ont donc un rôle majeur dans la physiologie digestive du lapin.

5) Besoins en lipides

La digestion des lipides chez le lapin est similaire à celle des carnivores domestiques, elle fait intervenir les sels biliaires puis la lipase pancréatique. L'ajout de lipides dans l'alimentation des Lagomorphes apporte une source d'énergie qui ne risque pas de provoquer une surcharge en glucides cytoplasmiques dans le caecum, Cependant, le lapin domestique ayant une forte propension à l'obésité il convient de contrôler cet apport en lipides. Une ration alimentaire de lapin domestique doit comporter **entre 2,5 et 4% de lipides** [91].

6) Besoins en vitamines et minéraux

- Vitamine A :

Les provitamines A d'origine végétale, comme le Béta carotène, sont transformées en vitamine A au niveau de la muqueuse intestinale, chez le lapin qui est un herbivore. Ces provitamines A, présentes dans les végétaux, sont rapidement dégradées lorsque ces derniers sont séchés. Elles sont en revanche présentes en grande quantité dans les végétaux frais. Une carence en vitamine A provoque une sensibilité accrue aux infections, des retards de croissance ainsi que des troubles oculaires, nerveux et digestifs et des troubles reproducteurs. Une ration alimentaire de lapin doit contenir entre **10000 et 18000 unités par kilogramme matière sèche de vitamine A** [17, 65].

- Vitamines B et K :

Les bactéries du caecum produisent des vitamines B et de la vitamine K, ensuite évacuées par les caecotrophes. Un animal pratiquant la caecotrophie n'a donc pas besoin de supplémentation pour ces vitamines. En revanche un animal ne réingérant pas ses caecotrophe doit être complémenté. Les seules données disponibles à propos de cette supplémentation concernent les lapins de chair lors du sevrage. Pour ceux-ci, les apports recommandés sont de 1 à 2 ppm de vitamine B₁ et B₆, de 6 ppm de vitamine B₂ et de 30 à 60 ppm de vitamine B₃. Enfin un apport de 2 à 5 ppm de vitamine K est parfois recommandé [28, 65].

- Vitamine D :

La vitamine D joue un rôle important dans le métabolisme phospho-calcique. A partir d'un précurseur endogène, le 7-déhydrocholesterol et sous UVB, le lapin va produire de la vitamine D₃ ou cholécalciférol [17]. Chez les herbivores, dont le lapin fait partie, une deuxième voie de synthèse de vitamine D a lieu à partir des végétaux. En effet, un précurseur exogène contenu dans les végétaux, l'ergostérol, est converti en présence d'UVB en ergocalciférol ou vitamine D₂. Les vitamines D₂ et D₃ subissent, dans le foie, une hydroxylation en 25-hydroxycholecalciferol, puis dans les reins, une deuxième hydroxylation en 1-25-dihydroxycholecalciférol qui est le métabolite actif de la vitamine D. Cette dernière conversion est stimulée par la parathormone produite dans les glandes parathyroïdes en fonction de la concentration en calcium sérique. Le 1-25-

dihydroxycholécalférol augmente l'absorption intestinale du calcium et agit sur l'excrétion du calcium par les reins ainsi que sur la mobilisation du calcium osseux. Un déficit en vitamine D peut entraîner du rachitisme chez les jeunes en croissance ou une ostéomalacie chez les adultes. Un excès de vitamine D peut également s'avérer délétère en entraînant des dépôts calciques dans les tissus. L'apport recommandé dans la nourriture est de **800 à 1200 UI de cholecalciférol / kg de matière sèche**, un apport supérieur à 23 000UI/kg se révèle toxique. L'apport endogène est assuré en exposant l'animal à la lumière directe du soleil ou encore à une lampe à UVA/UVB [17].

- Vitamine E :

Cette vitamine liposoluble est un antioxydant. Un apport insuffisant peut entraîner chez le lapin des dystrophies musculaires ainsi que des troubles reproductifs [28, 91, 104]. Dans la littérature, l'apport recommandé en vitamine E se situe entre **40 et 70 mg/kg de matière sèche (ou MS)** [60].

- Vitamine C :

Le lapin est capable de synthétiser la vitamine C, ou acide ascorbique, mais cette synthèse n'est pas suffisante pour couvrir les besoins de l'animal subissant un stress. Dans ce cas-là, une supplémentation en vitamine C de l'ordre de **25 à 30mg par animal et par jour** peut être mise en place [65].

- Calcium :

Les besoins en calcium du lapin sont importants car ses dents poussent en continu. Cette espèce a la particularité de pouvoir absorber la majorité du calcium de manière passive au niveau de la paroi intestinale et non activement via la vitamine D comme la plupart des mammifères. Cependant, en cas d'apport insuffisant via l'alimentation, le système faisant intervenir la vitamine D prend le relais pour assurer un taux de calcium sérique stable. Un excès de calcium prédispose l'animal à des troubles urinaires via la formation de calculs urinaires (carbonate de calcium, oxalates de calcium et struvites principalement) [34]. Un taux de calcium de **0,5 à 1% de la matière sèche (MS)** est recommandé pour un lapin domestique [34, 91]. Les molécules comme les oxalates (épinards, oseille) ou l'acide phytique (haricots) sont susceptibles de former des complexes avec le calcium, ce qui réduit son absorption. Les végétaux dépourvus de ces

molécules permettent donc un apport supérieur, c'est pourquoi le brocoli ou le navet sont des sources intéressantes de calcium dans l'alimentation du lapin [104].

- Phosphore :

Le métabolisme du phosphore est en rapport direct avec celui du calcium. Le besoin en phosphore est donc parfois présenté seul (0,4 à 0,8% de la matière sèche), mais est le plus souvent exprimé en fonction du calcium. Ainsi, le rapport phospho-calcique idéal se situe entre **2/1 et 1,5/1**, chez le lapin [34, 104].

- Magnésium :

Soixante-dix pourcents du magnésium contenu dans l'organisme du lapin se situe dans les os, mais le magnésium intervient aussi dans des réactions du métabolisme énergétique en tant que cofacteur. Une carence en magnésium peut provoquer un retard de croissance, de l'alopecie ainsi que des troubles neurologiques tels que des convulsions. Cependant, il est rarement nécessaire de supplémenter les rations des lapins en magnésium car les aliments utilisés habituellement sont suffisamment riches en cet élément. L'apport conseillé se situe autour de **0,3% de matière sèche (MS)** [91].

Le tableau suivant résume les principaux apports recommandés chez le lapin (Tableau 4). Ses besoins nutritionnels vont évidemment varier en fonction de son stade physiologique, mais également de son état de santé. Concernant le lapin hospitalisé, il faudra également tenir compte du stress engendré par l'environnement et les manipulations dont il fera l'objet. Les valeurs données dans le Tableau 4 devront ainsi être adaptées au cas par cas.

Tableau 4 - Synthèse des apports nutritionnels recommandés chez le lapin domestique à l'entretien (d'après [28, 34, 60, 65, 91, 104]).

Apports quotidiens recommandés	
Eau	50-150 ml / kg de poids vif
Energie	100 x poids vif ^{0,75} (en Kcal/j)
Protéines brutes	12-16 % (MS)
Cellulose brute	13-25 % (MS)
Lipides	2,5-4 % (MS)
Vitamine A	10 000-18 000 UI/ kg (MS)
Vitamine C	10 à 50 mg/kg (MS)
Vitamine D	800 à 1200 UI/kg (MS)
Vitamine E	40-70 mg/kg (MS)
Calcium	0,5-1 % (MS)
Phosphore	0,4-0,8 % (MS)
Magnésium	0,3 % (MS)

Avec MS, la teneur en matière sèche.

II- Besoins alimentaires et apports recommandés chez le cochon d'Inde

1) Besoins hydriques

Le cobaye doit consommer entre 75 et 100 ml d'eau par kilogramme de poids vif et par jour selon les publications [18, 74].

2) Besoin énergétique

Le besoin énergétique à l'entretien est légèrement plus élevé que celui du lapin :

$$\mathbf{BEE = 110 \times Poids\ vif^{0,75} \text{ (kcal/j)}}$$

Lors de la croissance et de la gestation ou de certaines pathologies, comme pour le lapin, ce besoin est augmenté :

$$\mathbf{BE(Croissance) = BE (Gestation) = 145 \times Poids\ vif^{0,75} \text{ (kcal/j)}}$$

Lors de la lactation, l'augmentation est moins importante que chez les Lagomorphes, car les petits naissent plus développés : ils sont couverts de poils et ont les yeux ouverts. Ils commenceront à manger de la nourriture solide dès leur 3^{ème} jour, même si le sevrage total a lieu à 3 semaines. Leur besoin en lait est donc moindre que celui des lapereaux. La femelle en lactation a donc des besoins en énergie de :

$$\mathbf{BE(Lactation) = 165 \times Poids\ vif^{0,75} \text{ kcal/j}}$$

En cas de surpoids ce besoin énergétique doit être diminué. L'Annexe 2 constitue une aide à la détermination du score corporel du cochon d'Inde.

3) Apports recommandés en glucides

Comme chez le lapin, il faut limiter la quantité de glucides cytoplasmiques, dont l'amidon, dans la ration du cobaye. En revanche, la quantité de fibres doit être suffisante pour assurer à l'animal un transit satisfaisant, une usure dentaire correcte et un substrat adapté à sa flore caecale. Ainsi, le taux de cellulose brute minimum recommandé est de **13% de matière sèche** [79].

4) Apports protéiques recommandés

Le besoin protéique du cochon d'Inde est modéré, comme celui du lapin. Le taux recommandé en protéines brutes est de **16% de matière sèche** de la ration pour un cobaye à l'entretien. On peut augmenter l'apport protéique jusqu'à 20% en cas de croissance, de gestation ou de lactation. Ces protéines apportées via l'alimentation doivent impérativement couvrir les besoins de l'animal concernant les 10 acides aminés essentiels, qu'il ne peut pas synthétiser lui-même, tout comme le lapin. Cependant les recommandations nutritionnelles portent surtout sur 4 d'entre eux : la méthionine (0,39% de la ration), la cystine (0,03% de la ration), le tryptophane (0,16 à 0,25% de la ration) et l'arginine (0,3% de la ration) [60, 102].

5) Apports lipidiques recommandés

La teneur recommandée en lipides dans une ration de cochon d'Inde est de **3% de matière sèche** afin de garantir un apport suffisant en acides gras essentiels. Un apport minimum d'1% de la matière sèche de la ration en acide est nécessaire pour éviter une dermatite nutritionnelle chez le cobaye. Comme pour le lapin, il convient de limiter les lipides dans la ration d'un cochon d'Inde en captivité, car il est prédisposé à l'obésité [79].

6) Apports recommandés en vitamines

Le rôle des différentes vitamines évoquées précédemment chez le lapin est similaire chez le cobaye. Les apports recommandés seront détaillés dans le tableau récapitulatif en fin de partie. Il y a cependant une vitamine que le cobaye, contrairement au lapin, est totalement incapable de synthétiser : la vitamine C.

En effet le cochon d'Inde ne sécrète pas de L gluconolactone oxydase, une enzyme hépatique, qui permet la synthèse d'acide ascorbique à partir du glucose, chez les mammifères qui en sont pourvus. Le cobaye développe donc très facilement une hypovitaminose C ou scorbut, en cas d'apport insuffisant via son alimentation. Les premiers symptômes apparaissent dès le 4^{ème} jour de carence en vitamine C et la mort peut survenir dès le 18^{ème} jour [61, 76].

L'acide ascorbique participe à la synthèse du collagène. Une carence entraîne, via des anomalies ligamentaires, la chute des dents, une malocclusion dentaire et des boiteries prédisposant le cobaye à l'apparition de pododermatites. Son pelage est alors terne, sa peau et

ses muqueuses peuvent se couvrir de pétéchies voire d'ulcères. L'animal devient apathique et anorexique.

Pour éviter ce sinistre tableau clinique, la supplémentation du cochon d'Inde en vitamine C est donc indispensable. Elle doit être de **20 à 30 mg/kg de poids vif** et par jour chez les adultes à l'entretien et de 60 mg/kg chez les animaux en croissance, en gestation, en lactation ou soumis à un stress important [79].

La vitamine C s'oxyde rapidement à l'air libre et est également dégradée par la lumière et le chlore [82]. Les légumes frais perdent donc rapidement leur vitamine C. Pour les mêmes raisons, il est également déconseillé d'ajouter la molécule dans l'eau de boisson. C'est pourquoi le recours à de la vitamine C stabilisée, sous forme de solution buvable ou de comprimés, est souvent indispensable pour s'assurer d'un apport suffisant. L'apport en acide ascorbique recommandé dans l'alimentation du cochon d'Inde est au minimum de **200mg/kg de matière sèche** [20].

7) Apports recommandés en minéraux

- Calcium

La croissance des dents du cobaye est continue, comme celle du lapin. Les besoins en calcium sont donc relativement proches. L'apport recommandé varie de **0,8 à 1,2% de matière sèche**, en fonction du stade physiologique [102].

- Phosphore

Un excès de phosphore diminue l'absorption intestinale des autres minéraux, notamment le magnésium et le calcium, ce qui peut entraîner des carences. L'apport recommandé est **de 0,4 à 0,6% de matière sèche**. Le rapport phosphocalcique le plus adapté au cobaye est de 2/1 [20].

- Magnésium

La ration du cobaye doit en contenir environ **0,1 à 0,3% de matière sèche en magnésium** [20]. Cependant, le besoin en magnésium augmente en cas d'excès de calcium ou de phosphore dans l'alimentation. Par exemple, lorsque le taux de phosphore dans la ration passe de 0,8 % à 1,7 % de matière sèche, l'apport minimum recommandé en magnésium augmente de 0,1 à 0,4 % de matière sèche [102].

Le tableau suivant résume les principaux apports recommandés chez le cobaye (Tableau 5).

Tableau 5 - Synthèse des apports nutritionnels recommandés chez le cochon d'Inde domestique à l'entretien (d'après [20, 60, 79, 102]).

Apport quotidien recommandé	
Eau	75-100 ml/kg de poids vif
Energie	110 x poids vif ^{0,75} (en kcal/j)
Protéines brutes	16% (MS)
Cellulose brute	> 13% (MS)
Lipides	3% (MS)
Vitamine A	7-10mg/kg (MS)
Vitamine C	200 mg/kg (MS)
Vitamine D	1000 à 2000 UI/kg (MS)
Vitamine E	1,5-6 mg/j
Calcium	0,8-1,2% (MS)
Phosphore	0,4-0,6% (MS)
Magnésium	0,1% (MS)

De la même manière que pour le lapin, les apports nutritionnels du cochon d'Inde doivent être adaptés à son motif d'hospitalisation. Il sera notamment indispensable d'adapter la dose de vitamine C ingérée en fonction de la maladie de l'animal et du stress que peut engendrer l'hospitalisation.

C- ALIMENTATION ADAPTEE LORS DE PRISE DE NOURRITURE

SPONTANEE

Lors de l'hospitalisation, l'animal est soumis à un stress important dû au changement brutal d'environnement associé aux manipulations indispensables à la réalisation des soins. A cela s'ajoute la douleur ou l'inconfort causés par l'affection qui a entraîné l'hospitalisation. L'animal peut alors présenter une anorexie prolongée qui va provoquer un ralentissement voire un arrêt du transit. Ce phénomène peut être accentué par le manque d'exercice si l'animal est hébergé dans une petite cage. Le syndrome de stase digestive qui en découle peut s'avérer fatal s'il n'est pas rapidement pris en charge [30, 55]. Une anorexie prolongée peut provoquer, chez le lapin comme chez le cochon d'Inde, une lipidose hépatique, tout comme les chats. Cependant, le cochon d'Inde est susceptible de développer cette affection même lorsqu'il n'est pas en surpoids [10, 89]. Il est donc capital que les cobayes et les lapins mangent lorsqu'ils sont hospitalisés. L'alimentation spontanée est la plus favorable à l'animal, puisqu'elle ne nécessite aucune manipulation de celui-ci. Il est donc important de lui fournir un environnement et des aliments adaptés l'incitant à s'alimenter par lui-même.

I- Favoriser l'alimentation spontanée lors de l'hospitalisation du lapin

1) Environnement d'hospitalisation adapté au lapin

a) Paramètres d'ambiance

Il est admis, dans la plupart des publications, que le lieu d'hospitalisation doit être de préférence réservé aux NACs, sans chien ni chat. Ceux-ci peuvent en effet être, pour les animaux qui n'en ont pas l'habitude, une source importante de stress à cause de leur odeur et de leurs vocalises. L'environnement doit être de préférence calme [104]. La température idéale se situe entre 13 et 20°C. Au-dessus de 28°C, le lapin risque de souffrir de la chaleur. Les lapins sont en effet sensibles aux coups de chaleur mais tolèrent plus facilement les températures plus fraîches [46]. L'humidité ambiante doit se situer entre 55 et 65% [24]. La ventilation de la pièce où est hospitalisé le lapin est également importante car, en présence de nombreux animaux, le taux d'ammoniac ambiant peut grimper rapidement et devenir irritant pour les voies respiratoires des hospitalisés [12].

b) Hébergement

Les lapins sont hébergés de préférence individuellement car l'introduction d'un congénère inconnu peut être une source importante de stress, sans compter les risques infectieux en cas de maladie contagieuse. A l'inverse, il est envisageable, si l'animal vit avec un congénère chez son propriétaire, d'héberger celui-ci dans la même cage que le patient pour réduire le stress de l'hospitalisation [104].

La taille idéale de la cage dépend de la race du lapin hospitalisé mais également de son motif d'hospitalisation :

- le plus petit des lapins domestiques, le lapin nain hollandais pèse en moyenne un kilogramme à l'âge adulte alors que le géant des Flandres, originaire de Belgique, peut dépasser les 10 kg. Le choix des cages dans lesquelles ils seront hospitalisés doit tenir compte de leur différence de gabarit (voir Figure 19).



Figure 19 - Lapin nain bélier et géant des Flandres adultes (Source : <http://leszanimauxetcompagn.forumactif.com>)

- l'affection de l'animal va également influencer le choix de la taille de la cage. En effet un lapin souffrant d'un trouble ostéoarticulaire a des mouvements restreints et donc la taille de sa cage doit être diminuée en conséquence. A l'inverse, un patient souffrant d'un syndrome de stase digestive doit pouvoir se déplacer dans sa cage, l'exercice physique étant un facteur favorisant la reprise du transit [56]. En l'absence de restriction volontaire de mouvement, la longueur minimale de la cage, doit être à minima de 3 fois la longueur du lapin étiré et sa hauteur doit permettre à l'animal de se tenir debout [12].

Dans tous les cas, le sol de la cage ne doit pas être glissant pour éviter toute blessure. Un soin particulier doit être apporté à l'hygiène car les lapins, surtout confinés sur une petite

surface, sont sujets aux pododermatites. L'organisation idéale comprend une zone de repos recouverte d'un tapis de type Dry Bed® (Disvar, Comps sur Artuby, France) ou d'une serviette absorbante ainsi qu'un bac à litière contenant une litière végétale, du papier journal, du foin ou de la paille mais surtout pas de litière minérale, utilisée chez les chat, qui peut provoquer une obstruction digestive chez le lapin qui en ingère [93]. Si elle est adaptée, la meilleure solution reste de fournir à l'animal la litière à laquelle il est habitué.

La porte de la cage est idéalement en grillage ou avec des barreaux rapprochés, plutôt que vitrée, afin d'optimiser la ventilation.

c) Enrichissement de l'environnement

L'article de Buijs et *al* (2010), met en lumière l'effet positif de l'enrichissement du milieu sur le stress des lapins d'élevage. Dans cette étude, des lapins d'élevage ont été séparés en deux groupes : certains ont été placés dans des cages d'engraissements classiques en groupe alors que les autres ont été hébergés dans des cages pourvues de supports en bois pouvant être utilisés comme cachette et pouvant également être rongés. La densité était la même dans les deux groupes. Les auteurs ont évalué le niveau de stress des animaux en mesurant les métabolites des glucocorticoïdes dans leurs fèces. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir recueillir les échantillons sans manipuler l'animal. L'analyse des métabolites de glucocorticoïdes dans les fèces a été validée chez le lapin, leur concentration augmente chez un même individu après une stimulation stressante [73]. Dans l'étude précitée, les animaux ayant atteint 75 jours ont été soumis à un stress sous la forme d'un transport en camion de 30 minutes avant de retourner dans leur cage. La Figure 20 montre que les animaux évoluant dans le milieu enrichi ont présenté une concentration en métabolites des glucocorticoïdes significativement plus faible avant et après l'épisode stressant. Seuls les résultats montrant une différence significative ont été représentés.

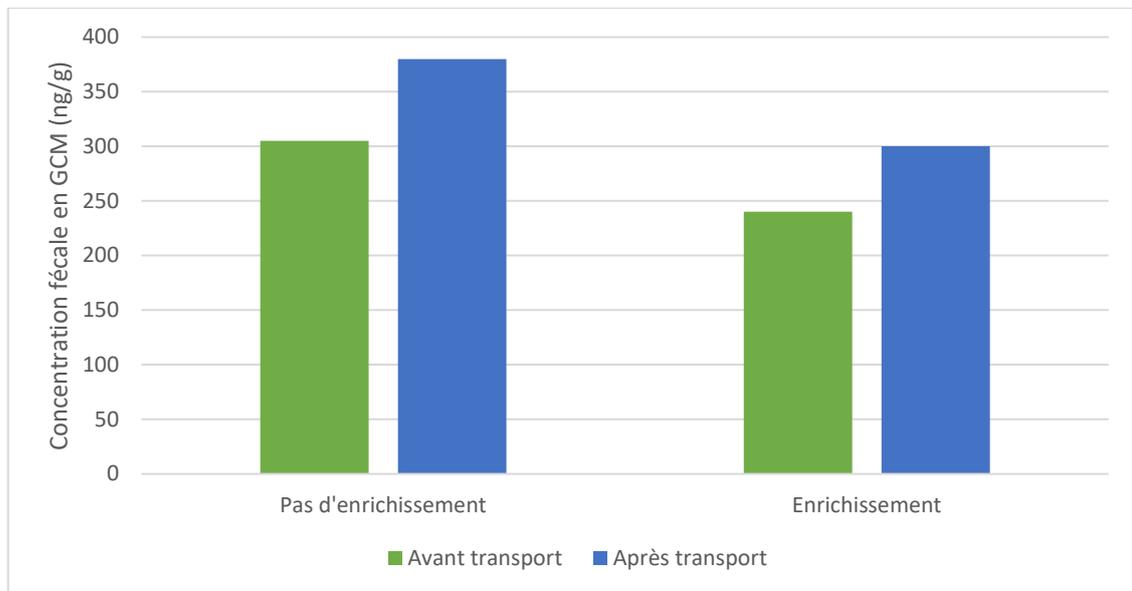


Figure 20 - Métabolites de glucocorticoïde dans les matières fécales de lapins soumis ou non à un enrichissement de l'environnement, avant et après un transport (d'après [15]).

Les accessoires d'enrichissement généralement appréciés par les lapins sont ceux qui leur permettent de se cacher et les jouets qu'ils peuvent ronger sans danger. L'utilisation des miroirs est controversée, elle peut être intéressante pour les animaux ayant l'habitude d'être avec des congénères en apportant un substitut temporaire aux interactions sociales. A l'inverse, elle peut être une source de stress chez les lapins vivants seuls [24]. Enfin, la présence de foin, sans tenir compte de son intérêt nutritionnel, semble constituer un facteur d'enrichissement réduisant le stress chez les lapins tenus en cage [9].

d) Comment distribuer la nourriture et l'eau ?

L'eau doit être propre et fournie à volonté, à température ambiante. Deux types de distribution sont possibles, via un récipient ouvert ou avec un biberon. Le biberon présente l'avantage de garder l'eau propre de toute souillure et de ne pas pouvoir être renversé. En revanche, son nettoyage complet est difficile et la position qu'il impose à l'animal pour boire n'est pas physiologique. De son côté, une gamelle d'eau est facile à nettoyer, elle permet une prise de boisson rapide et avec un mouvement physiologique mais elle peut être facilement renversée si elle est trop légère. L'animal peut également souiller l'eau avec de la nourriture, de la litière, des urines ou des fèces. Lorsque les deux systèmes d'abreuvement sont disponibles, le lapin semble préférer la gamelle au biberon [103]. Cependant, il est indispensable de connaître le dispositif auquel le patient est habitué pour lui fournir une solution similaire, dans la mesure du possible.

Les lapins délaissent les aliments souillés d'urines et de fèces. Le foin, fourni à volonté à l'animal, risque de ne pas être consommé s'il est contaminé par des excréments et s'il est poussiéreux ou moisi. Le système de stockage du foin dans la cage d'hospitalisation doit donc tenir compte de ces particularités comportementales. Un râtelier, s'il est suffisamment bas pour être facilement atteignable par l'animal, semble être une solution pratique pour la distribution de cet aliment. En ce qui concerne les concentrés et les végétaux frais, il est préférable de les proposer au patient dans une gamelle qui isole les aliments de la litière et des excréments de l'animal. Les récipients en plastique sont trop légers et sont donc facilement renversables, ils peuvent également être rongés par le lapin, ce qui peut provoquer des problèmes de transit. Les gamelles en céramique, plus lourdes, semblent être la meilleure alternative pour la distribution de nourriture [46]. Les récipients ne doivent pas avoir une profondeur supérieure à 7,5 cm, car au-delà l'animal a du mal à en atteindre le fond [28].

e) Aide thérapeutique

La plupart des affections nécessitant l'hospitalisation d'un lapin sont potentiellement à l'origine de douleur. Par exemple, un abcès dentaire, une stase gastrique, une fracture, une intervention chirurgicale ou encore des calculs urinaires sont autant d'affections susceptibles d'engendrer une souffrance importante. Or, un lapin qui a mal présente une baisse d'appétit voire de l'anorexie [6, 16]. Pour permettre à l'animal de s'alimenter de manière spontanée il ne faut donc absolument pas négliger la gestion de la douleur. Contrairement aux carnivores domestiques, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de score de douleur validé chez le lapin. Cependant, certains auteurs ont répertorié des critères physiques ou comportementaux permettant de suspecter l'existence d'un phénomène douloureux chez ces animaux. Les lapins en souffrance peuvent présenter un certain nombre de modifications comportementales : de la prostration, de l'anorexie, des vocalises voire du bruxisme, du ptyalisme, du pica, de l'automutilation ou des postures algiques, avec, par exemple, l'abdomen plaqué contre le sol. Des auteurs ont étudié les changements d'expression faciale du lapin lors d'épisodes douloureux. Un lapin qui a mal grimace de manière plus ou moins accentuée en fonction de l'intensité de sa douleur et change d'expression : ses paupières se ferment partiellement voire totalement, ses joues se contractent, ses narines se redressent légèrement et son nez prend une forme de « V » au lieu du « U » physiologique, ses moustaches se plaquent contre les joues et ses oreilles sont en arrière (Figure 21) [57]. L'observation de ces éléments permet de suspecter l'existence d'un phénomène douloureux chez le patient, afin de le traiter le cas échéant. Le Tableau 6 répertorie les traitements analgésiques communément utilisés, chez le lapin.



Figure 21 - Aperçu de la grimace douloureuse du lapin. Rétrécissement des fentes palpébrale (à gauche) et positionnement des oreilles en arrière (à droite) (d'après [57]).

Tableau 6 - Principales molécules analgésiques et modalité d'utilisation chez le lapin. (d'après [6, 18, 83]).

PRINCIPE ACTIF	POSOLOGIE	ADMINISTRATION	DUREE D'ACTION	INTENSITE	REMARQUE
<i>Opioides</i> <i>Possible hypomotricité digestive, adapter la dose en fonction du transit de l'animal</i>					
Buprénorphine	0,02- 0,1 mg/kg	Sous cutanée Intraveineuse Intra musculaire	4-8 h	Douleur légère à modérée	Durée d'action variable selon les auteurs, dose dépendante
Butorphanol	0,1-0,5 mg/kg	Sous cutanée Intraveineuse Intra musculaire	4 h	Douleur légère à modérée	Léger effet sédatif
Tramadol	10 mg/kg	Per-os	12-24 h	Douleur chronique légère à modérée	Problème d'appétence
Morphine	2-5 mg/kg	Sous cutanée Intra musculaire	3-4 h	Douleur modérée à intense	Dépression respiratoire à forte dose
<i>Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens</i> <i>Potentialisent les effets des opioïdes donc permettent d'en réduire les doses</i> <i>Possible atteinte rénale et hépatique, ulcères gastriques, inhibition activité des plaquettes</i>					
Méloxicam	0,5-1,5 mg/kg 0,3-0,5 mg/kg	Per-os Sous cutanée	12-24 h	Douleur légère à modérée	Produit appétent
Carprofène	2-4 mg/kg	Per-os Sous cutanée	12-24 h	Douleur légère à modérée	

Remarque : Il peut être également bénéfique d'ajouter aux traitements des lapins hospitalisés des compléments alimentaires favorisant leur santé digestive, comme des probiotiques ou des prébiotiques. Les probiotiques sont des micro-organismes vivants qui favorisent le maintien de la flore digestive : *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecium* et *Saccharomyces cerevisiae* NCYC Sc 47 sont les plus utilisés chez les lapins. Les prébiotiques sont des éléments non digestibles qui favorisent l'équilibre de la flore caecale chez le lapin. Les plus utilisés sont les fructo-oligo- saccharides. Plusieurs travaux ont montré que ces produits avaient des effets bénéfiques sur la santé digestive des lapins [7, 11, 28, 54].

2) Quels aliments proposer en hospitalisation ?

Tout changement d'alimentation brusque sans transition alimentaire peut entraîner chez les lapins des troubles digestifs ou un refus de s'alimenter. En hospitalisation, il convient donc dans un premier temps de se renseigner sur l'alimentation fournie au domicile du propriétaire. Si celle-ci est adaptée, il est intéressant de proposer au propriétaire d'apporter les aliments auxquels l'animal est habitué.

a) **Fourrages**

Le lapin à l'état sauvage se nourrit de végétaux variés, de plantes herbacées et de feuilles. L'idéal pour correspondre à ce régime serait de ramasser des végétaux quotidiennement et de les distribuer à volonté. Les fourrages permettent de fournir une alternative plus pratique en termes de conservation et de stockage, mais cela reste éloigné du régime naturel de l'animal. Le foin permet un apport en fibres satisfaisant, sa consommation participe à l'usure dentaire et permet d'engendrer un sentiment de satiété et un faible apport énergétique, salubre chez le lapin ayant tendance à l'obésité [87]. L'appétence du foin est le facteur déterminant son ingestion, le lapin ayant un goût et un odorat développés. S'il est poussiéreux ou trop sec, le foin est délaissé par le lapin. Un régime uniquement composé de plusieurs types de foin peut être envisagé, à condition que le mélange soit suffisamment varié pour éviter les carences et de bonne qualité pour couvrir les besoins de l'animal. En effet, le lapin ayant une capacité d'ingestion limitée, il ne peut pas couvrir l'intégralité de ses besoins en consommant du foin pauvre. De plus, l'animal malade a des besoins énergétiques augmentés, c'est pourquoi la qualité nutritionnelle du foin distribué à l'animal hospitalisé doit être élevée. Lorsque le fourrage est hétérogène, le lapin délaissé les parties riches en lignine et privilégie les parties les

plus tendres. Il faut régulièrement renouveler le foin qui n'a pas été consommé pour stimuler l'ingestion de cet aliment [23, 38].

Le choix du foin doit être fait en prenant en compte deux considérations : la qualité hygiénique du foin et son intérêt nutritionnel. Un foin sanitairement acceptable ne présente pas de trace d'humidité, sa couleur est verdâtre et sans décoloration grisâtre, aucune odeur de moisissure ne s'en dégage et aucune trace de contamination par de la terre, de la moisissure ou des insectes n'est visible. En ce qui concerne l'intérêt nutritionnel du foin, il existe un certain nombre de critères sensoriels qui permettent de se faire une idée rapidement grâce à un système de score (voir Tableau 7).

Tableau 7 - Estimation de la qualité nutritionnelle d'un fourrage à partir de critères sensoriels (d'après[23]).

Paramètres	Description	Score
Composition macroscopique	Riche en feuilles, peu lignifié, peu de fleurs	10
	Modérément riche en feuilles, quelques fleurs	5
	Peu de feuilles, majoritairement des tiges et fleurs	2
	Quasi exclusivement des tiges, semblable à de la paille	0
Odeur	Odeur agréable de foin	3
	Discrète odeur de foin	1
	Pas d'odeur	0
Couleur	Vert clair uniforme	5
	Tire légèrement vers le jaune	3
	Jaunâtre	1
Contamination	Pas de contamination	2
	Présence de terre et de racines à l'inspection minutieuse	1
	Présence évidente de terre et de racines	0
Score total	Evaluation qualitative du foin	
16 à 20	Bonne à très bonne	
10 à 15	Satisfaisante	
5 à 9	Médiocre	
0 à 4	Qualité proche de la paille	

Un des foins recommandés chez le lapin est le foin de prairie naturelle, composée de plantes herbacées, de céréales et de légumineuses variées. Il est le foin le plus équilibré d'un point de vue minéral (voir Tableau 8). Il doit être distribué à volonté en addition d'un autre type de foin comme le foin de fléole.

Les foins de luzerne et de trèfle ont une densité énergétique supérieure, ils sont riches en protéines et en calcium et peuvent être indiqués chez les animaux en croissance, en lactation ou en gestation. Il est également intéressant d'en distribuer aux animaux souffrant d'une affection dentaire ou osseuse. En revanche, à l'entretien, leur distribution doit être limitée car ils prédisposent l'animal aux urolithiases [28].

Tableau 8 - Composition en calcium et phosphore de différents foin.(d'après [32]).

Type de foin	Teneur en calcium	Teneur en phosphore	Rapport phospho-calcique
Foin de luzerne	1,3	0,2	6/1
Foin de trèfle	1,5	0,3	7/1
Foin de prairie	0,4	0,4	1/1
Foin de fléole des près	0,3	0,2	2/1

b) Végétaux frais

Si le lapin n'a pas l'habitude de consommer de végétaux frais, la vitesse d'introduction recommandée est d'un aliment par semaine. La consommation d'une grande quantité de végétaux frais chez un animal habitué uniquement aux aliments secs risque de provoquer chez celui-ci une diarrhée importante. Il est cependant intéressant d'en proposer lors de l'hospitalisation car l'appétence de ces aliments est supérieure à celle du foin, ce qui peut s'avérer utile dans le cas où le patient présente un appétit capricieux. Idéalement, la verdure distribuée doit être variée : plantes aromatiques (menthe, persil, aneth, coriandre, basilic), fanes de légumes (carotte, radis), salades (laitue, mâche, feuille de chêne, roquette...), céleri branche, fenouil sont autant de végétaux appréciés par le lapin et adaptés à son régime alimentaire. Les épinards, les brocolis et les différents types de choux ne sont pas recommandés car ils sont très riches en oxalates, leur distribution doit être limitée [12]. La quantité de végétaux frais recommandée est d'environ 80 à 100 grammes par kilogramme de poids vif et par jour. Il faut idéalement proposer au moins 3 types de végétaux frais différents par jour [91].

Les fruits et légumes riches en glucides cytoplasmiques doivent être considérés comme des friandises à donner occasionnellement. Les lapins sont friands de bananes, de fraises, de pommes, de poires, d'abricots ou de carotte, par exemple [89].

c) Aliments concentrés

Les aliments concentrés ne sont pas indispensables au régime alimentaire du lapin, une alimentation à base de foin et de végétaux verts variés suffit en théorie à couvrir l'ensemble de ses besoins nutritionnels. Il est toutefois difficile de s'assurer que les apports en acides aminés essentiels, en vitamines et minéraux sont suffisants. Les aliments industriels peuvent constituer un complément intéressant mais ne doivent pas devenir la base de l'alimentation du lapin de compagnie.

Il faut proscrire les mélanges de graines qui peuvent occasionner des déséquilibres et augmentent les risques de surpoids [87]. En effet, le lapin est sélectif et consomme préférentiellement les composants les plus sucrés et tendres du mélange. Il faut donc idéalement choisir un aliment concentré homogène que l'animal ne peut pas trier, comme des granulés [12].

La composition des granulés varie énormément en fonction du procédé de fabrication utilisé. Par exemple de la mélasse peut être utilisée comme liant, ce qui va considérablement augmenter la densité énergétique de l'aliment. Les granulés qui en sont dépourvus, d'un autre côté, sont moins appétants mais plus équilibrés et présentent une meilleure résistance mécanique, favorable à l'usure des dents. Le traitement à une température supérieure à 130°C peut altérer certains nutriments c'est pourquoi ils sont complétés lors du refroidissement [91].

La quantité journalière idéale d'aliments concentrés distribuée varie entre 15 et 25g/kg selon le statut physiologique et médical de l'animal ainsi que la composition des granulés

Quelques exemples de concentrés adaptés au lapin, sont présentés dans les pages suivantes.

- *Granulés Cuni adult complete®*, *Versela-Laga (Deinze, Belgique)*



Info nutritionnelle

Sous-produits d'origine végétale (timothée 10%, graminées et fines herbes), Extraits de protéines végétales, Légumes (carotte 4%), Graines (graines de lin 2%), Substances minérales, Fructo-oligosaccharides (0,3%), Souci, Yucca

Constituants analytiques

Protéine 14,0%, Teneur en matières grasses 3,0%, Cellulose brute 20,0%, Cendres brutes 7,0%, Calcium 0,6%, Phosphore 0,4%

Additifs/kg

Additifs nutritionnels

Vitamine A 10000 UI, Vitamine D3 1200 UI, Vitamine E 80 mg, Vitamine C 100 mg, E1 (fer) 100 mg, E2 (iode) 2 mg, E4 (cuivre) 10 mg, E5 (manganèse) 75 mg, E6 (zinc) 70 mg, E8 (sélénium) 0,2 mg

Additifs techniques

Antioxydants

Figure 22 - Composition des granulés Cuni adult complete fournie par le fabricant : Versela-Laga (Deinze, Belgique)

La composition de cet aliment, fournie par le fabricant, correspond aux recommandations détaillées dans la partie B-I A-I- (Figure 22). En revanche, les informations fournies ne permettent pas de connaître la densité énergétique de cet aliment. Des prébiotiques, les fructo-oligosaccharides, ont été ajoutés aux ingrédients, ils favorisent la bonne santé digestive des petits mammifères herbivores (voir partie C-I-1-e).

- *Granulés Essential adult rabbit food®*, Oxbow animal Health (Omaha, USA)



Composition :

Fléole des près, Soja, Mélasse de canne, Mélange de blé, Bentonite sodique, Sel, Sulfonate de lignine, Levure hydrolysée, Chlorure de choline, vit E, Sulfate de zinc, Protéinate de zinc, Niacine, Sulfate de cuivre, Pantothénate de d-calcium, Oxyde de manganèse, Riboflavine, Biotine, Mononitrate de thiamine, Sulfate de magnésium, Protéinate de cuivre, Supplément de vitamine A, Sélénite de sodium, Protéinate de manganèse, Chlorhydrate de pyridoxine, Acide folique, vit D3, Carbonate de cobalt, vit B12, Iodate de calcium.

Constituants analytiques :

Protéines brutes min 14%, Graisse min 2%

Cellulose brute min 25% - max 29%

Moisture max 10%, Calcium min 0.35%- max 0.75%

Phosphore min 0.25%, Vit A (min) 10,000 IU/kg,

Vit D (min) 900 IU/kg, Vit E (min) 190 IU/kg

Figure 22 - Composition des granulés Essential adult rabbit food fournie par le fabricant, (Oxbow animal Health Omaha, USA).

Cet aliment est, à priori, plus riche en fibres et moins gras que le précédent. En revanche, aucune information n'est donnée quant à la composition de vitamine C par le fabricant (Figure 22). Ces granulés contiennent de la mélasse ce qui laisse supposer qu'ils contiennent des glucides digestibles, mais la quantité n'est pas précisée. Cet aliment est recommandé par certains cliniciens [91].

La Figure 23 résume la composition du régime alimentaire adapté au lapin se nourrissant spontanément.

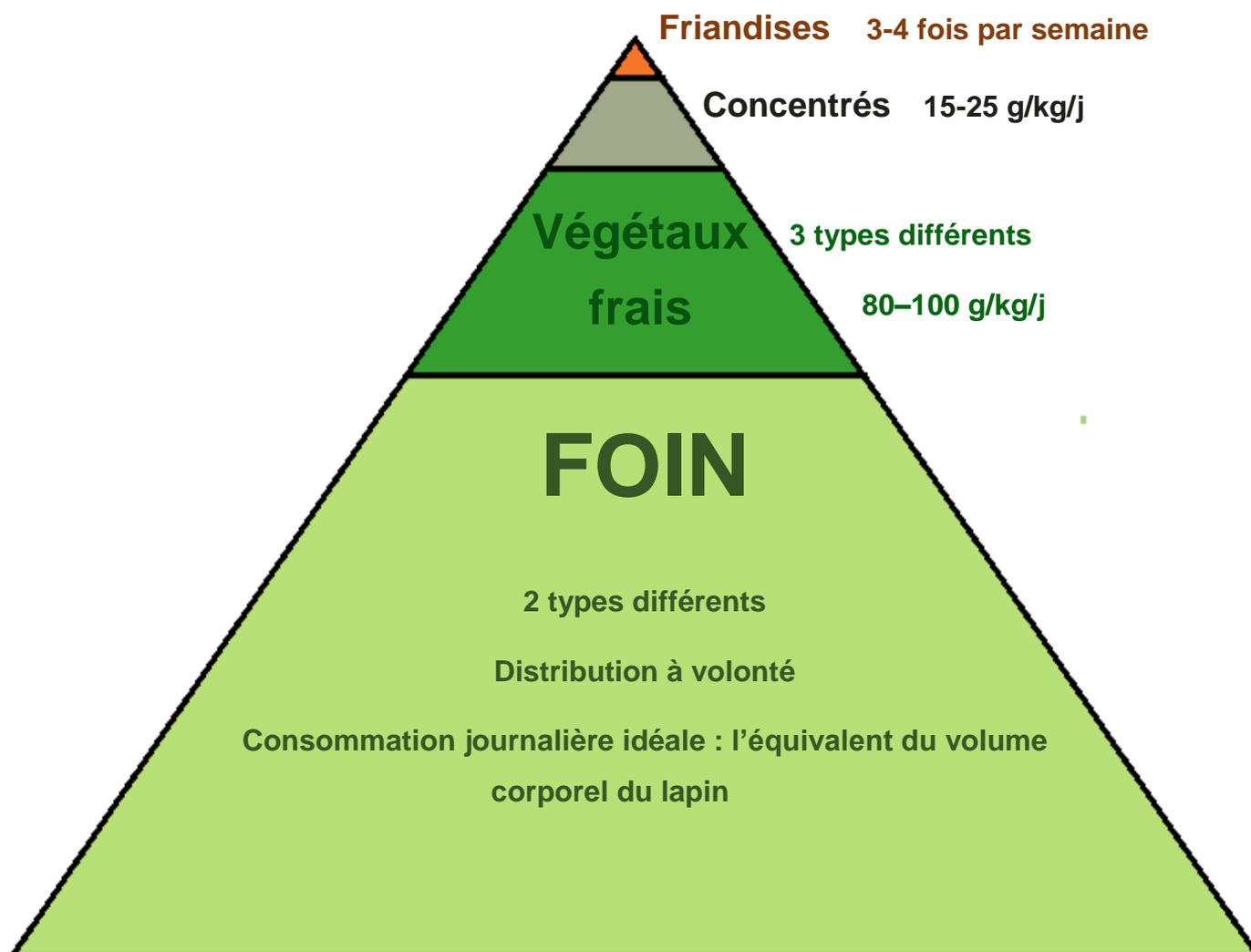


Figure 23 -Conclusion : Pyramide alimentaire du lapin se nourrissant spontanément

II- Alimentation spontanée lors de l'hospitalisation du cochon d'Inde

1) Environnement d'hospitalisation adapté au cochon d'Inde

Comme le lapin, le cochon d'Inde est un animal très sensible au stress, qui peut cesser de s'alimenter s'il est confronté à un changement brusque d'environnement et/ou à un hébergement non adapté. Il convient donc de fournir à l'animal hospitalisé un lieu qui minimise son stress et favorise une prise alimentaire spontanée.

a) Paramètres d'hébergement et enrichissement de l'environnement

Une zone calme, isolée des chiens et des chats est nécessaire pour limiter les effets du stress du changement d'environnement sur l'animal. La température doit être maîtrisée, supérieure à 18°C et ne pas dépasser les 26°C car le cochon d'Inde est sujet aux coups de chaleurs. Il faut également protéger l'animal des courants d'air et des changements de températures brutaux [93] [32]. Le taux d'humidité doit être compris entre 44 et 70% [2].

Lors de l'hospitalisation d'un cochon d'Inde, surtout si elle est prolongée, une attention particulière doit être apportée à l'hygiène de la litière, les pododermatites étant fréquentes dans cette espèce. La surface accueillant l'animal doit donc être propre, sèche et la moins abrasive possible [46] [25]. Une zone de repos confortable peut être aménagée avec un Dry Bed ® (Disvar, Comps sur Artuby, France) ou une serviette éponge, mais celle-ci doit être changée fréquemment [84]. Enfin, on peut ajouter une litière en évitant les copeaux de bois résineux et en préférant une litière de chanvre, de paille ou un mélange de fibres végétales.

La cage, comme pour le lapin, doit être suffisamment grande pour permettre à l'animal de se déplacer et stimuler ainsi son transit (sauf en cas de contre-indication médicale). Les dimensions recommandées par la plupart des auteurs sont de l'ordre de 25 cm de hauteur pour une surface de 652 à 940 cm² pour un seul animal [90]. Dans le cadre d'une hospitalisation de courte durée, ces dimensions peuvent être réduites.

Il a été observé qu'un cochon d'Inde hospitalisé ne montrait que peu de signes de stress s'il était en contact avec un congénère. Si cela est possible, il est vivement conseillé de garder l'animal hospitalisé dans la même cage qu'un autre cochon d'Inde. La présence d'un congénère favorise la prise de nourriture spontanée en réduisant significativement le stress du patient [32]. En revanche, les cochons d'Inde ne doivent pas être en contact avec les lapins car ces derniers sont souvent porteurs sains de *Bordetella bronchiseptica*, qui est pathogène pour le cobaye. De plus, leurs besoins nutritionnels ne sont pas identiques [93].

L'ajout d'un congénère apparaît comme « l'enrichissement » le plus bénéfique pour le cobaye. Une autre mesure permettant de réduire le stress est la présence d'une cachette qui reste quasi indispensable dans la cage d'hospitalisation de cet animal. Il faut cependant accorder une attention particulière à l'hygiène de cette zone car le cochon d'Inde risque d'y passer beaucoup de temps, y occasionnant des souillures importantes [84]. En revanche, il n'est pas nécessaire de fournir à l'animal des plateformes en hauteur car ce n'est pas un grimpeur. Il n'est pas non plus friand de jouets, contrairement au lapin.

b) Distribution de l'eau et de la nourriture

Concernant les méthodes d'abreuvement, les sites internet et forums de propriétaires de cobayes semblent plébisciter l'utilisation du biberon, car ces animaux ont tendance à salir rapidement les gamelles au sol [40]. Cette tendance est confirmée par une étude menée sur 10 cochons d'Inde qui ont montré une préférence significative pour les biberons au détriment des gamelles. Ce travail a également montré que l'utilisation du biberon entraînait une prise de boisson plus importante qu'avec un récipient ouvert, ce qui permettrait de réduire les risques d'urolithiases, fréquentes dans cette espèce [4]. L'animal doit en revanche être habitué à ce mode d'abreuvement qui n'est pas instinctif et demande à l'animal un temps d'adaptation avant de pouvoir boire en quantité suffisante. Une fois encore, la solution idéale est celle à laquelle le patient est habitué. L'eau doit être distribuée à volonté et le récipient choisi doit être propre en permanence.

Le foin, les végétaux frais et les concentrés peuvent être distribués dans les mêmes récipients que ceux utilisés pour les lapins : un râtelier et des gamelles en céramique lourdes et peu profondes (voir partie B-I-1- d). En effet comme le lapin, le cobaye a tendance à souiller ses aliments s'ils sont déposés directement au sol. Il retourne fréquemment les gamelles si elles sont trop légères [32].

c) Aide thérapeutique

De la même manière que chez le lapin, un des signes évocateurs de douleur chez le cochon d'Inde est la baisse d'appétit voire l'anorexie. Ainsi, dès lors que l'affection qui motive l'hospitalisation de l'animal peut être à l'origine de souffrance, il est essentiel de prendre en charge cette douleur.

Un cochon d'Inde expérimentant un phénomène douloureux peut présenter un certain nombre de modifications comportementales : vocalisations, léchage, brusque changement de position sont les signes les plus fréquemment décrits dans la littérature [33, 36]. Cependant, la présence d'un observateur inconnu de l'animal a tendance à inhiber ces comportements [71]. L'évaluation de la douleur est donc particulièrement délicate dans cette espèce. Une autre méthode d'évaluation possible serait, comme chez le lapin, l'étude des modifications de l'expression faciale, avec l'aide d'une échelle d'évaluation de l'intensité douloureuse comme cela a été validé chez la souris et le rat (rétrécissement de la fente palpébrale, contraction des joues et du nez, vibrisses plaquées contre les joues et oreilles ramenées en arrière ou sur les côtés) [62, 101]. Aucun travail de ce type n'est encore disponible concernant le cochon d'Inde

mais, compte tenu de la similarité des grimaces de la souris, du rat et du lapin, une extrapolation au cochon d'Inde semble possible (Figure 24).

Dès lors qu'une souffrance est suspectée par le clinicien, elle doit faire l'objet d'une prise en charge rapide et efficace. Le Tableau 9 résume les modalités d'utilisation des analgésiques les plus communément utilisés en médecine vétérinaire, chez le cobaye.

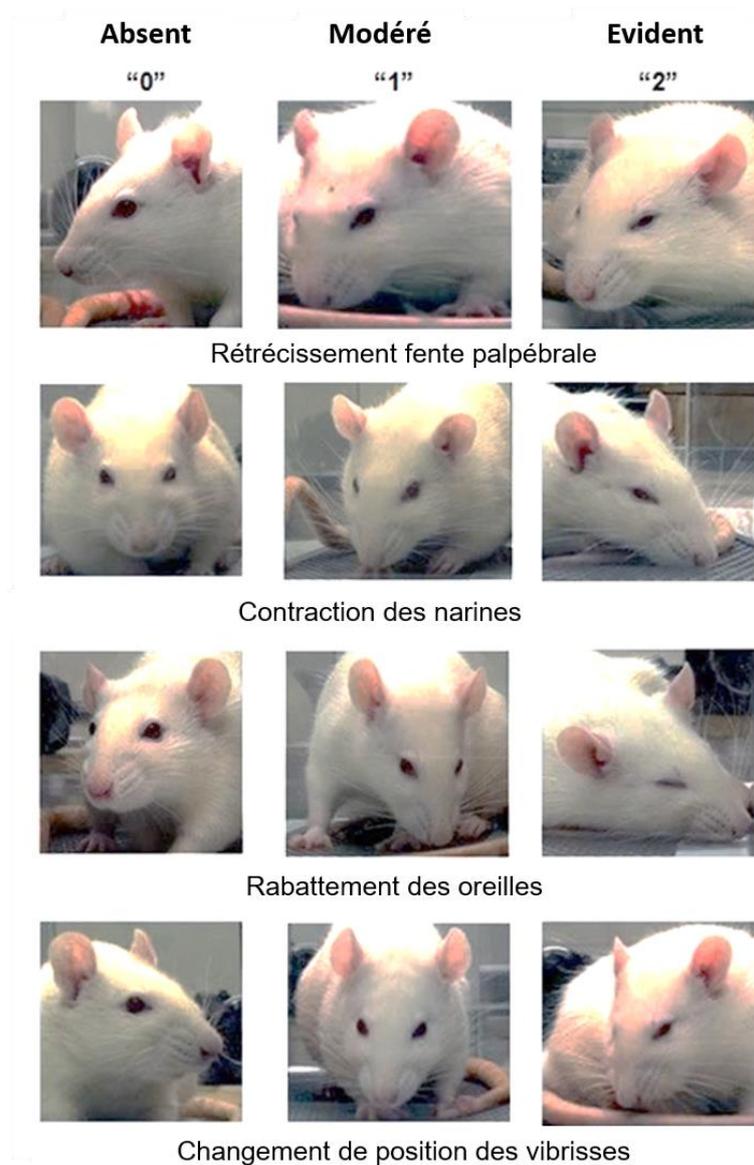


Figure 24 - Echelle d'expression faciale douloureuse chez le rat (d'après [101]).

Tableau 9 - Principales molécules analgésiques et modalités d'utilisation chez le cochon d'Inde (d'après [18, 29, 71]).

PRINCIPE ACTIF	POSOLOGIE	ADMINISTRATION	DUREE D'ACTION	INTENSITE	REMARQUE
<i>Opioides Hypomotricité digestive, adapter la dose en fonction du transit de l'animal</i>					
Buprénorphine	0,05-1 mg/kg	Sous cutanée	6–12 h	Douleur modérée	Durée d'action variable selon les auteurs, dose dépendante
Butorphanol	0,2-2 mg/kg	Sous cutanée Intra musculaire	4 h	Douleur légère à modérée	Léger effet sédatif
Tramadol	5-10 mg/kg	Per os	12-24 h	Douleur chronique légère à modérée	Problème d'appétence
Morphine	2-10 mg/kg	Sous cutanée Intra musculaire	3-4 h	Douleur modérée à intense	Dépression respiratoire à forte dose
<i>Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens Potentialisent les effets des opioïdes donc permettent d'en réduire les doses</i> <i>Possible atteinte rénale et hépatique, ulcères gastriques, inhibition activité des plaquettes</i>					
Méloxicam	0,1-0,3 mg/kg	Per os Sous cutanée	24 h	Douleur légère à modérée	Produit appétant
Carprofène	4 mg/kg	Sous cutanée	24 h	Douleur légère à modérée	

Il est important de garder à l'esprit la particularité métabolique du cochon d'Inde qui le prédispose à une carence en vitamine C. Dans le cadre d'une hospitalisation, ses besoins sont accrus à cause de son affection mais également du stress. Une supplémentation en acide ascorbique doit toujours faire partie du plan de réalimentation du cobaye malade, à hauteur de 60 mg/kg/j. Quelques exemples de produits utilisables pour compléter le cobaye en vitamine C sont présentés ci-dessous (Figure 25, Figure 26).

- *Vitamine C Cobaye, Virbac® (Carros, France)*



D'après le fabricant cette solution buvable contient 30 000 mg par kilogramme de produit. Cependant la masse volumique du produit est inconnue ce qui rend difficile l'obtention de la concentration du produit. Le fabricant préconise de diluer 10 gouttes dans 100 ml d'eau de boisson, soit 0,5 ml par jour, à doubler lorsque le besoin en vitamine C est augmenté. Il est toutefois recommandé de faire avaler la solution directement pour éviter l'oxydation de la vitamine dans l'eau de boisson.

Figure 25 - Composition de la solution buvable Vitamine C Cobaye, Virbac (Carros, France), données fournies par le fabricant.

- *Comprimés de vitamine C, Beaphar® (Cagnes sur Mer, France)*



Ces comprimés contiennent, d'après les données du fabricant, 40 mg d'acide ascorbique chacun. Les besoins en vitamine C d'un animal seront couverts par l'administration d'un comprimé, voire un comprimé et demi par kilogramme de poids vif en fonction de son statut médical et de son stade physiologique.

Figure 26 - Composition des comprimés de vitamine C, Beaphar (Cagnes sur Mer, France), données fournies par le fabricant.

2) Quels aliments proposer en hospitalisation ?

a) Fourrages

Le foin doit constituer une part importante de l'alimentation du cochon d'Inde. En effet, sa consommation est favorable à la santé digestive du cobaye, elle diminue le risque d'obésité, de malocclusion dentaire et permet de limiter l'ennui. Cet aliment doit représenter au minimum 70% de l'alimentation de cet animal, en matière brute [79]. Le foin de prairie est à privilégier alors que le foin de luzerne doit être donné en petite quantité, de la même manière que chez le lapin, afin de limiter les risques d'urolithiases.

Les cochons d'Inde sont moins sélectifs que les lapins, ils délaissent moins les parties du fourrage riches en fibres [23]. En revanche les blessures buccales dues à un foin trop sec sont fréquentes dans cette espèce, occasionnant des lymphadénites cervicales voire des abcès. Il est donc important de choisir le foin le moins traumatique possible, qui correspond généralement à un foin de bonne qualité nutritionnelle (voir Tableau 7) [2].

b) Végétaux frais

Idéalement, le cochon d'Inde doit ingérer 100 g/kg de végétaux frais en plusieurs portions dans la journée. A l'image du lapin, il faut privilégier la distribution de végétaux verts et en fournir deux à trois différents par jour. Cependant, si le patient n'a pas l'habitude de consommer de végétaux frais, il est préférable que leur introduction soit très progressive pour éviter l'apparition de diarrhée. La verdure distribuée au lapin peut également être proposée au cochon d'Inde. On peut rajouter à cette liste les légumes riches en vitamine C : poivron rouge et vert, épinard, asperges, fenouil, tomates par exemple, qui peuvent être distribués pour éviter toute carence. Certains cobayes semblent ne pas bien tolérer les végétaux riches en eau comme les concombres, les tomates et la laitue. Ces derniers aliments doivent donc être distribués avec parcimonie, tout comme les légumes riches en calcium (chou, persil, chicorée, épinard...) [93].

Les fruits sont considérés comme des friandises qui ne doivent être proposées qu'une à deux fois par semaine [79].

Une alimentation uniquement à base de foin et de végétaux est possible mais il est alors nécessaire de compléter l'animal en vitamine C grâce à une solution buvable ou des comprimés aromatisés. La dose de supplémentation recommandée est de 20 à 30 mg/kg/j chez

un adulte et de 60 mg/kg/j chez un animal en croissance, en gestation ou en lactation ou encore malade.

c) Aliments concentrés

Les mélanges de graines ne sont pas plus adaptés aux cochons d'Inde qu'aux lapins. Bien que moins sélectif, le cobaye reste un animal gourmand qui privilégie les constituants gras et/ou sucrés. Avec ce type d'aliment, l'apport en vitamines, en vitamine C notamment, et en minéraux n'est pas garanti, et les risques de prise de poids sont accrus [25].

L'utilisation de concentrés non adaptés, pauvres en magnésium, riches en phosphore, calcium et vitamine D est suspectée de provoquer une affection encore mal connue chez le cochon d'Inde : la calcinose. Il s'agit de calcifications des tissus mous. Il n'existe pas de traitement mais cette affection doit être évitée grâce à des aliments de qualité et une ration alimentaire équilibrée, l'incidence de cette maladie a été drastiquement diminuée ces dernières années grâce à l'amélioration de la ration distribuée aux cochons d'Inde [32].

Les concentrés adaptés aux cochons d'Inde sont supplémentés en acide ascorbique pour pallier leur déficit en vitamine C. Néanmoins, cette vitamine est rapidement dégradée à la lumière, en présence de chaleur ou dans un milieu humide. Les concentrés doivent donc être stockés à une température inférieure à 22°C et consommés dans les 3 mois suivant l'ouverture de leur contenant [90]. Certains fabricants utilisent un procédé augmentant la stabilité de la vitamine C et permettant d'allonger la date limite d'utilisation optimale. La quantité de granulés journalière conseillée est d'environ 20-30g/kg.

A titre d'exemple, la Figure 27 et la Figure 28 détaillent deux aliments concentrés qui sont adaptés à l'alimentation du cochon d'Inde dans le cadre d'une distribution contrôlée.

- *Granulés Optima repas complet® d'Hamiform (Ploërmel, France)*



Ingrédients

Fourrage (luzerne min. 14%), céréales, sous produits de céréales, oléagineux, pulpe de fruits, extraits de yucca min.36 mg, pulpe de betteraves, concentré protéique de pomme de terre, matières minérales, huile végétale.

Additifs

Garantis au kg : vitamines (A : 13 000 UI, D3 : 2 000 UI, E : 108 UI), Cu : 8 mg, vitamine C (teneur en substances actives 4g/kg). Avec antioxygènes et conservateurs : additifs CEE. Teneur en vitamines garantie jusqu'à la date de péremption.

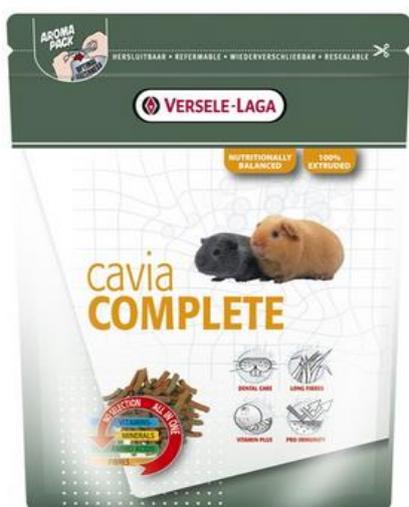
Analyse moyenne

- 16% Protéines brutes,
- 4% Matières Grasses,
- 7% Cendres brutes,
- 15,5% Cellulose brute,
- 13% Humidité.

Figure 27 - Composition des granulés Optima repas complet d'Hamiform ® (Ploërmel, France), d'après les informations fournies par le fabricant.

Cet aliment est très riche en vitamine C, une portion de 20 g correspond à un apport de 80 mg d'acide ascorbique consommé par le cochon d'Inde, ce qui est bien au-delà des recommandations, qui vont de 30 à 60 mg/kg/j en fonction du statut de l'animal. Un apport supplémentaire en vitamine C n'est donc pas nécessaire. En revanche, la quantité de cellulose brute semble insuffisante, il faut donc proposer à l'animal du foin à volonté et limiter la quantité distribuée de ce produit, pour éviter toute prise de poids et risque de malocclusion dentaire.

- *Granulés Cavia complete® de Versele Laga (Deinze, Belgique)*



Constituants analytiques

Protéine brute	15,5 %
Matières grasses brutes	3,5 %
Cellulose brute	20 %
Cendres brutes	8 %
Calcium	1,0 %
Phosphore	0,8 %
Vitamine A	10.000 UI/kg
Vitamine D3	1.500 UI/kg
Vitamine E	30 mg/kg
Vitamine C	750 mg/kg
Cuivre-cuivre(II)sulfate	10 mg/kg

Ingrédients : sous-produits d'origine végétale (7 % de fléole des prés, graminées et fines herbes), extraits de protéines végétales, fruits (4 % de baies de sureau) graines (2 % de graines de lin) minéraux, fructo-oligosaccharides (0,3 %) souci yucca

Figure 28 - Composition des granulés Cavia complete de Versele Laga ® (Deinze, Belgique), d'après les informations fournies par le fabricant.

Cet aliment est moins riche en vitamine C que le précédent, il faudrait en distribuer 30 g pour que l'apport journalier soit couvert pour un cobaye sain, en hospitalisation il faudra supplémenter l'animal malade dont le besoin est plus élevé. En revanche, son taux de cellulose brute est bien supérieur et le taux de matière grasse est légèrement inférieur, nous pouvons donc supposer que sa valeur énergétique de ces granulés est inférieure au produit précédent.

III- Conclusion

Chez les deux espèces qui sont concernées par notre étude, il existe un certain nombre de mesures que le vétérinaire peut mettre en place pour minimiser le stress de l'animal hospitalisé. Un environnement calme et à l'écart des carnivores constitue le prérequis le plus important, compte tenu de la sensibilité de ces deux espèces au stress. D'autres mesures ont également montré leur efficacité, comme l'enrichissement de la cage, la présence d'un congénère ou encore la gestion de la douleur. Une des causes principales d'anxiété chez ces petits mammifères hospitalisés est la manipulation lors des soins. C'est pourquoi l'équipe soignante doit maîtriser la contention et la réalisation des gestes techniques en douceur sur ces animaux. Les manipulations doivent être réduites aux procédures indispensables à la prise en charge du patient. Ainsi, favoriser la prise de nourriture spontanée permet d'éviter de gaver l'animal et donc minimise les contacts avec les soignants. Cependant, la nourriture proposée doit être adaptée à l'animal traité et à ces besoins, ainsi le lapin et le cochon d'Inde doivent être nourris distinctement, compte tenu de leurs besoins différents. De plus, un aliment inconnu de l'animal ne doit pas être introduit brusquement, au risque d'occasionner l'apparition de diarrhées ou de dysorexie. Dès lors que l'animal s'alimente spontanément en hospitalisation, il faut s'assurer que sa prise alimentaire est suffisante et qu'aucun déficit énergétique n'est à craindre. En effet, le cochon d'Inde et le lapin sont deux espèces susceptibles de développer une lipidose hépatique et des troubles digestifs en cas de sous nutrition et/ou d'anorexie. C'est pourquoi il faut surveiller la prise alimentaire et les variations de poids lors de l'hospitalisation et mettre rapidement en place une alimentation assistée chez ces animaux, en cas d'anomalie de ces deux paramètres.

D- MISE EN ŒUVRE DE L'ALIMENTATION ASSISTEE

Une anorexie prolongée chez un lapin dont le score corporel est élevé peut conduire à une lipidose hépatique chez ce dernier, comme cela est fréquemment rencontré chez le chat. [104]. Le cochon d'Inde est également prédisposé à cette affection, il peut présenter une lipidose même lorsqu'il n'est pas en surpoids [10]. De plus, quelle qu'en soit la cause, l'anorexie chez ces animaux provoque un ralentissement du transit voire une stase favorisant les translocations bactériennes à travers la paroi intestinale, une dysbiose voire une enterotoxémie, souvent mortelle [77]. En cas d'anorexie complète, une réalimentation assistée doit donc être mise en place le plus rapidement possible.

Cette alimentation forcée doit cependant correspondre aux besoins respectifs des deux mammifères herbivores objets de ce travail. Il existe plusieurs aliments de réalimentation ainsi que plusieurs méthodes d'administration et il convient d'en connaître les avantages et les inconvénients afin de choisir le mode de soutien nutritionnel le plus adapté au patient.

I- Les différentes méthodes d'alimentation assistée

1) Précautions préalables

Avant d'étudier les différentes méthodes de gavage disponibles chez le lapin et le cochon d'Inde, il convient d'éviter une complication induite par une réalimentation trop rapide : le syndrome de renutrition. Cette affection survient chez les patients dénutris à la suite d'un apport en énergie mis en place brutalement. Sa physiopathologie a été décrite dans un premier temps chez l'homme : la brusque augmentation de la glycémie provoque chez le malade un pic d'insuline anormalement important, provoquant un transfert intracellulaire de phosphore, potassium et magnésium, ce qui provoque l'effondrement de leurs concentrations plasmatiques. Les symptômes sont principalement cardiaques, respiratoires et nerveux. Ce syndrome est assez bien décrit chez les carnivores domestiques [3, 27], en revanche, peu de données existent concernant l'existence de ce phénomène chez les petits mammifères herbivores. Le principe de précaution impose tout de même une certaine vigilance lors de la mise en place d'une réalimentation assistée chez l'animal dénutri [77], ainsi :

- une réanimation préalable pour les sujets débilités est indispensable : réhydratation, réchauffement...

- il faut utiliser des aliments pauvres en glucides digestibles, riches en fibres et ayant un apport en phosphore, potassium et magnésium suffisant.
- la réalimentation doit se faire par paliers successifs pour atteindre progressivement l'apport énergétique recommandé, après une période d'anorexie prolongée. Il est conseillé de commencer par couvrir le besoin énergétique de base au, calculé grâce à la formule de Kleiber : **70 x Poids Vif^{0,75}** (en kcal/j) puis d'augmenter progressivement les jours suivants pour atteindre à partir du troisième jour le besoin énergétique réel, décrit dans les parties A-III-1-2) et A-III-2-2) [54].

Deux types d'alimentation assistée sont possibles : la voie entérale et parentérale. La première permet de stimuler le transit en utilisant la voie naturellement dédiée à la nutrition : le tube digestif [30]. Cependant, avant de mettre en place une réalimentation par voie entérale, il est indispensable de s'assurer que l'animal ne souffre pas d'obstruction digestive ou d'une dilatation de l'estomac que le gavage pourrait aggraver [89]. La réalisation d'une radiographie abdominale est donc un prérequis à la mise en place de ce type de soutien nutritionnel chez un animal en stase digestive. En cas de suspicion d'obstruction, une échographie abdominale peut être proposée pour confirmer le diagnostic.

Nous détaillerons dans les parties suivantes les différentes méthodes de réalimentation assistée ainsi que leurs indications, leurs avantages et leurs inconvénients.

2) Gavage simple à la seringue

Le procédé de gavage à la seringue consiste à introduire un aliment de réalimentation directement dans la bouche du patient afin que celui-ci l'avale. Cette méthode est très utilisée chez le cochon d'Inde et le lapin qui la tolèrent généralement mieux que les chats. Il faut, pour la mettre en place, que l'animal soit capable de déglutir.

a) Réalisation

Pour cette technique, deux sortes de seringues peuvent être utilisées : des petites seringues de 1 à 5 ml ou, au contraire, des grosses seringues de gavage de 60 ml ayant un embout conique facilitant l'introduction dans la bouche (Figure 29). Ces dernières permettent un gavage plus rapide mais augmentent les risques de fausse déglutition, administrant de grandes quantités de nourriture à la fois. Il est préférable, sur un animal qui rechigne à avaler le mélange de gavage, de procéder par petits volumes [47, 77].



Figure 29 - Exemple de seringues utilisables pour le gavage d'un lapin et d'un cochon d'Inde (photographie personnelle).

Pour éviter que l'animal ne se blesse lors de cette manipulation, il est important que la contention soit douce et maîtrisée. La méthode la plus fréquemment utilisée est d'enrouler le patient dans une serviette, de le placer en position sternale et d'introduire délicatement l'extrémité de la seringue dans la bouche au niveau du diastème (Figure 30).



Figure 30 - Méthode de contention d'un lapin nourri à la seringue (photographie personnelle).

Les volumes administrés et la fréquence de gavage varient selon les auteurs : les recommandations vont de 10 à 15 ml/kg toutes les 6 à 8 heures [29, 30].

b) Avantages et inconvénients

Cette technique comporte de nombreux points positifs. Il s'agit de la réalimentation entérale demandant le moins de matériel et étant la moins invasive pour le patient car elle ne requiert ni sédation ni intervention chirurgicale [104]. Elle permet également de nourrir l'animal avec une solution assez épaisse et donc riche en fibres, il suffit que celle-ci puisse passer par l'extrémité de la seringue.

Cependant, cette technique est relativement chronophage car l'aliment doit être administré dans la bouche en petites quantités et l'opérateur doit s'assurer que chaque gorgée est correctement avalée pour éviter toute fausse route. La fausse déglutition constitue d'ailleurs la complication la plus fréquente de cette technique, entraînant souvent une bronchopneumonie. Cette méthode est également assez stressante pour l'animal qui peut ne pas supporter cette manipulation et se blesser en se débattant [54].

3) Sonde naso-oesophagienne

L'utilisation d'une sonde naso-oesophagienne consiste à nourrir l'animal via un tube introduit dans une de ses narines jusque dans son œsophage. Très largement utilisée chez le chat lors d'anorexie, elle est moins fréquemment mise en œuvre chez les petits mammifères herbivores. Cependant, lorsque le patient est excessivement stressé par le gavage à la seringue, qu'il ne peut pas déglutir tout seul ou qu'il présente une dyspnée marquée, la mise en place d'une sonde naso-oesophagienne constitue une solution de réalimentation pertinente [80]. Cette technique est réalisable sur des lapins et des cochons d'Inde de taille suffisante, chez lesquels la taille des narines permet l'introduction d'une sonde [19, 46].

a) Technique de mise en place de la sonde

Habituellement, la mise en place d'une sonde naso-oesophagienne ne nécessite pas d'anesthésie générale. Néanmoins, certains animaux plus difficilement manipulables peuvent être légèrement sédatés lors de cette manœuvre. Dans la majorité des cas, une contention douce à l'aide d'une serviette enroulée autour du patient en position sternale est suffisante [49].

Dans tous les cas, l'instillation de quelques gouttes d'un anesthésique local, par exemple de la lidocaïne, (par exemple Xylovet®, CEVA santé animale, Libourne, France) dans la narine est recommandée 3 à 5 minutes avant le début de la procédure [97, 104].

L'utilisation d'une sonde de réalimentation pédiatrique souple est recommandée. Un diamètre extérieur de 3 à 8 French (1 French = 0,33 mm) convient à la plupart des lapins et cochons d'Inde, le choix doit être fait en fonction de la taille du patient. Plus le diamètre de la sonde est élevé, plus il est facile d'y faire passer les aliments de renutrition [30].

Préalablement à l'insertion de la sonde, il faut prendre des repères en faisant un trait au marqueur. La longueur idéale correspond à la distance du bout du nez de l'animal jusqu'à la 7^{ème} côte [46].

L'extrémité de la sonde peut être lubrifiée à l'aide d'un gel de chlorhydrate de pramocaïne (Tronothane ®, LISA PHARM, Boulogne Billancourt, France) par exemple.

La tête de l'animal est relevée pour que la sonde soit introduite dans le méat nasal, en direction ventro-médiale. L'insertion peut être stoppée par une racine dentaire trop longue, il faut alors changer de narine. On fléchit ensuite légèrement la tête pour favoriser le passage dans l'oropharynx et l'œsophage plutôt que dans la trachée [14].

La sonde est introduite jusqu'au repère. Elle doit ensuite être fixée : on utilise deux papillons de sparadrap fixés sur la sonde, un à proximité de la narine et l'autre au sommet du crâne que l'on suture à la peau, par le biais d'agrafes ou d'un fil de suture monofilament irrésorbable. On peut également fixer la sonde à l'aide de lacets chinois (Figure 31). Le reste de la sonde peut être enroulé et fixé autour du cou de l'animal grâce à une bande cohésive de type Vetrup ®(3M, Saint Paul, Minnessota, USA) [54, 97].



Figure 31 - Fixation d'une sonde naso-oesophagienne sur un lapin bélier (avec la permission du Dr Huynh) [54] .

Si l'animal essaie de retirer le dispositif mis en place il peut s'avérer nécessaire de le sécuriser avec un collier Elisabethain (ou collerette) mais ce n'est pas nécessaire dans la majorité des cas [14].

b) Réalisation du gavage

Avant d'utiliser la sonde naso-oesophagienne, il est indispensable de s'assurer que celle-ci est bien dans l'œsophage et non pas dans la trachée. Il est normalement impossible d'aspirer de l'air via la sonde si elle est positionnée dans l'œsophage, mais cette technique de vérification n'est pas infallible. Ainsi, la réalisation d'une radiographie thoracique est vivement conseillée pour constater le bon positionnement de la sonde naso-oesophagienne [19].

Toute utilisation de la sonde doit être précédée par l'instillation de quelques millilitres d'eau via celle-ci, afin de vérifier que cela ne provoque aucune toux.

L'aliment de gavage est ensuite injecté via une seringue de 1 à 3 ml en fonction du diamètre de la sonde ; en effet, une seringue de trop grand volume utilisée via une sonde de petit diamètre peut provoquer une surpression à l'intérieur de celle-ci et léser la muqueuse œsophagienne. Il est recommandé d'administrer un sixième de la quantité à administrer dans la journée toutes les quatre heures, en suivant un plan de réalimentation progressif [97]. Le volume introduit à chaque gavage ne doit toutefois pas dépasser 15 ml pour un cochon d'Inde et 20 ml pour un lapin.

Enfin, à l'issue du gavage il est indispensable de bien rincer la sonde afin d'éviter qu'elle ne se bouche, avec 2 à 5 ml d'eau tiède, selon la taille de la sonde [46, 85].

Ce dispositif peut être laissé en place 5 jours ; au-delà, il risque de provoquer une inflammation trop importante. Il convient de la retirer dès que l'animal montre une reprise de son appétit et de son transit [80].

c) Avantages et inconvénients

Cette technique ne requiert en général pas d'anesthésie générale et aucune intervention chirurgicale. Il s'agit d'une méthode en général bien maîtrisée par les praticiens car similaire à celle utilisée fréquemment chez le chat. De plus, la présence de cette sonde n'empêche pas l'animal de se nourrir seul [14] et les manipulations de l'animal lorsque la sonde est en place sont réduites par rapport au gavage à la seringue, ce qui minimise le stress de l'animal.

Cependant, la pose d'une sonde naso-oesophagienne peut être traumatisante pour le patient. La muqueuse nasale peut être facilement irritée par ce corps étranger qui provoque rapidement des rhinites, il ne peut donc pas être laissé en place plus de 5 jours. En cas d'apparition d'un écoulement nasal purulent, la sonde doit être retirée immédiatement et l'animal placé sous traitement antibiotique [80]. Si l'animal ne tolère pas la sonde et doit porter une collerette, cela constitue un stress important et peut l'empêcher de se toiletter et de consommer ses caecotrophes, ce qui peut provoquer des carences et ralentir le retour à une prise alimentaire spontanée [54, 104]. De plus, seule une solution de gavage suffisamment fluide et donc avec des fibres courtes est utilisable via cette sonde de faible diamètre, ce qui va ralentir la reprise du transit [54].

4) Sonde naso-gastrique

La pose d'une sonde naso-gastrique requiert le même matériel que pour la mise en place d'une sonde naso-oesophagienne. L'unique différence est la position de l'extrémité de la sonde, qui se situe dans la lumière de l'estomac et nécessite le passage du sphincter œsophagien distal et du cardia. Il faut ainsi prendre la dernière côte comme repère avant d'insérer la sonde. Il est suspecté que ce passage provoque une augmentation des reflux gastriques et augmente le risque d'œsophagite [46, 107]. En pratique, cette technique est très peu utilisée en France. Elle a cependant l'avantage de pouvoir décompresser l'estomac en cas de dilatation gastrique aérique, affection fréquente chez le cochon d'Inde [55].

5) Sonde d'œsophagostomie

Lorsque le patient présente un traumatisme maxillo-facial ou une atteinte respiratoire haute avec écoulement nasal purulent, la mise en place d'une sonde via les narines n'est pas recommandée [54]. De plus, lorsque la réalimentation est appelée à durer plusieurs semaines, la pose d'une sonde d'œsophagostomie est indiquée.

a) **Technique de mise en place de la sonde**

Le patient est préalablement placé sous anesthésie générale en décubitus latéral droit. Il est de préférence intubé et la zone cervicale est tondue et préparée chirurgicalement [49].

Un clamp courbe est alors inséré dans la cavité buccale jusqu'à la partie médiane de l'œsophage cervical. On fait ensuite saillir l'instrument contre la paroi musculaire dorsalement à la gouttière jugulaire (Figure 32) [68].

Une petite incision cutanée est effectuée avec une lame de 10 à l'endroit où le clamp fait protrusion. Le clamp force ensuite le passage à travers les différentes couches de l'œsophage et les muscles cervicaux jusqu'à l'incision [68].

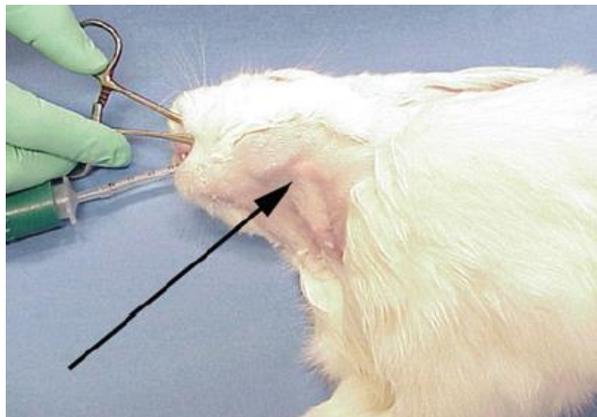


Figure 32 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, localisation de l'incision. (avec la permission de l'auteur [68]).

Des sondes similaires à celles utilisées pour les œsophagostomies de chat peuvent être utilisées, soit de 8 à 10 French de diamètre pour le cochon d'Inde et de 10 à 14 French pour le lapin, respectivement [19, 68]. On repère sur la sonde la distance entre la fin du pharynx et la neuvième côte à l'aide d'un marqueur (Figure 33) [85].



Figure 33 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, mesure de la longueur de la sonde (avec la permission de l'auteur [68]).

Le clamp courbe permet de saisir l'extrémité la plus fine de la zone et de la faire passer à travers l'incision et ressortir par la bouche du patient jusqu'à ce que le repère au marqueur soit au niveau de l'incision cutanée (Figure 34).

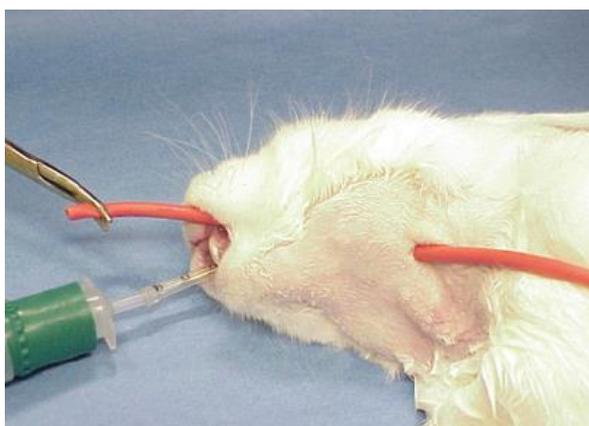


Figure 34 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, de l'incision vers la cavité buccale (avec la permission de l'auteur [68]).

Cette extrémité est ensuite retournée et insérée dans le pharynx puis dans l'œsophage (Figure 35). L'intubation endotrachéale facilite le placement de la sonde. Il est important de vérifier que la sonde n'est pas coudée au niveau du pharynx.

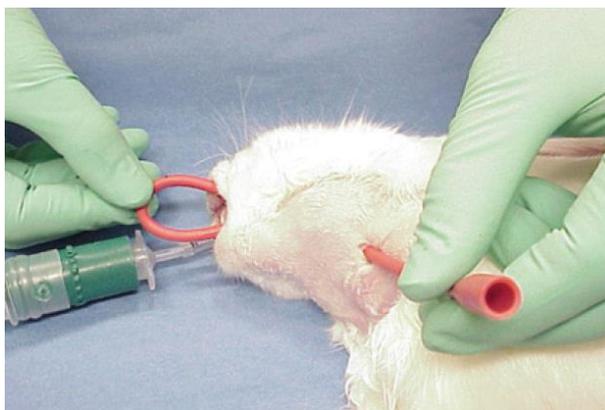


Figure 35 - Placement d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin, insertion dans l'œsophage (avec la permission de l'auteur [68]).

La position de la sonde est ensuite réajustée pour que le repère se situe au niveau de l'incision [68].

La sonde est sécurisée à l'aide d'un lacet chinois réalisé avec un fil de suture monofilament non résorbable, type Ethylon® (Ethicon Inc, Somerville, New Jersey, USA). Un papillon en sparadrap peut être ajouté sur la sonde et fixé sur la peau à quelques centimètres de l'incision pour une fixation plus sûre (Figure 36) [85].



Figure 36 - Fixation d'une sonde d'œsophagostomie sur un lapin. (avec la permission de l'auteur [68]).

Des compresses sont placées autour de l'incision et la longueur restante de la sonde est repliée contre le cou de l'animal puis fixée avec un pansement léger pour ne laisser dépasser que l'extrémité permettant de nourrir le patient (Figure 37) [68, 85, 107].



Figure 37 - Pansement sécurisant le tube d'œsophagostomie chez le lapin (avec la permission de l'auteur [68].)

Il est préférable de vérifier le bon positionnement de la sonde en effectuant une radiographie [85].

L'usage d'une antibioprophylaxie se justifie par les risques d'infection au niveau de l'incision [68]. Elle doit cependant être menée avec précaution pour ne pas provoquer de dysbiose digestive et de diarrhées. Ce type de sonde peut rester en place de 6 à 12 semaines. Son retrait ne nécessite pas systématiquement d'anesthésie et de suture de la zone de stomie car la cicatrisation a lieu par seconde intention [81, 104].

La technique d'administration des aliments est la même que pour la sonde naso-oesophagienne. Il est nécessaire de refaire le pansement tous les 3 à 5 jours, de surveiller la propreté de l'incision et la désinfecter avec soin [19].

b) Avantages et inconvénients

La sonde d'œsophagostomie peut rester en place des semaines voire des mois. Ce type de mode d'alimentation peut même continuer lors du retour du patient chez son propriétaire, si celui-ci a été correctement formé à son utilisation. Contrairement à la méthode précédente, celle-ci n'interfère pas avec la respiration. Elle ne requiert généralement pas l'utilisation d'une collerette, car le pansement suffit à protéger le dispositif [85]. Le diamètre plus important de la sonde permet, de plus, d'utiliser des solutions de gavage plus riches en fibres.

La mise en place d'une sonde d'oesophagostomie est une procédure invasive qui demande de maîtriser sa mise en œuvre. La nécessité d'une anesthésie générale est une contrainte supplémentaire, car il faut que l'état de l'animal lui permette de la supporter. De plus, une attention fréquente doit être apportée à la propreté de la plaie, considérant les risques élevés d'infection du site de stomie.

6) Sonde de gastrostomie

L'utilisation d'une sonde de gastrostomie, qui s'abouche directement dans l'estomac, est très mal tolérée chez le lapin qui a tendance à l'arracher s'il ne porte pas de collerette [107]. Lorsque celle-ci est installée par la méthode percutanée, sa mise en place requiert de réaliser une endoscopie et cela constitue une procédure beaucoup plus délicate à réaliser que chez le chien et le chat [81] (Annexe 3).

De plus, elle est à l'origine de sévères complications telles que des péritonites, des abcès de la paroi abdominale ou encore la formation d'adhérences intra-abdominales gênant le transit de l'animal [80, 85, 104].

Aucune donnée n'est disponible concernant la tolérance de cette méthode chez le cochon d'Inde mais, de par son caractère invasif, elle ne doit être réservée qu'au cas où l'œsophage n'est pas fonctionnel.

7) Nutrition parentérale

Le principe de la nutrition parentérale est de fournir à l'animal des nutriments via une solution intraveineuse [54]. Cette technique est très peu utilisée en clinique vétérinaire à cause de son coût élevé et mais elle tend à se répandre dans les centres hospitaliers vétérinaires, particulièrement chez les carnivores domestiques [95].

Une solution parentérale destinée à l'homme peut couvrir les besoins des petits mammifères herbivores en glucides et en lipides, mais n'apporte pas un apport suffisant en acides aminés essentiels et en vitamines et minéraux [30]. Pour couvrir le maximum des besoins de l'animal, il faut mélanger des solutions de dextrose, de lipides et d'acides aminés. Le mélange ainsi préparé ne peut être conservé plus de 24h [95].

Le détail d'un calcul de solution de nutrition parentérale chez un lapin est disponible dans l'Annexe 4.

De plus, si la solution utilisée possède une osmolarité supérieure à 550 mOsm/L, elle ne peut être administrée que via un cathéter central, dans la veine jugulaire, qui doit être posé sous anesthésie générale de manière stérile et dédié uniquement à la nutrition parentérale. Les complications les plus fréquentes sont les thrombophlébites, les déséquilibres métaboliques et les complications septiques.

Lorsque le soutien nutritionnel se fait uniquement par voie parentérale, le transit intestinal du lapin s'arrête complètement. Aucune étude n'est disponible concernant ce qui se passe chez le cochon d'Inde mais il est probable ce soit similaire. Or, étant donné l'importance de la motricité digestive sur la santé des petits mammifères herbivores, cette méthode ne doit être employée que lorsqu'il est impossible d'utiliser une méthode entérale [47].

8) Comparaison des méthodes d'alimentation assistée les plus souvent mises en place

Le Tableau 10 ci-dessous résume les différentes techniques de réalimentation entérale et parentérale les plus utilisées chez les deux espèces objets de notre étude. Certaines données, non disponibles chez le cochon d'Inde, ont été extrapolées à partir des études concernant le lapin.

Tableau 10 - Récapitulatif des différentes méthodes employées pour la nutrition assistée, chez le lapin et le cochon d'Inde.

Méthode de réalimentation	Durée d'utilisation optimale	Avantages	Inconvénients
Gavage à la seringue	Illimitée	Simplicité de mise en œuvre Peu de matériel nécessaire	Manipulations stressantes Contre-indiquée en cas d'affection maxillo-faciale ou de dyspnée Inutilisable quand l'animal n'est pas capable de déglutir
Sonde naso-oesophagienne	5 jours	Généralement pas d'anesthésie nécessaire Peu de manipulation	Collerette souvent nécessaire Rhinite fréquente Alimentation liquide uniquement
Sonde d'œsophagostomie	6 à 12 semaines	Longue durée Bonne tolérance Diamètre autorisant les aliments riches en fibres	Geste invasif sous anesthésie générale Risque d'infection
Nutrition parentérale	Moins d'une semaine	Seul recours en cas de non fonctionnement du tube digestif	Coût élevé Nombreuses complications : iléus digestif, atrophie des villosités intestinales...

II- Aliments adaptés à l'alimentation assistée des NACs herbivores

Lorsque la méthode de soutien nutritionnel a été mise en place, il reste à choisir l'aliment qui doit être administré. Il est fortement déconseillé d'utiliser des solutions de renutrition destinées aux humains car celles-ci sont riches en lipides et pauvres en fibres. En effet, leur teneur en cellulose brute est généralement inférieure à 2% [80]. Or, nous avons vu qu'un taux de cellulose brute inférieur à 10% pouvait altérer la santé digestive du lapin et du cochon d'Inde. Les solutions du commerce destinées à la réalimentation des carnivores domestiques ne sont pas non plus adaptées à la réalimentation des petits mammifères herbivores [77]. Il existe des aliments spécialement formulés pour les NAC herbivores, bien plus appropriés à nos espèces cibles. Lorsqu'il faut rapidement réalimenter un animal et qu'aucune de ces préparations n'est disponible sur le lieu d'hospitalisation, il existe des alternatives temporaires de « dépannage ». Nous allons comparer ces différentes solutions et vérifier qu'elles couvrent les besoins nutritionnels de l'animal hospitalisé. En parallèle, il est également indispensable de surveiller le niveau d'hydratation de l'animal et de s'assurer que les besoins en eau de l'animal sont couverts [29].

1) Solutions de réalimentation disponibles dans le commerce

Il existe peu d'aliment de réalimentation dans le commerce, les aliments disponibles via les principales centrales d'achats vétérinaires françaises sont décrits en détail dans cette partie.

a) Emerald® Intensive care herbivore et Sustain herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA)

L'aliment Intensive care herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA) est particulièrement conçu pour les NAC herbivores en soins intensifs, en état critique et/ou débilisés. Il peut être administré via une sonde de 5 French au minimum, ce qui peut correspondre à une sonde naso-oesophagienne d'un lapin ou d'un cochon d'Inde de grande taille.

Pour les deux espèces, le fabricant conseille de réalimenter l'animal en 4 repas par jour mais on peut envisager de fractionner les repas en 6 si l'animal tolère les manipulations répétées. La quantité à administrer est calculée en fonction de la capacité de l'estomac de l'animal, estimée à environ 3% du poids vif, soit au maximum 30 ml/kg/repas. Il est conseillé, lors du premier et deuxième repas, d'administrer 1% et 2% du poids vif respectivement, afin de

limiter les risques de rupture stomacale, augmentés après une anorexie prolongée. Pour préparer la solution, il faut mélanger progressivement 4 volumes d'eau chaude avec 4 volumes de poudre. Idéalement, le mélange doit être administré dans les 30 minutes suivant la préparation [110].

Ce produit est spécialement adapté aux animaux nécessitant un apport important en énergie, lipides et protéines. En effet, son taux de matières grasses dépasse 9%, il contient au minimum 19% de protéines et un gramme de poudre apporte 2,95 kcal d'énergie métabolisable. Une fois reconstitué en suivant les indications de dilution du fabricant, l'aliment liquide apporte 1,32 kcal/ml. Il est important de remarquer que ces valeurs sont très nettement au-dessus des recommandations habituelles chez le lapin et le cochon d'Inde. L'aliment est riche en fibres, avec un taux pouvant atteindre 32 %, selon les données du fabricant. Cependant la composition du produit (Figure 38) montre que ces fibres sont principalement issues de la cellulose. On suppose qu'il s'agit de cellulose en poudre et donc contenant peu de fibres longues, nécessaires à la stimulation de la motricité intestinale chez les petits mammifères herbivores.



Ingrédients: Cellulose, protéines de soja hydrolysées, sirop de maïs, farine de gel de riz, inuline, huile de maïs, germe de blé dégraissé, huile de canola, saccharose, glutamine, calcaire broyé, phosphate dicalcique, bicarbonate de potassium, sel iodé de choline, DL-méthionine, sulfate de magnésium, chlorure de choline, cystéine, supplément de vitamine A, supplément de vitamine E, supplément de vitamine D3, bisulfite de sodium ménadione Complexe (source de vitamine K), sulfate de cuivre, oxyde de manganèse, oxyde de zinc, supplément de niacine, dipantothénate de calcium, supplément de riboflavine, mononitrate de thiamine, chlorhydrate de pyridoxine, supplément de vitamine B12, acide folique, biotine, acide ascorbique, tryptophane, sulfate de manganèse, éthoxyquine (conservateur), sulfate de zinc, sélénite de sodium.

Figure 38 - Composition de l'aliment de réalimentation Emerald Intensive Care Herbivore (Emerald LLC, Cornell, Illinois, USA). Données fournies par le fabricant.

Cet aliment est trop énergétique et trop pauvre en fibres longues pour pouvoir convenir à nos patients sur le long terme. Il peut être cependant intéressant de l'utiliser en première intention sur des animaux dénutris, ou ayant des besoins énergétiques ou protéiques augmentés

de par leur affection mais, dans tous les cas, il n'est pas conseillé de nourrir les animaux plus de 5 jours avec ce produit seul.

De plus, la quantité de vitamine C n'est pas précisée dans les données du fabricant, ce qui peut être un problème chez le cochon d'Inde. En cas d'utilisation de ce produit dans cette espèce, il est donc nécessaire de compléter l'animal [75].

Remarque : le fabricant propose depuis peu un autre produit à base de Fléole des près (Figure 39), Emerald® Sustain Herbivores (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA). Formulé spécifiquement pour les petits mammifères herbivores, sa composition permet de l'utiliser sur une plus longue durée car il est moins riche que le produit précédent (1 kcal pour 1 ml de préparation) et contient plus de fibres longues. Il reste cependant très gras (9,88% de matière grasse) et donc peu recommandé chez les animaux en surpoids. Le rapport phospho-calcique est de 1,8 ce qui est adapté, pour les deux espèces. En revanche, le taux de vitamine C est d'environ 124 mg/kg ce qui est inférieur à l'apport recommandé chez le cochon d'Inde.



Ingrédients : Fléole des près, farine de soja, protéine de soja hydrolysée, farine de blé, farine d'avoine, huile de maïs, coques de soja, sirop de maïs, pulpe de betterave, germe de blé, menthe poivrée, huile de canola, gomme xanthane , calcaire broyé, phosphate dicalcique, DL-méthionine (acide aminé), acide citrique, tocophérols mixtes (conservateur), sel iodé, chlorure de choline, supplément de vitamine E, oxyde de manganèse, oxyde de zinc, acide ascorbique, supplément de niacine, lysine de cuivre , bêta-carotène, biotine, supplément de riboflavine, sélénate de sodium, chlorhydrate de pyridoxine, vitamine A, mononitrate de thiamine, supplément de vitamine B12, supplément de vitamine D3, acide folique.

Constituants analytiques : protéine brute 14%, cellulose brute 22%, matières grasses 9,9%, cendres brutes 10%, calcium 0,6%, phosphore 0.3%, sodium 0.24%.

Figure 39 - Composition de l'aliment de réalimentation Emerald Sustain Herbivore (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA). Données fournies par le fabricant.

Emeraid recommande de mélanger 6,5 g de produit pur avec 15 ml d'eau tiède. Puis d'administrer au maximum 30 ml par repas sur 4 repas. Le fabricant ne donne aucune information concernant le diamètre de sonde utilisable avec cet aliment.

b) Supreme science® Recovery Plus et Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni)

Deux formules d'aliment destiné au soutien nutritionnel : le Recovery Plus pour les animaux en état critique et le Recovery pour la convalescence, sont proposés par Supreme science (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni). Ces produits conviendraient, selon le fabricant, à l'alimentation assistée de tous les petits mammifères herbivores. Il précise que ces deux produits, une fois mélangés à de l'eau tiède, peuvent être utilisés dans le cadre d'une alimentation à la seringue. Une seringue est d'ailleurs fournie avec ces produits. La quantité recommandée est de 20 g de poudre par jour et par kilogramme de poids vif, quel que soit l'espèce ou le statut médical du patient. Cette recommandation est toutefois à nuancer et à adapter à chaque animal. Une fois préparé, le mélange doit être utilisé dans les 12 heures [111].



Ingrédients : Fléole des prés, farine de luzerne, solubles de luzerne séchée, caséine, pois secs, fructo-oligosaccharides, graines de soja grillées, huile de lin, pulpe de betterave séchée, phosphate dicalcique, graines de chardon-Marie, échinacée séchée, millepertuis séché, camomille séchée (herbes 2%), le sel, l'anis et l'huile de fenugrec.

Additifs : sulfate ferreux monohydraté 28 mg, iodate de calcium 2,3 mg, sulfate de cuivre pentahydraté 19 mg, sulfate de manganèse sulfaté monohydraté 115 mg, oxyde de zinc 70 mg, sélénite de sodium 0,28 mg, Vitamine A 23000 UI, vitamine C 120

Constituants analytiques : protéine brute 18,5%, cellulose brute 25%, matières grasses 5%, cendres brutes 10%, calcium 1%, phosphore 0.6%, sodium 0.3%.

Figure 40 - Composition de l'aliment de réalimentation Supreme science® Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni). Données fournies par le fabricant.

Recovery Plus est un produit adapté aux petits mammifères. La teneur en vitamine C est insuffisante pour les cochons d'Inde qu'il faut supplémenter (Figure 40). Une des particularités ce produit est la présence de probiotiques (*Saccharomyces cerevisiae*). L'utilisation de ces levures favoriserait la croissance de certains constituants bénéfiques de la flore caecale [7, 58]. Sa teneur en matières grasses est légèrement supérieure aux recommandations (5% de matière sèche), ce qui est plus adapté aux patients ayant un besoin énergétique augmenté, comme c'est

le cas pour les animaux en soins intensifs. Cependant, la densité énergétique de ces deux produits n'est pas précisée par le fabricant.



Ingrédients : Farine de luzerne, remoulage d'avoine, soja moulu, blé, cellulose, pois secs, racine de chicorée séchée (source de fructo-oligosaccharides) (2,5%), farine de blé, pulpe de betterave, anis et huile de fenugrec.

Additifs : Vitamine A 12000IU, vitamine C 10mg, vitamine D3 1500iu, vitamine E 80mg, E1 220mg de fer, iode 2 mg, cuivre 14mg, manganèse 85mg, zinc 90mg, sélénium 0.2mg.

Constituants analytiques : Protéine brute 17%, cellulose brute 19%, matières grasses 2%, cendres brutes 7%, calcium 0.8%, phosphore 0.4%, sodium 0.3%.

Figure 41- Composition de l'aliment de réalimentation Supreme science® Recovery Plus (Supreme Petfoods Ltd, Ipswich, Royaume Uni). Données fournies par le fabricant.

Cet aliment contient seulement 2% de matières grasses (Figure 41), ce qui laisse supposer une densité énergétique plus faible que dans le Recovery Plus.

Ce mélange serait donc plus adapté pour un support nutritionnel à long terme. Cependant, il serait intéressant de connaître la teneur des deux aliments en fibres insolubles pour mieux les évaluer. Le principal désavantage de cette gamme est le fait qu'elle ne puisse être utilisée via des sondes de petits diamètres. Le fabricant précise que le produit est formulé pour la réalimentation assistée à la seringue. Cependant, en adaptant la dilution de la poudre, il est possible de l'administrer via une sonde d'œsophagostomie de diamètre supérieur à 8 French. Le clinicien devra donc tester le mélange au préalable pour s'assurer qu'il puisse passer dans la sonde de réalimentation qu'il a choisi pour son patient.

c) Critical care Oxbow Animal Health® (Oxbow animal Health Omaha, USA)



Composition : Farine de fléole des prés, tourteau de soja, farine de soja, germe de blé, gomme de xanthane, chlorure de calcium, mélasse de canne, sel, chlorure de potassium, L-ascorbyl-2-monophosphate (vitamine C), huile de soja, sulfate de magnésium, papaye, ananas, calcaire , Saveur naturelle, Gruau d'avoine, Mélange de blé, Culture de levure (déshydratée), Supplément de vitamine E, Choline, Protéinate de zinc, Sulfate de zinc, Sulfate ferreux, Niacine, Sulfate de cuivre, Sélénium, Supplément de vitamine A, Acide folique, Calcium Pantothénate, Protéinate de Cuivre, Supplément de Riboflavine, Protéinate de Manganèse, Biotine, Oxyde de Manganèse, Mononitrate de Thiamine, Supplément de Vitamine B12, Sélénite de Sodium, Chlorhydrate de Pyridoxine, Carbonate de Cobalt, Supplément de Vitamine D3, Iodate de Calcium.

Constituants analytiques : Protéines brutes 16%, Cellulose brute 21-26%, Matières grasses 3%, Cendres brutes 10%, Calcium 0,4-0,6%, Phosphore 0,2%, Vit C 10mg/kg

Figure 42 - Composition de l'aliment de réalimentation Oxbow® Critical Care et Critical care fine grind (Oxbow animal Health Omaha, USA). Données fournies par le fabricant.

Le Critical Care fine grind est utilisable via une sonde naso-oesophagienne d'un diamètre minimum de 5 French. Pour cela, il faut mélanger une mesure de produit pour 3 mesures d'eau chaude [112].

Le Critical Care classique doit être mélangé à raison d'un volume pour 2 volumes d'eau chaude. Les deux produits, une fois préparés, peuvent être conservés 24h au réfrigérateur (78).

Ces deux aliments sont riches en fibres (jusqu'à 26% de cellulose brute - Figure 42) bien que la quantité de fibres insolubles ne soit pas renseignée. Ils possèdent également un taux de matières grasses et de protéines brutes correspondant aux recommandations nutritionnelles de nos deux espèces cibles.

La vitamine C contenue dans le mélange permet de couvrir les besoins d'un cochon d'Inde même en situation de stress : un cobaye d'un kilogramme a besoin au minimum de 110 kcal par jour, ce qui correspond à 40 grammes de produit Critical Care, soit un apport de 400 mg d'acide ascorbique, ce qui dépasse largement les 60 mg/kg recommandés.

Ces deux aliments sont des produits de référence pour la réalimentation des petits mammifères herbivores. De nombreuses publications conseillent ces produits dans leur protocole de soutien nutritionnel [29, 47, 80, 104].

d) Choix d'un aliment utilisable dans le cadre d'une alimentation assistée

Le choix du produit de renutrition à utiliser dépend de l'état du patient, du motif de son hospitalisation et la technique d'alimentation assistée utilisée sur celui-ci. Le Tableau 11 permet de comparer rapidement les principales solutions disponibles dans le commerce aux apports nutritionnels recommandés des lapins et des cochons d'Inde à l'entretien. Il convient d'ajuster ces besoins au score corporel de l'animal ainsi qu'à son statut médical. Le choix sera également fait en fonction de la technique de réalimentation élue par le praticien. Seuls de Critical care fine grind® d'Oxbow (Oxbow animal Health Omaha, USA) et l'Intensive care herbivore® (Emeraid LLC, Cornell, Illinois, USA) sont formulés pour être administrés via des sondes de 5 French, il est possible de les utiliser via de plus petites sondes en ajustant leur dilution.

Tableau 11 – Comparaison des constituants analytiques des solutions de réalimentation disponibles et des apports recommandés des lapins et des cochons d'Inde.

Apports Nutritionnels	Apports recommandés Lapin	Apports recommandés Cobaye	Emeraid Intensive Care Herbivore®	Emeraid Sustain Herbivore®	Supreme Recovery®	Supreme Recovery Plus®	Oxbow Critical care®
Protéines brutes (%)	12-16	16	19	14,45	17	18,5	16
Cellulose brute (%)	13-25	>13	32	22	19	25	21-26
Matières grasses brutes (%)	2,5-4	3	9,5	9,8	2	5	3
Densité énergétique (poudre, EM /kg)			2,95 kcal/g	3 kcal/g	NC	NC	2,7 kcal/g
Calcium (%)	0,5-1	0,8-1,2	1	0,6	0,8	1	0,4-0 ,6
Phosphore (%)	0,4-0,8	0,4-0,6	0,39	0,33	0,4	0,6	0,2
Vitamine A (UI/kg)	10000-18000	11000-16000	NC	6900	12000	23000	19000
Vitamine C (mg/kg)	40-70	200-600	NC	124	1200	1200	10000
Vitamine D (UI/kg)	800-1200	1000-2000	NC	1400	1500	1400	9000

2) Alternatives aux aliments de gavage du commerce

Lorsqu'aucune solution de renutrition n'est disponible en hospitalisation, il est tout de même nécessaire de réalimenter les patients le plus précocement possible. C'est pourquoi il est indispensable de mettre au point des alternatives temporaires à ces solutions du commerce, comme par exemple :

- diluer des granulés dont la composition est adaptée à l'animal dans de l'eau chaude puis mixer jusqu'à obtenir un mélange assez fin pour passer par une seringue de gavage ou une sonde d'œsophagostomie. Cette technique présente l'avantage de pouvoir suivre les apports nutritionnels en ayant connaissance de la composition des granulés et des quantités d'eau ajoutée [104].
- mixer un mélange de verdure et de préparation de légumes pour bébé sans lactose jusqu'à obtenir une consistance suffisamment fluide pour permettre l'administration via une seringue. Cependant, il est plus difficile de maîtriser les apports nutritionnels de ce mélange [46, 47, 104].

D'après [80], la plupart des lapins atteints de stase digestive non compliquée se réalimentent progressivement par eux même après 12 à 36 heures de réalimentation assistée. Cependant, certains animaux doivent être alimentés bien plus longtemps que ça, lors de fracture maxillo-faciale par exemple. La solution de réalimentation choisie doit donc être adaptée au statut médical du patient. Néanmoins, compte tenu du stress occasionné par ces procédures, il est capital de favoriser une reprise alimentaire spontanée la plus précoce possible en proposant à l'animal de la nourriture appétante comme du foin et des végétaux frais tout au long de la réalimentation.

Lorsque l'animal s'attaque à sa sonde, certaines méthodes de réalimentation peuvent nécessiter le port d'une collerette. Cependant, ce dispositif ne permet pas à l'animal d'ingérer ses caecotrophes. Pour prendre la mesure des conséquences de cette absence de caecotrophie, il est indispensable de connaître la physiologie de ce phénomène et de la prendre en compte lors de l'hospitalisation.

E- GESTION DE LA CAECOTROPHIE LORS DE L'HOSPITALISATION

1) Les enjeux de la caecotrophie lors de l'hospitalisation

Au cours de l'hospitalisation, la pratique de la caecotrophie peut être empêchée par un certain nombre de dispositifs installés sur le patient, mais également par tout élément pouvant provoquer du stress chez l'animal.

Certaines méthodes de réalimentation peuvent empêcher l'animal de consommer ses caecotrophes. Lorsqu'une sonde naso-œsophagienne n'est pas tolérée, il peut s'avérer nécessaire de placer une collerette sur l'animal, ce qui l'empêche d'aller chercher les selles molles aux marges de son anus (Figure 43). Cette méthode de contention est également parfois utilisée lors d'affections oculaires ou après une intervention chirurgicale, pour éviter que le patient n'aggrave ses lésions ou ne touche à ses sutures.



Figure 43 - Photographie d'un lapin portant une collerette. Des caecotrophes non ingérés sont visibles autour de lui. (avec la permission de l'auteur [8]).

Ce dispositif doit cependant être réservé au cas où il est indispensable de l'utiliser. En effet, le port d'un carcan peut provoquer une baisse de l'appétit voire de l'anorexie chez le lapin [104]. Ce moyen de contention est très stressant pour l'animal qui voit son champ de vision modifié et ne peut s'adonner à ses activités de toilettage. Selon le modèle choisi et la morphologie de l'animal, cet objet risque également de blesser les oreilles d'un lapin.

Le cochon d'Inde est un animal relativement calme qui est moins enclin à l'automutilation ou à vouloir enlever les pansements et autres sondes, comparativement au lapin. Il est donc

assez rare de devoir recourir à l'utilisation d'une collerette. Cependant, dans le cas où l'animal présente un comportement nécessitant l'utilisation d'un tel dispositif, la morphologie du cobaye rend son installation compliquée et la confection d'un collier sur mesure est souvent indispensable [13].

Des colliers souples et épais, type collier lune, peuvent également être fabriqués pour améliorer le confort de l'animal. Cependant, ces dispositifs autorisent davantage de mouvements de la part de l'animal, qui doit faire l'objet d'une étroite surveillance afin de s'assurer qu'il ne parvient pas à atteindre sa plaie, sa sonde ou ses lésions (Figure 44).

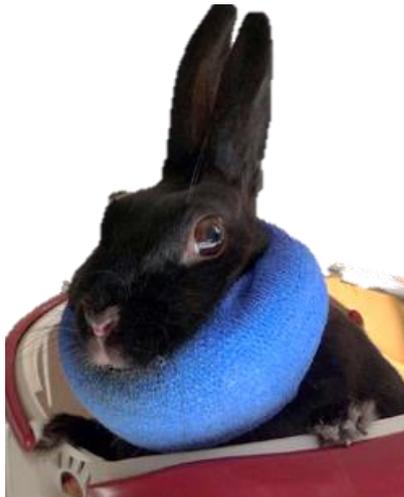


Figure 44 - Exemple de collier lune fabriqué pour un lapin. (avec la permission de l'auteur[8]).

Certains auteurs conseillent de retirer les dispositifs de contention pour de courtes périodes, sous surveillance, pour permettre à l'animal de consommer ses selles molles. Cependant, la présence d'un observateur est susceptible de provoquer chez l'animal un stress inhibant cette ingestion.

Il est possible de proposer les caecotrophes à l'animal directement devant sa cavité buccale ou dans sa gamelle. Toutefois, les animaux refusent généralement les caecotrophes s'ils sont tombés au sol et n'ont pas été consommés immédiatement [21].

La pratique de la caecotrophie par le lapin et le cochon d'Inde peut donc être fortement perturbée lors d'une période d'hospitalisation. Il est donc judicieux d'évaluer les conséquences de ce bouleversement sur la santé des patients.

2) Conséquences d'une privation de caecotrophie

La caecotrophie constitue pour les cochons d'Inde et les lapins, une source importante d'apport en protéines et vitamines. Les données disponibles dans la littérature concernant les répercussions d'une absence de caecotrophie sont souvent contradictoires.

Dans sa publication de 1980, Mme Demaux et *al.* ont étudié les effets d'une inhibition du comportement de caecotrophie chez le lapin. Les dispositifs utilisés pour empêcher l'animal d'ingérer ses selles molles ont eu pour conséquence d'interdire à l'animal de se toiletter et de rendre difficile l'ingestion de nourriture. Lorsque les dispositifs ont été allégés et moins contraignants pour l'animal, l'effet d'une absence de caecotrophie sur sa santé a été beaucoup moins marqué. Lorsque ces dispositifs légers ont été mis en place, les effets d'une privation de caecotrophie sur la quantité journalière d'aliments ingérés et sur le poids des lapins n'ont été visibles qu'à partir de la 7^{ème} semaine de l'expérience. Les animaux ont survécu jusqu'à la fin de l'expérimentation, à 120 jours [31]. Cette étude a donc montré que la privation de la caecotrophie n'était pas incompatible avec la survie du lapin.

Toutefois, les auteurs s'accordent à dire qu'empêcher la pratique de la caecotrophie entraîne une baisse importante de la digestibilité des aliments chez les lapins et les cochons d'Inde, ainsi qu'une perte de poids à long terme [20, 50, 100]. Le Tableau 12 présente les effets d'une absence de caecotrophie sur la digestibilité apparente des protéines et d'une partie des fibres ADF. Lorsque l'animal ne peut pas consommer ses caecotrophes, la digestibilité des protéines diminue de 24% tandis que celles des fibres ADF est réduite de plus de 30%.

Tableau 12 - Effet d'une privation de caecotrophie sur la digestibilité apparente, en pourcentage, chez un cochon d'Inde nourri au foin de luzerne [20].

	Digestibilité apparente lors de Caecotrophie autorisée	Digestibilité apparente lors de caecotrophie inhibée
Matière sèche	53,5	45,4
Protéines brutes	59,1	44,9
Acid Detergent Fiber (ADF)	32,6	22,3

L'ingestion de caecotrophes participe également au maintien de la flore caecale chez les petits mammifères herbivores. En effet, en cas de dysbiose certains auteurs recommandent de faire avaler au lapin les caecotrophes d'un lapin en bonne santé afin de participer à la

restauration de la flore caecale [105]. L'absence d'ingestion des selles molles pourrait donc entraîner des déséquilibres de la flore caecale mais cette hypothèse n'a pour l'instant pas été explorée.

L'absence de caecotrophie chez ces petits patients doit donc être prise en compte. Ces effets risquent d'être augmentés chez les animaux hospitalisés, que le stress et les maladies rendent plus fragiles. Il faut donc compléter en vitamines B et K ainsi qu'en protéines les animaux qui ne peuvent pas consommer leurs caecotrophes. L'utilisation de prébiotiques et/ou de probiotiques peut également constituer un moyen de réduire les effets d'une privation de l'ingestion des caecotrophes en favorisant le maintien de l'équilibre de la flore caecale [7].

Pour la grande majorité des patients, il est important de placer les animaux dans des conditions favorisant la consommation de leurs caecotrophes. A l'inverse, dans certains cas particuliers, il est nécessaire d'empêcher nos hospitalisés de consommer leurs selles molles.

3) Cas où la caecotrophie met en danger l'animal

Lorsque les selles molles peuvent contenir des substances nocives, il faut empêcher leur ingestion en mettant en place sur l'animal un dispositif semblable à ceux décrits dans la partie 1) de ce chapitre. La décision d'avoir recours à ce type de contention doit faire l'objet d'une évaluation rigoureuse de la balance bénéfique/risque d'une privation de caecotrophie et une adaptation de l'alimentation doit être mise en place pour éviter toute carence.

Par exemple, dans le cas d'une intoxication par ingestion, il est possible que des résidus non absorbés du composé toxique soient retrouvés dans les caecotrophes. Or, si ces selles sont ingérées, le toxique qu'elles contiennent peut éventuellement repasser dans le sang et en augmenter la dose absorbée.

De plus en plus de propriétaires font sortir les cochons d'Indes ou les lapins sous surveillance dans leur jardin. Cette pratique est très bénéfique pour le bien-être de l'animal, elle permet à celui-ci de bénéficier de la lumière directe du soleil, de faire de l'exercice et de consommer des végétaux frais. Cependant, cela expose l'animal à un certain nombre de plantes qui peuvent être toxiques. A titre d'exemple, une liste de végétaux toxiques pour le cochon d'Inde est disponible dans l'Annexe 5, la plupart de ces plantes sont aussi toxiques pour le lapin.

Une des intoxications par ingestion la plus fréquente est celle provoquée par le laurier rose ou *Nerium oleander*. Toutes les parties de la plante renferment des saponines irritantes et des hétérosides cardiotoxiques, tels que l'oléandrine, la nériantine et la digitoxigénine,

entraînant des symptômes digestifs (anorexie, douleur abdominale...), neurologiques (tremblements puis convulsions) mais surtout cardiaques avec une bradycardie et des arythmies. La dose létale 50 est atteinte avec l'ingestion de 640 mg de feuilles fraîches par kilogramme de poids vif et les symptômes apparaissent de 10 minutes à 4 heures après l'ingestion, selon la sévérité de l'intoxication [22]. Les feuilles vertes de cette plante sont appétantes [63], ce qui entraîne un nombre important d'intoxication par ingestion chez les herbivores et notamment dans les deux espèces sujets de ce travail.

Un article a étudié un cas de la clinique des NACs de l'ENVT traité au printemps 2015. Caramel, cochon d'Inde de trois mois a été admis à l'école suite à l'ingestion de laurier rose. Les premiers traitements prodigués ont permis l'amélioration de l'état général de l'animal. Cependant, plusieurs rechutes successives ont été observées à 24-48h d'intervalle. Entre les rechutes, l'état de Caramel s'est amélioré. L'animal a fini par succomber à une insuffisance cardiaque associée à une péritonite due à une perforation caecale. L'hypothèse la plus probable permettant d'expliquer ces rechutes serait que l'animal, en ingérant ses caecotrophes, a absorbé également des résidus toxiques [88]. Ce cas illustre la nécessité d'empêcher la caecotrophie chez les animaux victimes d'intoxication pour prévenir d'éventuelles rechutes.

Il faut donc prendre en charge de manière spécifiques les lapins et les cochons d'Inde hospitalisés à cause d'une intoxication, évitant le plus possible l'ingestion des caecotrophes jusqu'à ce que l'animal ne risque plus d'ingérer de substance toxique résiduelle dans ses selles molles. Chez le cochon d'Inde, le temps total de la digestion, en tenant compte de l'ingestion des caecotrophes, est de 66 heures [92]. Chez le lapin, on retrouve en général dans la littérature une durée de 19 heures (plus ou moins 10 heures) [104]. L'ingestion de caecotrophes doit donc être empêchée pendant plusieurs jours suivant l'intoxication.

CONCLUSION

L'hospitalisation d'un lapin ou d'un cochon d'Inde peut s'avérer indispensable dans de nombreux cas. Lors de troubles digestifs ou respiratoires notamment, les deux types d'affections les plus souvent rencontrées chez ces espèces, des soins intensifs doivent souvent être mis en œuvre pour permettre d'améliorer les chances de guérison de l'animal. Cependant, un brusque changement d'environnement peut s'avérer traumatisant pour ces patients très sensibles au stress. Même si leur appétit est conservé malgré leur affection, il est fréquent qu'ils cessent de s'alimenter lorsqu'ils sont hospitalisés. Or, les conséquences d'une anorexie chez un lapin ou un cochon d'Inde peuvent être catastrophiques : lipidose hépatique, iléus paralytique ou météorisation sont autant d'affections qui peuvent mettre en péril la guérison, voire la survie de ces petits mammifères.

La décision d'hospitalisation doit donc être réfléchie et justifiée. L'environnement fourni et les aliments proposés sont à choisir avec un soin particulier car ces paramètres peuvent favoriser l'alimentation spontanée dans ces deux espèces. Les aliments choisis doivent être adaptés à la physiologie particulière de l'hospitalisé. Ceux-ci doivent contenir suffisamment de fibres pour stimuler la motricité gastrointestinale, mais également couvrir les besoins en énergie et en certaines vitamines, accrus en période de stress et de maladie. Si malgré tout, l'animal ne se nourrit pas par lui-même, il faut le réalimenter de manière assistée. De nombreuses méthodes de nutrition entérale et parentérale existent mais elles nécessitent la maîtrise de l'opérateur afin d'être sans danger pour l'animal. Le but de ces méthodes est d'assurer un soutien nutritionnel jusqu'à ce que l'animal se nourrisse de nouveau spontanément. Lors de l'hospitalisation, une particularité physiologique des deux espèces étudiées est à prendre en compte : la caecotrophie.

Ces considérations découlent du régime alimentaire, de la physiologie et du comportement particulier de ces deux espèces. Cependant les praticiens doivent également se préparer à recevoir en hospitalisation des nouveaux animaux de compagnie nécessitant un hébergement et une gestion de l'alimentation complètement différents comme les oiseaux ou les reptiles.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, **Nathalie PRIYMENKO**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Audrey DUPONT** intitulée «**Gestion de l'alimentation des lapins et des cochons d'Inde en hospitalisation**» et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

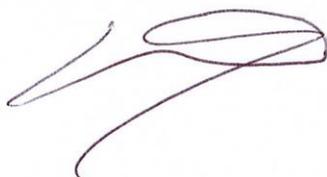
Fait à Toulouse, le 7 novembre 2017
Docteur **Nathalie PRIYMENKO**
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Claude MOULIS



Mlle Audrey DUPONT
a été admis(e) sur concours en : 2010
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 26/06/2014
a validé son année d'approfondissement le : 09/07/2015
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU

Régine ANDRÉ-OBRECHT

BIBLIOGRAPHIE

1. AKERS R, DENBOW D (2013) *Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 2ème édition. Wiley-Blackwell, Oxford. pp 435-475. ISBN 978-0-8138-0329-6.
2. ANDERSON L (1987) Guinea pig husbandry and medicine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **17**, 1045–1060.
3. ARMITAGE-CHAN E, O'TOOLE T, CHAN D (2006) Management of prolonged food deprivation, hypothermia, and refeeding syndrome in a cat. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, **16**, S34–S41.
4. BALSIGER A, CLAUSS M, LIESEGANG A, DOBENECKER B, HATT J-M (2017) Guinea pig (*Cavia porcellus*) drinking preferences: do nipple drinkers compensate for behaviourally deficient diets? *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **101**, 1046–1056.
5. BARONE R (1996) *Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 3. Splanchnologie 1 : appareil digestif et appareil respiratoire*. Editions Vigot, Paris, France. 879p ISBN 978-2-7114-9046-2.
6. BARTER LS (2011) Rabbit analgesia. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **14**, 93–104.
7. BENATO L, HASTIE P, O'SHAUGHNESSY P, MURRAY J-A, MEREDITH A (2014) Effects of probiotic *Enterococcus faecium* and *Saccharomyces cerevisiae* on the faecal microflora of pet rabbits. *The Journal of Small Animal Practice*, **55**, 442–446.
8. BERNARD G, Colerette pour lapin. In: La dure vie du lapin urbain. <http://www.ladureviedulapinurbain.com/colerette.php>. Accessed 4 Oct 2017.
9. BERTHELSEN H, HANSEN LT (1999) The effect of hay on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*). *Animal Welfare*, **8**, 149–157.
10. BODIN P (2017) *La lipidose hépatique chez le cochon d'inde (cavia porcellus)*. Thèse d'exercice vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 106p.
11. BOVERA F, MARONO S, MEO CD, Piccolo G et al (2010) Effect of mannanoligosaccharides supplementation on caecal microbial activity of rabbits. *Animal*, **4**, 1522–1527.
12. BRADLEY T (2004) Rabbit care and husbandry. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **7**, 299–313.
13. BROWN C (2006) Restraint collars. Part II: specific issues with restraint collars. *Laboratory Animal (NY)* **35**, 25–27.
14. BROWN C (2010) Nasogastric tube placement in the rabbit. *Laboratory Animal (NY)*, **39**, 14–15.

15. BUIJIS S, KEELING LJ, RETTENBACHER S, MAERTENS L, TUYTTENS FAM (2011) Glucocorticoid metabolites in rabbit faeces—Influence of environmental enrichment and cage size. *Physiology & Behavior*, **104**, 469–473.
16. BULLIOT C (2007) Comportement du lapin de compagnie et conséquences cliniques. *Bulletin de l'Académie des vétérinaires de France*, **160**, 205–209.
17. CAMPBELL-WARD M (2012) Chapter 14 - Gastrointestinal Physiology and Nutrition. In: Quesenberry KE, Carpenter JW (eds) *Ferrets, Rabbits, and Rodents (Third Edition)*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp 183–192.
18. CARPENTER JW (2012) *Exotic Animal Formulary*. 4^{ème} Edition. Saint Louis : Elsevier Health Sciences, 477-552. ISBN 978-1-4377-2263-5.
19. CHAI N, BEAUFRERE H, BULLIOT C, HUYNH M, PIGNON C, ROMAN Y, SCHILLIGER L (2014) *Guide pratique de chirurgie des NAC*. Paris : Editions Med'Com. 320p. ISBN 978-2-35403-201-2.
20. CHEEKE PR (1987) 19 - Nutrition of Guinea Pigs. In *Rabbit Feeding and Nutrition*. Academic Press, San Diego, pp 344–353.
21. CHEEKE PR (1987) *Rabbit Feeding and Nutrition*. San Diego Academic Press. 398p. ISBN 978-0-12-170605-0.
22. CHOWDHURY M, AZIZUNNESA A, HOSSAIN MA, RAHMAN ML, HASAN Q (2004) Toxic effect and oral acute LD 50 study of *Nerium oleander* in male guinea pigs. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, **2**, 159–161.
23. CLAUSS M (2012) Clinical Technique: Feeding hay to rabbits and rodents. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **21**, 80–86.
24. CLAUSS M, HATT J-M (2017) Evidence-based rabbit housing and nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **20**, 871–884.
25. COUDERT P, DONAS E (2017) Cobaye et hamster, conseils hygiéno-diététiques. *Actualités Pharmaceutiques*, **56**, 48–51.
26. CROSSLEY DA (2003) Oral biology and disorders of lagomorphs. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **6**, 629–659.
27. DE AVILLA M, LEECH E (2016) Hypoglycemia associated with refeeding syndrome in a cat. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, **26**, 798–803.
28. De BLAS C, WISEMAN J (2010) Nutrition of the Rabbit, 2nd édition. CABI, United Kingdom. pp 1-119; 294-315. ISBN 978 1 84593 669 3.
29. DE CUBELLIS J (2016) Common Emergencies in Rabbits, Guinea Pigs, and Chinchillas. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **19**, 411–429.
30. DE CUBELLIS J, GRAHAM J (2013) Gastrointestinal disease in Guinea Pigs and Rabbits. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **16**, 421–435.

31. DEMAUX G, GALLOUIN F, GUEMON L, PAPANTONAKIS C (1980) Effets de la privation prolongée du comportement de caecotrophie chez le lapin. *Reproduction Nutrition Développement*, **20**, 1651–1659.
32. DONNELLY T, BROWN C (2004) Guinea pig and chinchilla care and husbandry. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **7**, 351–373.
33. DUNBAR ML, DAVID EM, ALINE MR, LOFGREN JL (2016) Validation of a behavioral ethogram for assessing postoperative pain in Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, **55**, 29–34.
34. ECKERMANN-ROSS C (2008) Hormonal Regulation and calcium metabolism in the Rabbit. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **11**, 139–152.
35. EHRLEIN H, REICH H, SCHWINGER M (1983) Colonic motility and transit of digesta during hard and soft faeces formation in rabbits. *The Journal of Physiology*, **338**, 75–86
36. ELLEN Y, FLECKNELL P, LEACH M (2016) Evaluation of Using Behavioural Changes to Assess Post-Operative Pain in the Guinea Pig (*Cavia porcellus*). *PloS One*, **11**, <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161941>.
37. FIORAMONTI J, RUCKEBUSCH Y (1976) La motricité caecale chez le lapin - Dualité d'excrétion. *Annales de Recherches Veterinaires*, **7**, 281–295.
38. FRANZ R, KREUZER M, HUMMEL J, HATT J-M, CLAUSS M (2011) Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet: Intake, selection, retention, digestion and gut fill in rabbits and guinea pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **95**, 564–570.
39. FUSS S (2002) *Physiologie et pathologies digestives du cobaye domestique (Cavia porcellus)*. Thèse d'exercice vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 203p.
40. GERMAIN M-S (2017) L'eau. In: *Passion Cobaye*. <http://www.passioncobaye.com/site/eau.html>. Accessed 23 Oct 2017.
41. GIDENNE T (1994) Effect of dietary fiber content reduction on digestive transit in the rabbit. Comparison and validation of models fitted to fecal marker excretion kinetics. *Reproduction, nutrition, development*, **34**, 295
42. GIDENNE T, COMBES S, LICOIS D et al (2008) Ecosystème caecal et nutrition du lapin: interactions avec la santé digestive. *INRA Production Animale*, **21**, 239–250.
43. GIDENNE T, DEBRAY L, FORTUN-LAMOTHE L et al (2007) Maturation of the intestinal digestion and of microbial activity in the young rabbit: Impact of the dietary fibre:starch ratio. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **148**, 834–844.
44. GIDENNE T, LEBAS F (1987) Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance : variations en fonction de l'âge. *Annales de zootechnie*, **36**, 225–235.
45. GIDENNE T, LEBAS F (2005) Comportement alimentaire du lapin. *11ème Journées de la recherche cunicole*. 29-30 novembre 2005. Paris, pp 184–196.

46. GIRLING SJ (2013) *Veterinary Nursing of Exotic Pets*. Gosport : Blackwell Publishing Ltd, 195-285. ISBN 978-1-118-50630-1.
47. GRAHAM J (2006) Common procedures in Rabbits. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **9**, 367–388.
48. GRANT K (2014) Rodent Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **17**, 471–483.
49. HARCOURT-BROWN F, CHITTY J (2014) *BSAVA Manual of Rabbit Surgery, Dentistry and Imaging*, 1st Edition. BSAVA, Quedgeley, 448p. ISBN 978-1-905319-41-1.
50. HARGADEN M, SINGER L (2012) Chapter 20 - Anatomy, physiology, and behavior. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Academic Press, Boston, 575–602.
51. HIRAKAWA H (2001) Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Review*, **31**, 61–80.
52. HOLTENIUS K, BJORNHAG G (1985) The colonic separation mechanism in the guinea-pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, **83**, 537–542.
53. HORNICKE H, RUOFF G, VOGT B, CLAUSS W, EHRLEIN H-J (1984) Phase relationship of the circadian rhythms of feed intake, caecal motility and production of soft and hard faeces in domestic rabbits. *Laboratory Animals*, **18**, 169–172.
54. HUYNH M, BOYEAUX A, PIGNON A (2016) Assessment and care of the critically ill Rabbit. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **19**, 379–409.
55. HUYNH M, PIGNON C (2013) Gastrointestinal Disease in Exotic Small Mammals. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **22**, 118–131.
56. HUYNH M, VILMOUTH S, GONZALES M, CARRASCO D, GIROLAMO N, FORBES N (2014) Retrospective cohort study of gastrointestinal stasis in pet rabbits. *Veterinary Record*, **175**, 225–225.
57. KEATING S, THOMAS A, FLECKNELL P, (2012) Evaluation of EMLA cream for preventing pain during tattooing of rabbits: changes in physiological, behavioural and facial expression responses. *PloS One*, **7**, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044437>.
58. KIMSE M (2009) *Caractérisation de l'écosystème cæcal et santé digestive du lapin : contrôle nutritionnel et interaction avec la levure probiotique saccharomyces cerevisiae*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse-INP, 248p.
59. KOHLES M (2014) Gastrointestinal anatomy and physiology of select exotic companion mammals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **17**, 165–178.
60. KUPERSMITH D (1998) A practical overview of small mammal nutrition. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, **7**, 141–147.
61. LABARTHE C (2012) Carence et toxicité des vitamines chez les reptiles et les petits mammifères de compagnie. Thèse d'exercice vétérinaire, ENVT, 138p.

62. LANGFORD D, BAILEY A, CHANDA ML, et al (2010) Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nature Methods*, **7**, 447–449.
63. LANGFORD S, BOOR P (1996) Oleander toxicity: an examination of human and animal toxic exposures. *Toxicology*, **109**, 1–13.
64. LEBAS F (1983) Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. *4ème Symposium International Métabolisme Nutriments azotés*. Clermont-Ferrand, France, pp 323–341.
65. LEBAS F (2000) Vitamins in rabbit nutrition: literature review and recommendations. *World Rabbit Science*, **8**, 185–192.
66. LEBAS F (2006) Physiologie digestive et comportement alimentaire chez le Lapin. *Session Formation ASFC-AFTAA*, Juin 2006, Dossier PowerPoint, 45 dias.
67. LEGENDRE L (2016) Anatomy and disorders of the oral cavity of Guinea Pigs. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **19**, 825–842.
68. MAKIDON P (2005) Esophagostomy tube placement in the anorectic rabbit. *Laboratory Animal (NY)*, **34**, 33–36.
69. McCRAKEN T, KAINER R (2010) *Atlas d'anatomie du chien, du chat et des NAC: les fondamentaux*. Éd. Méd'com, Paris, France. 136p. ISBN 978-2-35403-058-2.
70. MEREDITH A, PREBBLE J (2017) Impact of diet on faecal output and caecotroph consumption in rabbits: Rabbit faecal output and caecotroph consumption. *Journal of Small Animal Practice*, **58**, 139–145.
71. MILLER AL, RICHARDSON CA (2011) Rodent Analgesia. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **14**, 81–92.
72. MOLINA J, MARTORELL J, HERBERA M, PEREZ-ACCINO J et al (2015) Preliminary study: fibre content in pet rabbit diets, crude fibre versus total dietary fibre. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **99**, 23–28.
73. MONCLUS R, RODEL H, PALME R, HOLST DV, MIGUEL J (2006) Non-invasive measurement of the physiological stress response of wild rabbits to the odour of a predator. *Chemoecology*, **16**, 25–29.
74. NUTRITION NATIONAL RESEARCH COUNCIL(US) Subcommittee on Laboratory Animal (1995) *Nutrient Requirements of the Guinea Pig*. National Academies Press (US), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK231932/>.
75. OGLESBEE BL (2011) *Blackwell's Five-Minute Veterinary Consult: Small Mammal*. John Wiley & Sons, ISBN 978-0-8138-2018-7.
76. O'MALLEY B (2007) *Clinical anatomy and physiology of exotic species: structure and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians*. Elsevier Limited, Germany, pp 173-208, ISBN 978-0-7020-2782-6.
77. OROSZ SE (2013) Critical Care Nutrition for Exotic Animals. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **22**, 163–177.

78. OVSIANNIKOV V, BEREZINA T (2013) Changes in Contractile Activity of Rabbit Colon under Stress Conditions and during Post-Stress Period before and after Blockade of Muscarinic and Nicotinic Cholinergic Receptors. *Bulletin of experimental biology and medicine*, **155**, 183–186.
79. PALMERO A, LEBRAS S (2015) L'alimentation des rongeurs : rats, cochons d'Inde et chinchillas. *Le Point Vétérinaire*, **353**, 38–39.
80. PAUL-MURPHY J (2007) Critical care of the Rabbit. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* **10**, 437–461.
81. PIBOT P, BIOURGE V, ELLIOT D (2008) *Encyclopédie de la nutrition clinique féline*. Royal Canin, pp 418-431, IBSN 978-2-7476-0083-5.
82. PIGNON C (2014) L'ABCD de l'alimentation des petits mammifères. *Congrès France Vet*, Paris.
83. PIGNON C (2014) Analgésie chez le Lapin. In: Cap douleur. <https://www.capdouleur.fr/analgesie-chez-le-lapin/?locale=fr>. Accessed 21 Oct 2017
84. PILNY A (2015) Small Exotic Companion Mammal Wellness Management and Environmental Enrichment. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **18**, 245–254.
85. POWERS L (2006) Techniques for Drug Delivery in Small Mammals. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **15**, 201–209.
86. PREBBLE J, LANGFORD F, SHAW D, MEREDITH A (2015) The effect of four different feeding regimes on rabbit behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, **169**, 86–92.
87. PREBBLE J, SHAW D, MEREDITH A (2015) Bodyweight and body condition score in rabbits on four different feeding regimes. *The Journal of Small Animal Practice*, **56**, 207–212.
88. PRIYMENKO N, RAYMOND-LETRON I, MORIN N (2015) Test clinique : intoxication d'un cochon d'Inde avec du laurier rose. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*, **13**, 71–73.
89. PROENCA LM, MAYER J (2014) Prescription Diets for Rabbits. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **17**, 485–502.
90. QUESENBERRY KE (1994) Guinea Pigs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **24**, 67–87.
91. QUESENBERRY K, CARPENTER JW (2011) Ferrets, Rabbits and Rodents. Section 2, In *Rabbits, Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (Third Edition)*. Elsevier Health Sciences, pp 152–192.
92. QUESENBERRY KE, DONNELLY T, MANS C (2012) Chapter 22 - Biology, Husbandry, and Clinical Techniques of Guinea Pigs and Chinchillas. In *Ferrets, Rabbits, and Rodents (Third Edition)*. W.B. Saunders, Saint Louis, pp 279–294.

93. QUINTON J-F (2012) Atlas des nouveaux animaux de compagnie : Petits mammifères. Elsevier Masson, Paris, 444p, IBSN 978-2-9940996-8-0.
94. REES DAVIES R, REES DAVIES J (2003) Rabbit gastrointestinal physiology. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*, **6**, 139–153.
95. REMILLARD RL (2006) Parenteral Nutrition Support in Rabbits and Ferrets. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **15**, 248–254.
97. ROSEN LB (2011) Nasogastric Tube Placement in Rabbits. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **20**, 27–31.
98. SAKAGUCHI E (2003) Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal*, **74**, 327–337.
99. SAKAGUCHI E, KAIZU K, NAKAMICHI M (1992) Fibre digestion and digesta retention from different physical forms of the feed in the rabbit. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, **102**, 559–563.
100. SOAVE O, BRAND C (1991) Coprophagy in animals: a review. *The Cornell Veterinarian*, **81**, 357–364.
101. SOTOCINAL S, SORGE R, ZALOUM A, et al (2011) The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. *Molecular Pain*, **7**, 55-57.
102. SUCKOW M, STEVENS K, WILSON RP (2012) *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. Academic Press, Amsterdam, pp 157-735, IBSN 978-0-12-380920-9.
103. TSCHUDIN A, CLAUSS M, CODRON D, HATT J-M (2011) Preference of rabbits for drinking from open dishes versus nipple drinkers. *The Veterinary Record*, **168**, 190.
104. VARGA M (2014) *Textbook of Rabbit Medicine*, 2nd édition. Butterworth-Heinemann, pp 3-108, IBSN 978-0-7020-4979-8.
105. VARGA M (2014) Chapter 3 - Therapeutics. In *Textbook of Rabbit Medicine (Second Edition)*. Butterworth-Heinemann, pp 137–177.
106. VERSTRAETE FJ, OSOFSKY A (2005) Dentistry in pet rabbits. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, **27**, 671–684.
107. WHITTINGTON JK (2013) Esophagostomy Feeding Tube Use and Placement in Exotic Pets. *Journal of Exotic Pet Medicine*, **22**, 178–191.
108. ZHU Y, WANG C, WANG X, LI B, Li F (2014) Effect of dietary fiber/starch balance on the cecal proteome of growing rabbits. *Journal of Proteomics*, **103**, 23–34.
109. Alice Cali cavi collective 9/10/2012. In: Cali Cavi Collective. <http://www.calicavycollective.com/2012/09/caught-in-act.html>. Accessed 10 Oct 2017.
110. Emerald Intensive Care Herbivore. In: Emerald. <https://emerald.com/emerald-herbivore/>. Accessed 28 Oct 2017.

111. Supreme Veterinary Exclusive Range. In: Supreme Petfoods.
<http://supremepetfoods.com/supreme-products/supreme-veterinary-exclusive-range/>.
Accessed 28 Oct 2017.
112. Oxbow Animal Health. In: Oxbow Animal Health.
<http://www.oxbowanimalhealth.com/our-products/professional-line/critical-care>.
Accessed 28 Oct 2017.



pfma
pet food manufacturers' association
www.pfma.org.uk

Rabbit Size-O-Meter

Characteristics:

	Size-O-Meter Score:					
1	Very Thin More than 20% below ideal body weight				<ul style="list-style-type: none"> Hip bones, ribs and spine are very sharp to the touch Loss of muscle and no fat cover The rump area curves in 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Your pet is a healthy weight <input type="checkbox"/> Seek advice about your pet's weight <input type="checkbox"/> Seek advice as your pet could be at risk
2	Thin Between 10-20% below ideal body weight				<ul style="list-style-type: none"> Hip bones, ribs and spine are easily felt Loss of muscle and very little fat cover Rump area is flat 	
3	Ideal				<ul style="list-style-type: none"> Hip bones, ribs and spine easily felt but are rounded, not sharp – Ribs feel like a pocket full of pens! No abdominal bulge Rump area is flat 	<p>Please note Getting hands on is the key to this simple system. Whilst the pictures in the Rabbit Size-O-Meter will help, judging whether your pet is the right weight purely by sight alone has its difficulties. A long coat can disguise ribs, hip bones and the spine, while a short coat can make a rabbit's appearance more irregular and highlight these areas. You will need to gently feel your pet, which can be a pleasurable bonding experience for both of you!</p>
4	Overweight 10-15% above ideal body weight				<ul style="list-style-type: none"> Pressure is needed to feel the ribs, spine and hip bones Some fat layers The rump is rounded 	
5	Obese More than 15% above ideal body weight				<ul style="list-style-type: none"> Very hard to feel the spine and hip bones – Ribs can't be felt! Tummy sags with obvious fat padding Rump bulges out 	

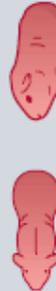
Annexe 1 - Outils de détermination du score corporel du lapin (mis à disposition par la Petfood manufacturer's association - www.pfma.org.uk).

Guinea pig Size-0-Meter



pfma
pet food manufacturers' association
www.pfma.org.uk

Size-0-Meter Score:

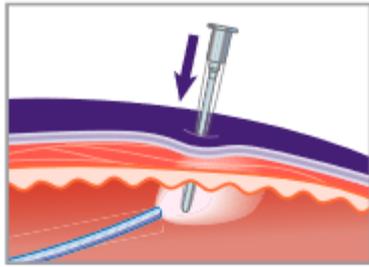
Score	Weight Description	Illustration	Characteristics
1	Very Thin More than 20% below ideal body weight		Each individual rib can be felt easily, hips and spine are prominent and extremely visible and can be felt with the slightest touch. Under abdominal curve can be seen. Spine appears hunched.
2	Thin Between 10-20% below ideal body weight		Each rib is easily felt but not prominent. Hips and spine are easily felt with no pressure. Less of an abdominal curve can be seen.
3	Ideal		Ribs are not prominent and cannot be felt individually. Hips and spine are not visible but can be felt. No abdominal curve. Chest narrower than hind end.
4	Overweight 10-15% above ideal body weight		Ribs are harder to distinguish. Hips and spine difficult to feel. Feet not always visible.
5	Obese 15-20% above ideal body weight		Ribs, hips and spine cannot be felt or can with mild pressure. No body shape can be distinguished. Underbelly touching floor when Guinea-pig is in standing position, feet cannot be seen.

Produced with assistance from Dr Wanda McCormick (Moulton Collage) and Dr John Lowe

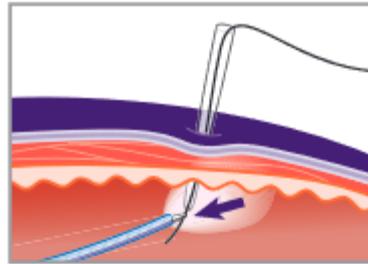
Please note
Getting hands on is the key to this simple system. Whilst the pictures in Guinea pig Size-0-Meter will help, it may be difficult to judge your pet's body condition purely by sight alone. Some guinea pigs have long coats that can disguise ribs, hip bones and spine, while a short coat may highlight these areas. You will need to gently feel your pet which can be a pleasurable bonding experience for both you and your guinea pig.

- Your pet is a healthy weight
- Seek advice about your pet's weight
- Seek advice as your pet could be at risk

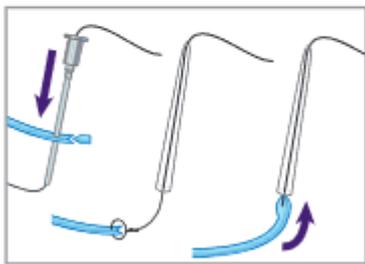
Annexe 2 - Outils de détermination du score corporel du cochon d'Inde (mis à disposition par la Petfood manufacturer's association - www.pfma.org.uk).



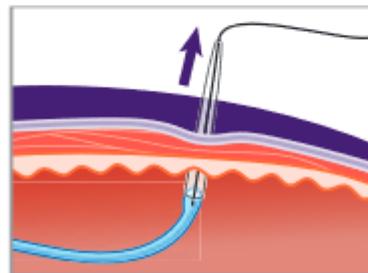
Introduction de l'endoscope dans l'estomac et dilatation de ce dernier, puis ponction cutanée et gastrique à l'aide de l'aiguille.



Passage d'un guide dans l'aiguille et préhension de celle-ci avec la pince de l'endoscope en direction de la gueule jusqu'à ressortir de celle-ci.



Fixation de la sonde au guide par le système d'accrochage.



Traction du guide et de la sonde en direction de l'estomac jusqu'à ce que l'extrémité en champignon bute sur la paroi gastrique.

Annexe 3 - Méthode percutanée endoscopique de mise en place d'une sonde de gastrostomie chez le chat [81].

Calcul d'une solution de réalimentation parentérale, pour un lapin de 2,3 kg		
Poids vif	2,3kg (=293xPV ^{0,75})	
Besoin énergétique corrigé	547 kJ	
Composants nutritionnels		
Pourcentage d'énergie apportée par le glucose	20 % = 109 kJ	15 ml de Dextrose 50%
Pourcentage d'énergie apportée par les lipides	80% = 438 kJ	52 ml de solution lipidique
Rapport protéino-calorique	2 g / 418 kJ = 2,6 g de protéines	30 ml d'une solution d'acide aminée 8,5%
Vitamines B	1 ml / 418 kJ	1,3 ml
Solution « MultiTrace » (American Regent, Inc., Shirley, NY USA)	1 ml / 418 kJ	1,3 ml
	Total	99,6 ml
Fluides et électrolytes		
Volume de cristalloïdes/24h	100 ml/kg PV = 230 ml	(230-99 = 131 ml de cristalloïdes)
Supplémentation phosphore	10 nM/L => 2,3 nM	0,5 ml de KPO4
Supplémentation potassium	30 mEq/L => 6,9 mEq	1,4 ml de KCl
Volume final : 230 ml	Osmolarité 534 mOsm/l	
Administration : via un cathéter périphérique dédié, en IV, 9,5 ml/h sur 24 heures		

Annexe 4 – Exemple d'un calcul de la composition d'une solution de nutrition parentérale complète chez le lapin [96].

Plantes sauvages	Belladone, bouton d'or, prêle, ciguë, coquelicot, datura, digitale, euphorbe (latex, tige et feuilles), fougère, liseron, mercuriale, millepertuis, mouron blanc, moutarde, muguet.
Plantes d'ornement	Amaryllis (racine, tubercule, bulbe, feuilles), aucuba (tige, feuilles et fruits), azalée (racine, tubercule, bulbe, feuilles, tige, fleurs, fruits), belle de jour (fruits), chrysanthème (tige, feuilles, fleurs), cyclamen (racine, bulbe et tubercule), dieffenbachia (latex, tige, feuilles et fleurs), ficus (latex, tige, feuilles), gui (fruits et feuilles), houx (fruits et feuilles), jacinthe (racine, tubercule, bulbe, feuilles), jonquille (racine, tubercule, bulbe, feuilles), mimosa du Japon (fleurs et fruits), narcisse (racine, tubercule, bulbe, feuilles), philodendron (latex, tige, feuilles et fleurs), pommier d'amour (fruits), primevères (tige, feuilles, fleur), rhododendron (racine, tubercule, bulbe, feuilles, tige, fleurs, fruits), tilleul d'appartement (tige et feuilles), tulipe (racine, tubercule, bulbe, feuilles).
Feuilles et branchages	Caroubier, chêne rouvre, if, laurier rose, peuplier, pin, sapin, troène.

Annexe 5 - Exemple de végétaux toxiques pour le cochon d'Inde [39].

GESTION DE L'ALIMENTATION DES LAPINS ET DES COCHONS D'INDE EN HOSPITALISATION

DUPONT Audrey

RESUME : Le lapin et le cochon d'Inde sont les deux petits mammifères herbivores les plus fréquemment rencontrés en clinique vétérinaire. Les affections qu'ils développent nécessitent souvent le recours à l'hospitalisation afin d'assurer une surveillance clinique rapprochée et des soins intensifs. Cette période particulièrement stressante pour ces animaux peut provoquer une anorexie ayant de graves conséquences sur la santé de l'animal et sur ses chances de guérison. L'alimentation durant cette période doit faire l'objet d'une attention particulière de la part du praticien.

Ce travail rappelle dans un premier temps les bases de l'anatomie et de la physiologie digestive de ces deux espèces. Il détaille ensuite les mesures à prendre concernant l'adaptation de l'environnement d'hospitalisation et les aliments à proposer pour favoriser l'alimentation spontanée de ces patients ainsi que les modalités de mise en place d'une réalimentation assistée en cas d'anorexie. En dernier lieu, le problème délicat de la gestion de la caecotrophie, pratiquée par le lapin et par le cochon d'Inde, est abordé.

MOTS CLES : hospitalisation, nutrition, lapin, cochon d'Inde, anorexie, alimentation, alimentation assistée, caecotrophie

MANAGEMENT OF RABBITS AND GUINEA PIGS FEEDING DURING HOSPITALIZATION

DUPONT Audrey

ABSTRACT: Rabbits and guinea pigs are two small herbivorous mammals most frequently encountered in veterinary practices. The conditions they develop often require an hospitalization to ensure clinical monitoring and critical cares. This very stressful period for these animals can cause anorexia with serious consequences for their health and their chances of recovering. The diet during this period should be the subject of special attention from the veterinarian.

This work recalls at first the digestive anatomy and physiology of these two species. Then, it details the measures that must be taken regarding the adaptation of the hospital environment and the food proposed to promote spontaneous feeding from these patients, as well as the assisted feeding methods that we must use when animals are anorectic. Lastly, it proposes some solutions for the management of the caecotrophy during the hospitalization.

KEY WORDS: hospitalization, nutrition, rabbit, guinea pig, anorexia, diet, assisted feeding, caecotrophy