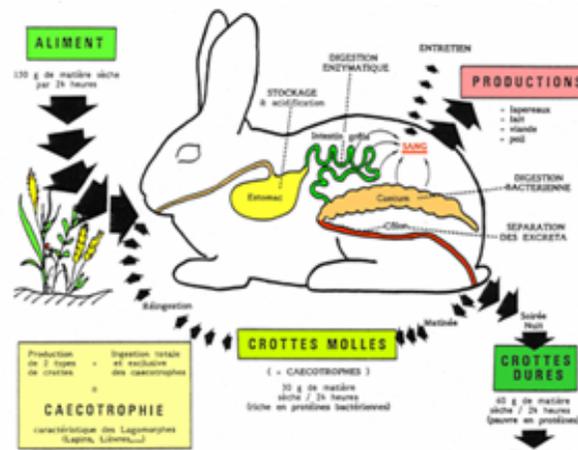
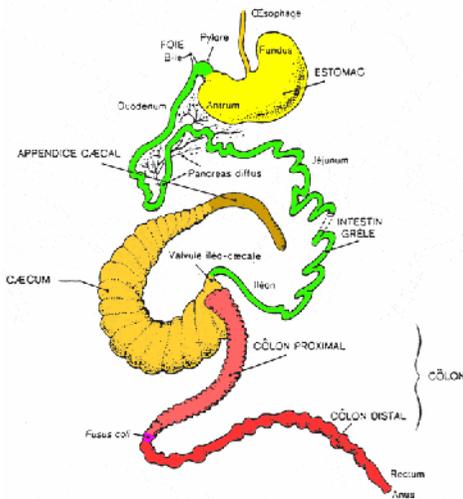


Physiologie digestive et Alimentation du lapin

par

François LEBAS

Directeur de Recherches Honoraire

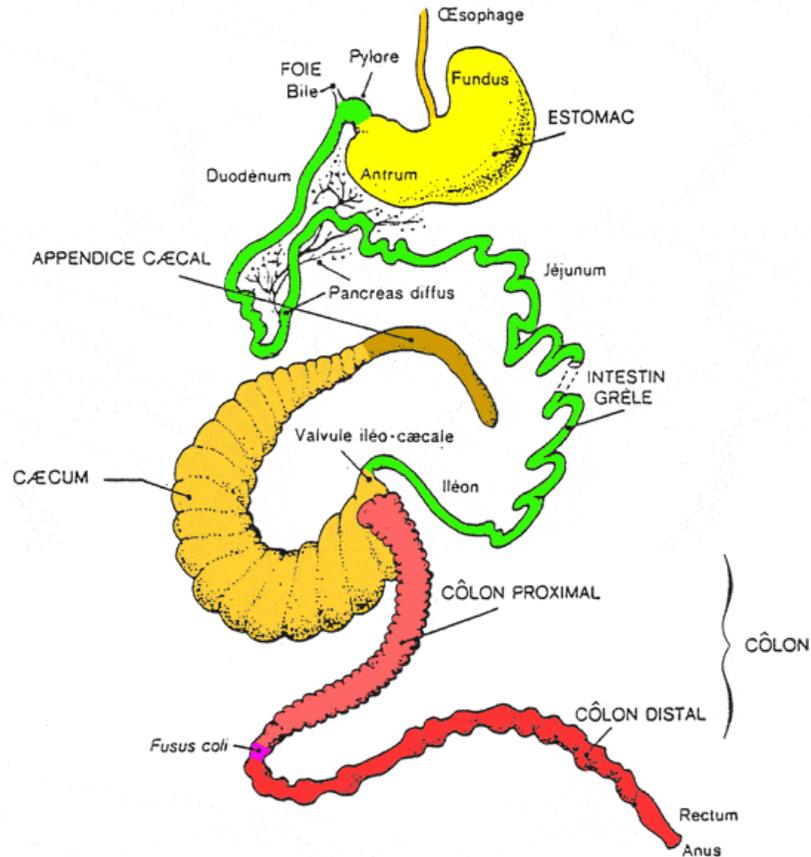


Recommandations alimentaires

Type ou période de production selon indication spéciale sous le g kg d'aliment	CROISSANCE		REPRODUCTION		Alléver Liquide (g)
	Perte (kg)	Finition (kg)	Lactaire	% lactaire	
GRUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel					
Energie digestible (gél. kg)	2400	2600	2700	2600	2400
(Sécurité kg)	10,0	10,9	11,3	10,9	10,0
Protéines brutes	110-120	160-170	180-190	170-175	160
Protéines digestibles	110-120	120-130	130-140	120-130	110-120
rapport énergétique Energie	45	48	50-54	51-53	48
apport	11,0	11,5	12,1-13,0	12,5-12,7	11,5-12,0
Lipides	20-25	25-40	40-50	30-40	20-30
Acides aminés					
- lysine	5,1	6,0	6,5	6,1	6,0
- acides aminés soufrés (méthionine+cystéine)	3,5	4,0	4,2	4,0	4,0
- thréonine	3,6	3,8	3,9	3,9	3,8
- tryptophane	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4
- arginine	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0
Minéraux					
- calcium	7,0	8,0	12,0	11,0	11,0
- phosphore	4,0	4,5	6,0	6,0	5,0
- sodium	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
- potassium	<15	<20	<18	<18	<18
- chlore	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
- magnésium	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
- soufre	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- fer (ppm)	50	50	100	100	80
- cuivre (ppm)	6	6	10	10	10
- zinc (ppm)	25	25	50	50	40
- manganèse (ppm)	8	8	12	12	10
Vitamines hydrosolubles					
- vitamine A (UI/kg)	6 000	6 000	10 000	10 000	10 000
- vitamine D (UI/kg)	1 000	1 000	1 000 ou plus	1 000 ou plus	1 000 ou plus
- vitamine E (mg/kg)	>10	>10	>10	>10	>10
- vitamine K (mg/kg)	1	1	2	2	2
GRUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel					
Ligno-cellulose (ADF) maximum	190	170	135	150	160
Lipides (ADF) maximum	55	50	70	70	50
Cellulose (ADF - ADF) maximum	110	110	90	90	110
rapport lignine : cellulose minimum	0,40	0,40	0,35	0,40	0,40
NDF (Neutral Detergent Fiber) minimum	320	310	300	310	310
Hémicellulose (NDF - ADF) minimum	120	100	85	90	100
rapport (hémicellulose/pectine) ADF maximum	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Amidon maximum	140	200	200	200	160
Vitamines hydrosolubles					
- vitamine C (ppm)	250	250	200	200	200
- vitamine B1 (ppm)	2	2	2	2	2
- vitamine B2 (ppm)	6	6	6	6	6
- nicotinamide (vitamine PP) (ppm)	30	30	40	40	40
- acide panthoïque (ppm)	20	20	20	20	20
- vitamine B6 (ppm)	2	2	2	2	2
- acide folique (ppm)	5	5	5	5	5
- vitamine B12 (cyanocobalamine) (ppm)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- choline (ppm)	200	200	100	100	100

Enseignement Post Universitaire «Cuniculture : génétique – conduite d'élevage – pathologie»
Yasmine Hammamet (Tunisie), 16-17 avril 2008

Durée du transit digestif global

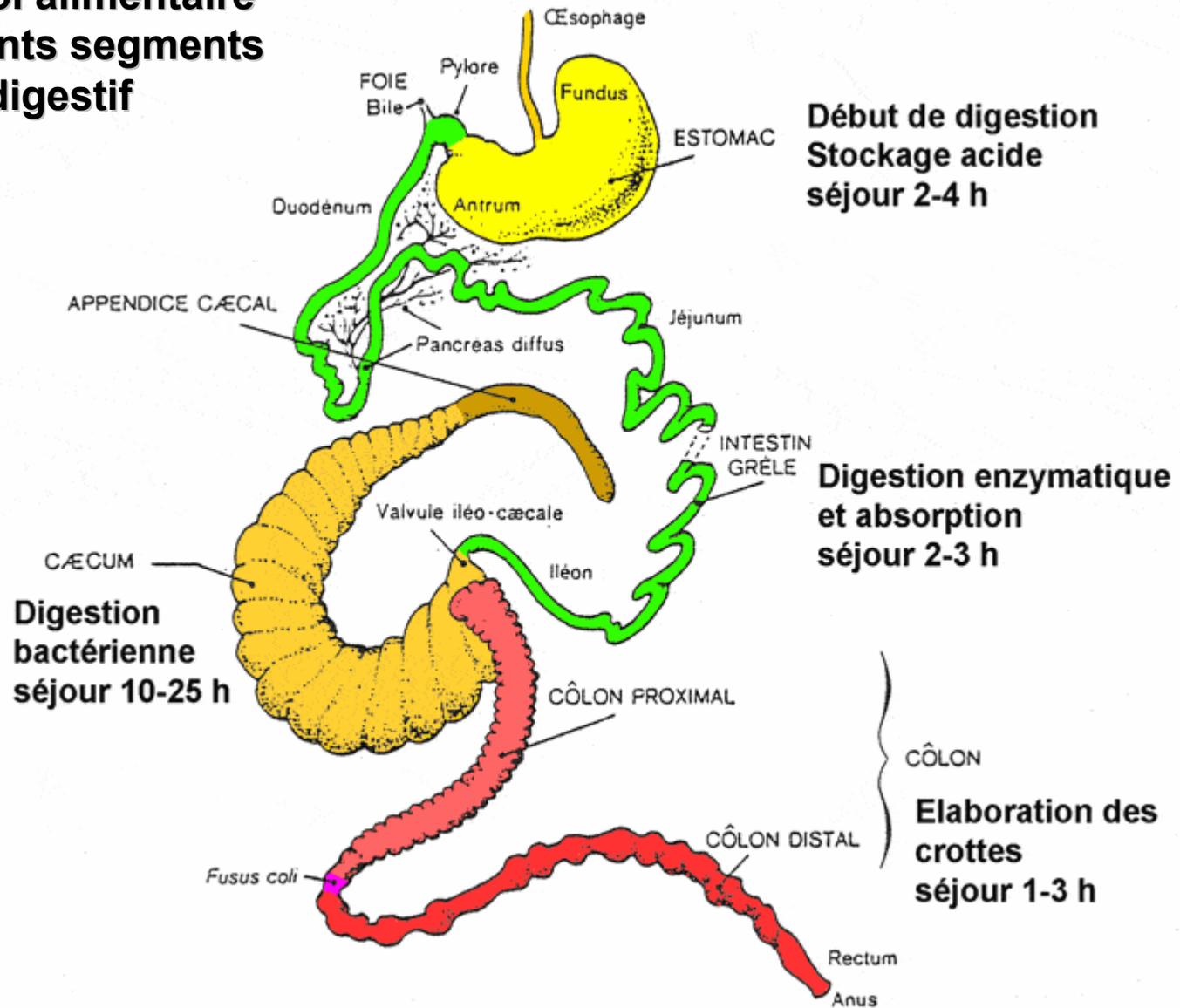


En moyenne entre leur entrée par la bouche et leur sortie définitive à l'anus les particules non digérées restent *18 à 20 heures dans le tube digestif*.

Avec certains types d'aliments, ce temps peut être réduit à 14-15 heures, avec d'autres il peut atteindre plus de 30 heures.

Certaines particules peuvent être éliminées en 5 heures seulement (durée de transit minimum), d'autres peuvent rester plus 4 jours dans le tube digestif avant d'être éliminées.

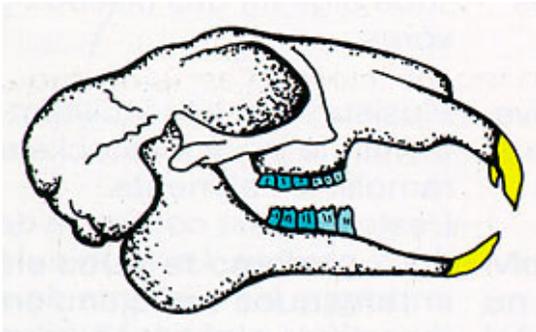
Le transit du bol alimentaire dans les différents segments du tube digestif



Transit, digestion et absorption

La bouche et l'oesophage

Rappel: toutes les dents ont une croissance continue toute la vie du lapin ($\approx 2\text{mm}$ par semaine),



Dans la bouche les aliments sont rapidement mastiqués et mélangés à la salive. Celle-ci contient de l'amylase, mais elle est peu active

L'aliment traverse ensuite rapidement l'oesophage en direction de l'estomac. Le lapin ne peut ni régurgiter ni vomir: l'oesophage est une voie à sens unique

Durée entre la saisie de l'aliment et l'arrivée dans l'estomac : généralement d'une à deux minutes maximum

Transit, digestion et absorption

L'estomac

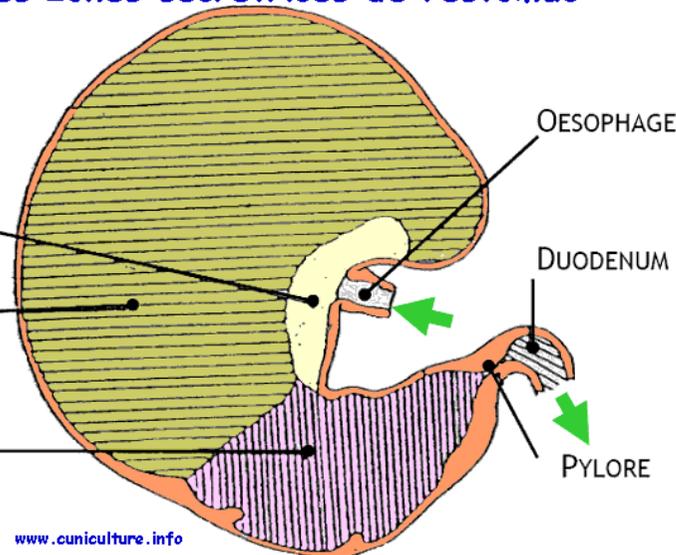
Les différentes zones sécrétrices de l'estomac chez le Lapin

Muqueuses sécrétantes

CARDIALE
HCl, lipase, (mucus)

FUNDIQUE
pepsine, HCl, (mucus, lipase)

PYLORIQUE
OU ANTRALE
mucus, (pepsine)



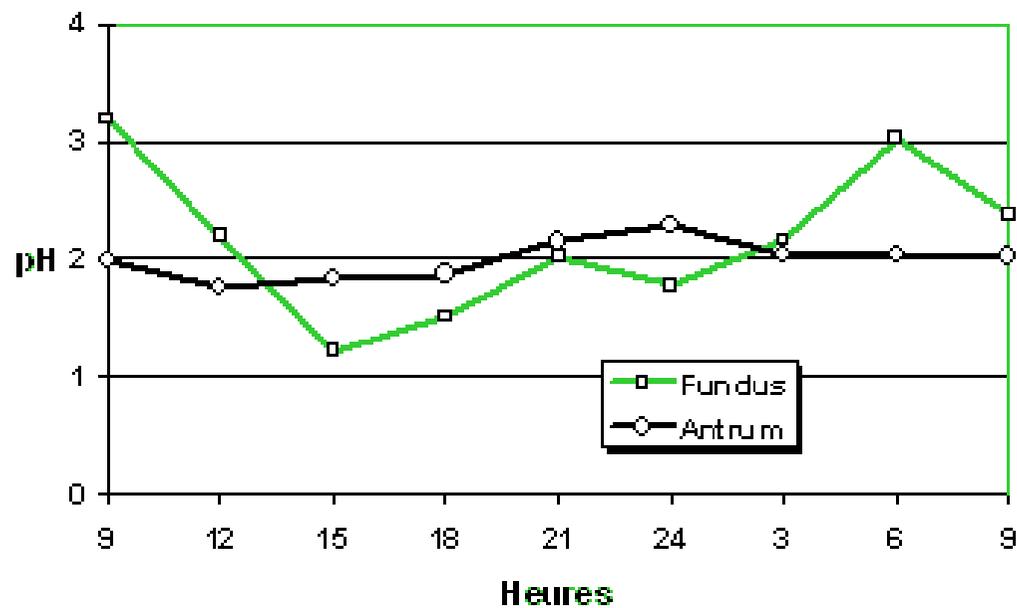
L'aliment va séjourner 2 à 4 heures dans l'estomac. Les liquides y séjournent moins longtemps. Les particules grossières sont celles qui séjournent le plus longtemps

L'estomac sécrète 4 types de produits qui vont ± se mélanger à l'aliment et commencer à le modifier

- de **l'acide chlorhydrique HCl**, ce qui maintient le pH moyen entre 1,2 et 2,0 (très acide)
- de la **pepsine** qui commence à hydrolyser les protéines
- de la **lipase**, qui sépare les acides gras à chaîne courte et moyenne des triglycérides (valable surtout pour le lait). Elle est beaucoup moins active que la lipase pancréatique
- du **mucus** qui protège les parois

Transit, digestion et absorption

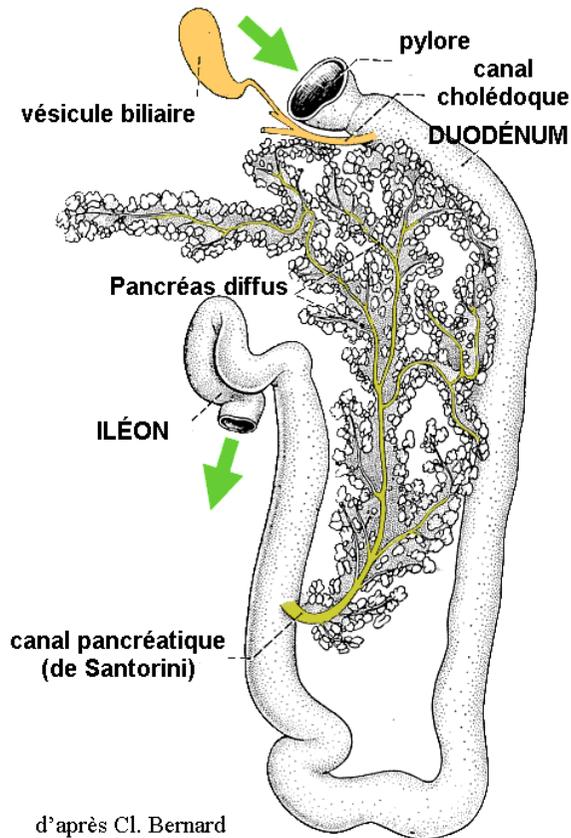
L'estomac



Evolution du pH stomacal au cours d'un cycle de 24 heures
(Gidenne & Lebas, 1984)

Transit, digestion et absorption

L'intestin grêle (IG)



Lors de son arrivée dans le duodénum (début de l'IG) le bol alimentaire est très rapidement neutralisé par la bile, le suc pancréatique et les sécrétions de la paroi intestinale (bicarbonates en général). Il passe quasi instantanément d'un pH très acide (cf ci-dessus) pour se fixer autour de la neutralité vers 6,5-7,2.

Dans ce nouveaux milieu agissent de très nombreuses *enzymes fournies par le pancréas* (lipase, amylase, trypsine, chymotrypsine, ...) et les glandes de la *muqueuse intestinale* (carboxypeptidases, disaccharasidases, ...)

La bile ne contient pas d'enzymes, mais des sels biliaires indispensables à la digestion des lipides, ainsi que des IgA (nous verrons plus loin leur importance)

Transit, digestion et absorption

L'intestin grêle (IG)

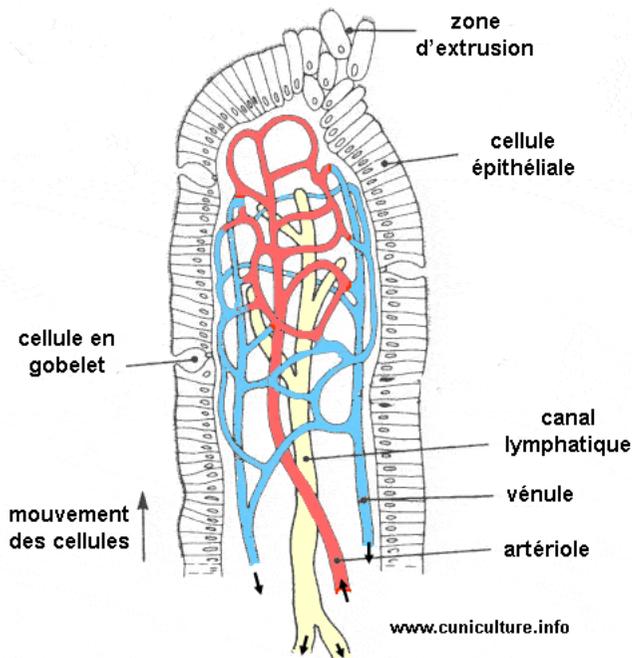
Au cours de 2-3 heures maximum que dure le transit digestif dans l'intestin grêle :

- 60 à 80% des lipides sont digérés et les produits (acides gras libres, monoglycérides, glycérol) sont absorbés et se retrouvent dans les canaux lymphatiques en direction du foie.

- 50 à 75% des protéines sont digérées et les produits (acides aminés libres, mono- et di-peptides) se retrouvent dans le sang veineux du système porte en direction du foie.

- 95 à 98% de l'amidon et des sucres simples sont hydrolysés en oses de base (glucose, fructose, ...) qui se retrouvent dans le sang veineux du système porte en direction du foie.

- les fibres ne sont pratiquement pas modifiées (sauf un peu dans l'iléon terminal sous l'action des bactéries présentes)



Coupe de la pointe d'une villosité intestinale

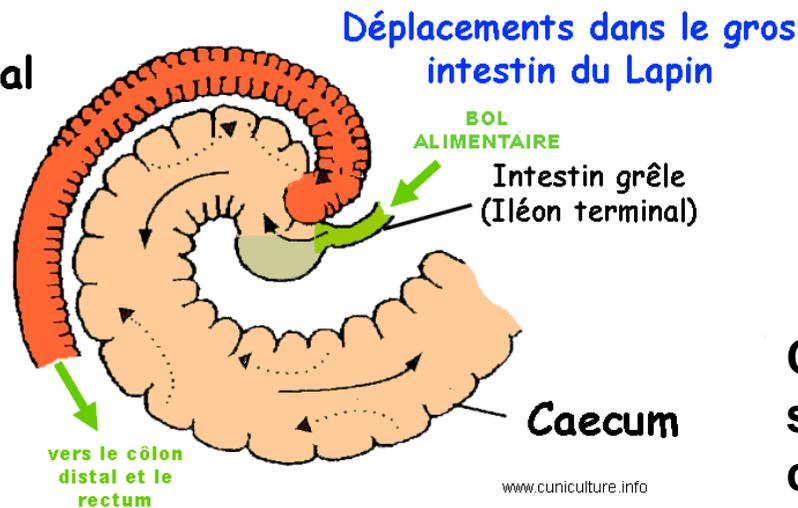
Transit, digestion et absorption

Le caecum

Dans le caecum il n'y a aucune sécrétion enzymatique endogène, seules agissent les enzymes bactériennes

Le bol alimentaire se déplace de l'iléon terminal directement dans le caecum. Il n'y a pas de transit ~~iléon => côlon direct.~~

Côlon proximal



Le bol alimentaire passe de l'iléon terminal dans le caecum. Il se dirige vers la pointe (appendice) par le centre du caecum et revient le long de la paroi caecale => mouvement de brassage => contenu homogène.
Il prend ensuite la "sortie" en direction du côlon

Le bol alimentaire va séjourner en moyenne *10 à 25 heures* dans le caecum.

C'est le lieu des hydrolyses et synthèses sous l'action de la flore caecale à partir des fibres, mais aussi de l'amidon résiduel et des protéines provenant des aliments, des sécrétions et desquamations intestinales.

Transit, digestion et absorption

Le caecum

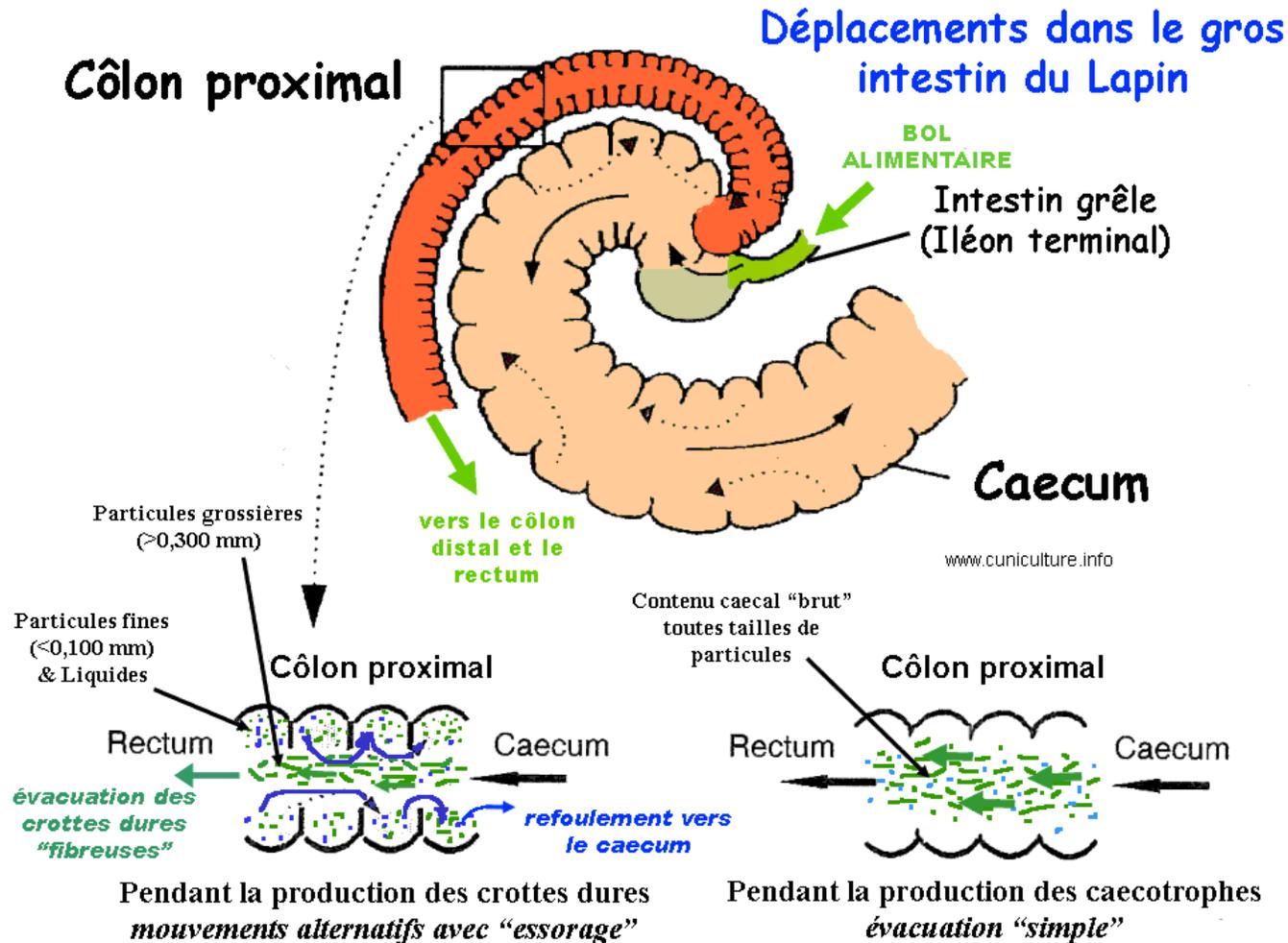
Ces hydrolyses et synthèses dans un milieu à pH 6 ont pour résultats :

- la production de corps bactériens (ils représentent 50% de la matière sèche du milieu) riches en protéines (plus de 50-55%/MS) et en vitamines B et C
- la production d'acides gras volatils (C_2 : 75% - C_3 : 5-10% et C_4 : 10-18%). Une partie importante est absorbée et une autre reste dans le milieu. Une sécrétion d'AGV depuis le sang est possible.
- la production d'ammoniac NH_4^+ , en grande partie absorbé et retrouvée dans le sang porte. Cet ammoniac provient de la désamination des acides aminés mais sert aussi de matériau de base à certaines bactéries pour synthétiser leurs propres acides aminés (comme dans le rumen des ruminants)

AGV et NH_4^+ contribuent à la régulation du pH caecal et à son équilibre ionique, éléments déterminants de la flore digestive susceptible de se développer dans le contenu caecal.

Transit, digestion et absorption

Le côlon



Matinée:

Transit rapide, formation des caecotrophes. Ceux-ci sont ingérés et se retrouvent dans l'estomac

Fin d'après midi & nuit:

Mouvement alternatifs de contraction de la paroi. Formation et évacuation des crottes dures riches en grosses particules (fibres) et refoulement vers le cæcum des petits particules et des liquides

Transit, digestion et absorption

La caecotrophie

Définitions comparées de la Caecotrophie et de la Coprophagie

CAECOTROPHIE

La pratique de la caecotrophie consiste pour un animal à :

- produire **deux types** d'excréments au cours de la même journée
- **ingérer** systématiquement **un des deux types** d'excrément (du contenu digestif très peu modifié) et à **rejeter** systématiquement l'autre type (déjections vraies).

Pour le lapin, l'intérêt nutritionnel de la caecotrophie réside principalement dans la récupération de **protéines bactériennes** de bonne qualité et de **vitamines**. Sa pratique n'a **pas d'influence sur la digestion des fibres**

COPROPHAGIE

La pratique de la coprophagie consiste pour un animal à :

- produire **un seul type** d'excrément au cours de la journée
- **ingérer une partie** des ces excréments de manière systématique ou occasionnelle

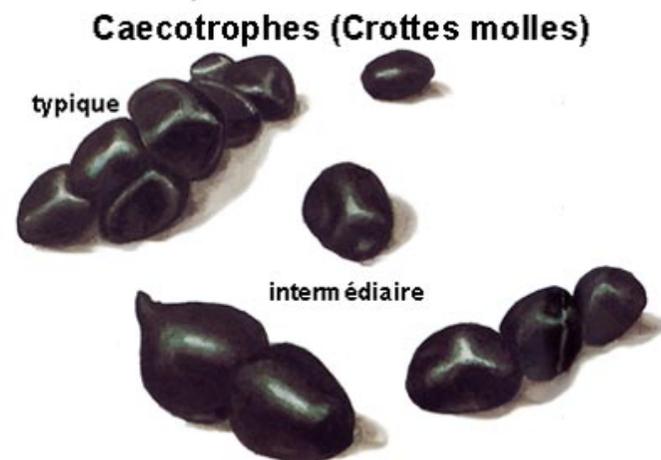
L'animal récupère par cette pratique **quelques éléments nutritifs** incomplètement digérés ou élaborés dans la partie distale du tube digestif (après la zone de forte absorption).

Transit, digestion et absorption

La caecotrophie

Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes (d'après Proto, 1980) Valeurs moyennes et dispersion pour 10 aliments expérimentaux incluant des aliments concentrés et des fourrages verts et secs

	Crottes dures		Caecotrophes	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Matière sèche (%)	53,3	48-66	27,1	18-37
En % de la MS				
• protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
• cellulose brute	37,8	22-54	22,0	14-33
• lipides	2,6	1,2-5,3	2,4	1,0-4,6
• minéraux	8,9	3-14	10,8	6-18



Dessins d'après nature par Alice Gravier
www.cuni.culture.info

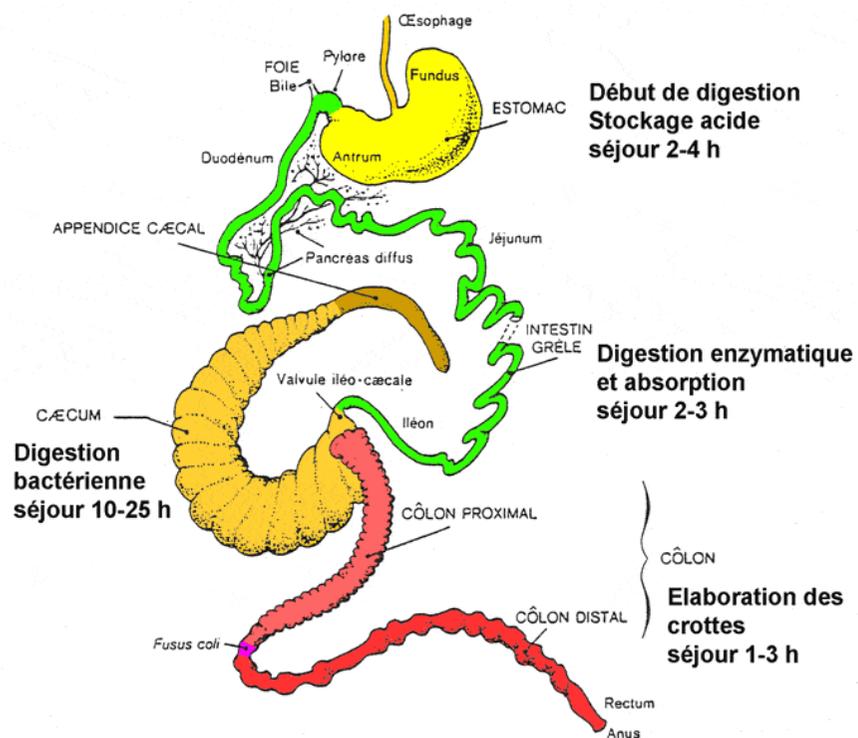


Dessins d'après nature par Alice Gravier
www.cuni.culture.info

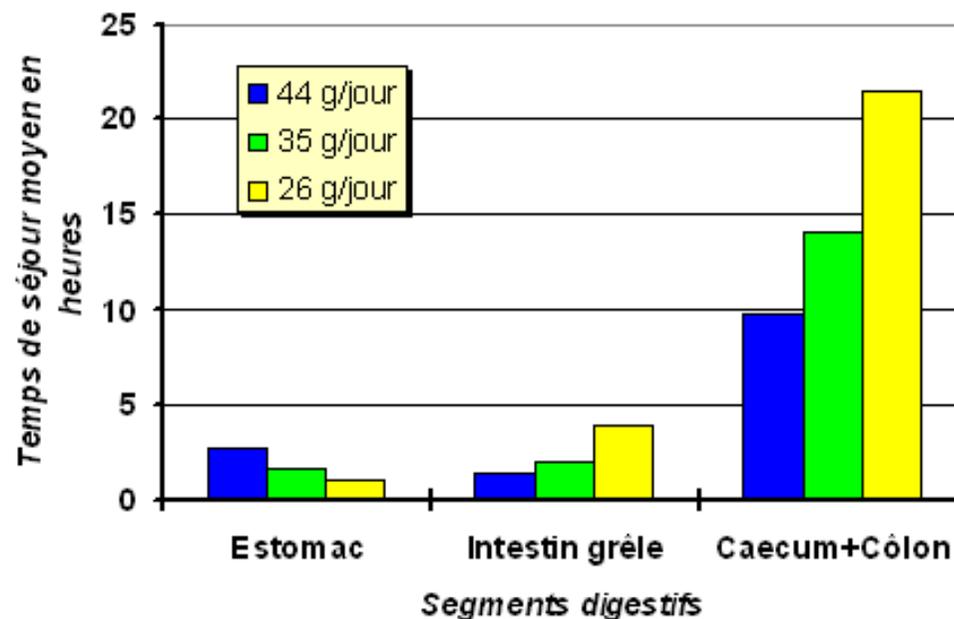
Transit digestif – Temps de séjour

Récapitulatif et Sources de variation

Durées moyennes des temps de séjour



Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin, en fonction de la quantité de fibres ingérées chaque jour (fibres exprimées en NDF) d'après Gidenne 1993



Evolution du tube digestif chez le lapereau

Développement des segments digestifs

Entre 3 et 11 semaines, le tube digestif se développe plus ou moins proportionnellement au poids vif (Lebas & Laplace 1972; Xiccato et al., 2001).

Toutefois, à 3 semaines, le poids du gros intestin (cæcum + côlon) ne représente « que » 28% de la masse digestive totale alors qu'à 11 semaines cette proportion atteint 44%.

La masse digestive (TD vide de contenu) est plus importante chez des lapereaux sevrés précocement (21-23 jours) que chez des lapereaux sevrés classiquement vers 32-35 jours. Ceci concerne principalement cæcum et côlon, et est mesurable jusqu'à l'âge de 6 semaines.

Evolution du tube digestif chez le lapereau

Evolution des villosités intestinales vues au microscope électronique

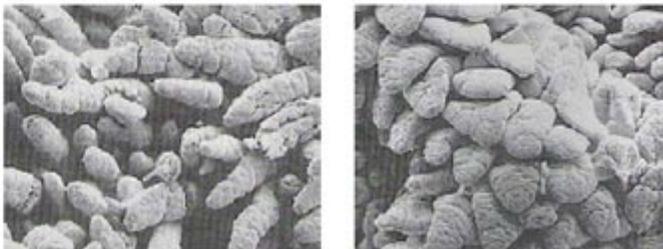
DUODENUM



JEJUNUM



ILEON



2 semaines

4 semaines

D'après Yu et Chiou, 1997.

Les villosités changent de forme avec l'âge (apparition de villosités en feuille ou de langues, en particulier au niveau duodénal).

Elles s'allongeraient jusqu'à 8 semaines.

Une alimentation riche en fibres semble conduire à des villosités plus courtes

Evolution du tube digestif chez le lapereau

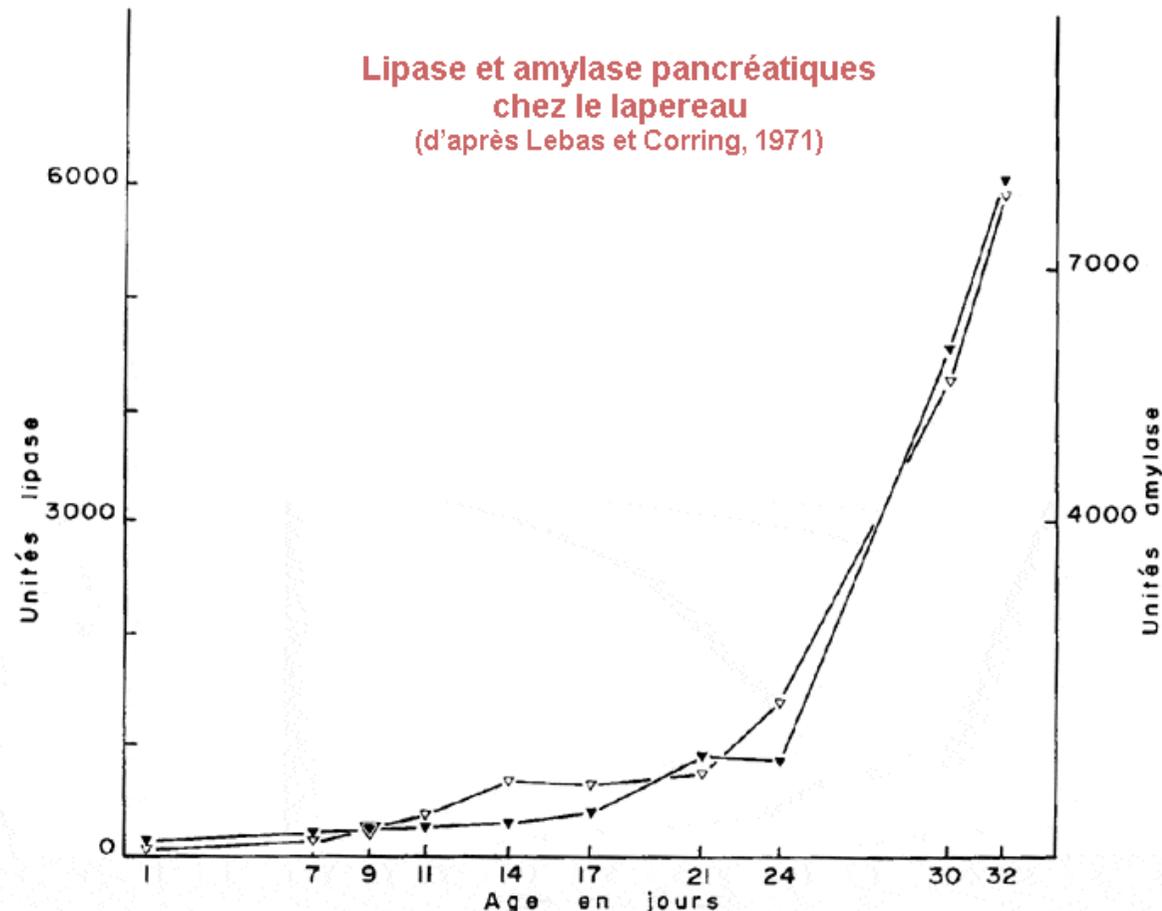


FIG. 6. — Activités enzymatiques totales par pancréas de l'amylase \triangle — \triangle et de la lipase \blacktriangle — \blacktriangle chez le Lapin de la naissance au sevrage

L'évolution des activités amylasiques et lipasiques du lapereau semble indépendante de l'alimentation consommée :

beaucoup ou pas d'amidon, beaucoup ou pas de lipides animaux sevrés ou strictement allaités

=> Aucune différence

Toutefois, un sevrage précoce (24-25 jours) stimulerait l'activité de l'amylase mesurée à 35 jours

Evolution du tube digestif chez le lapereau

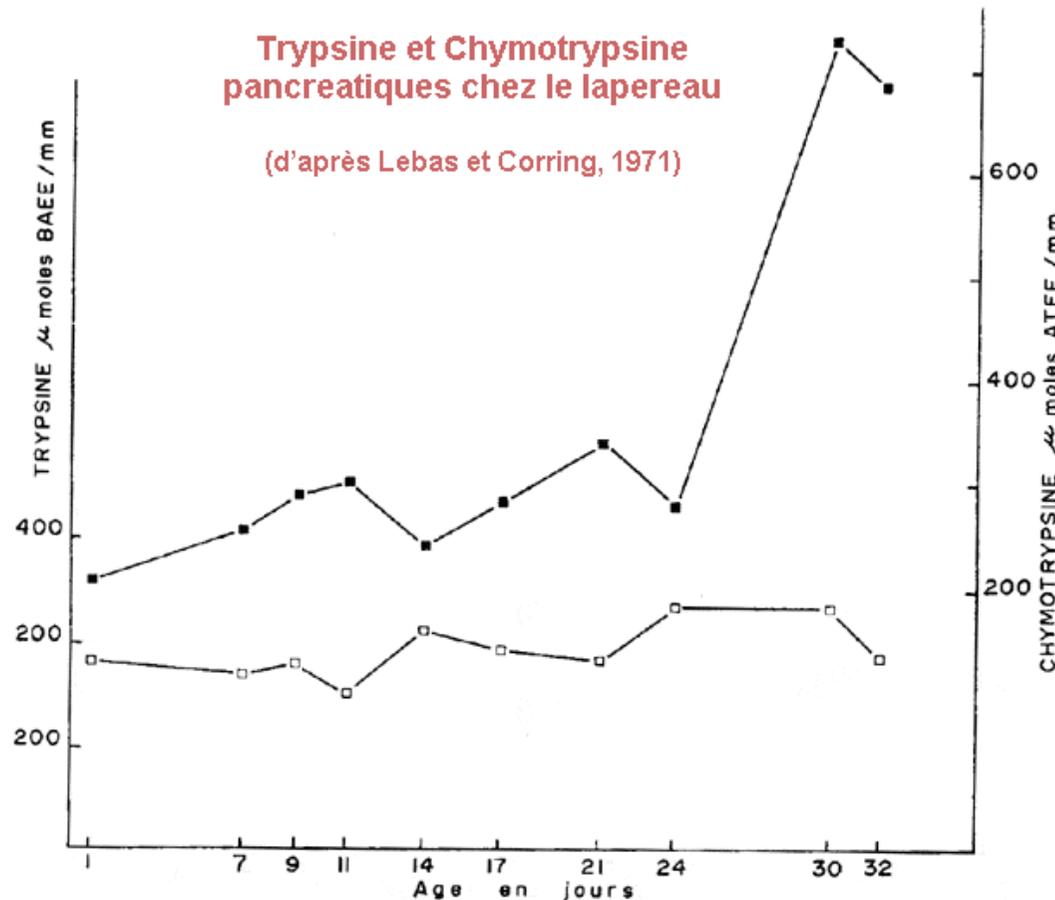


FIG. 7. — Activités enzymatiques totales par pancréas de la trypsine \square — \square et de la chymotrypsine \blacksquare — \blacksquare chez le Lapereau de la naissance au sevrage

Comme pour la lipase et l'amylase, l'évolution de l'activité de la trypsine et de la chymotrypsine ne semble pas influencée par le régime alimentaire des lapereaux

Evolution du tube digestif chez le lapereau

Dans l'intestin grêle, l'activité de la **maltase** (digestion finale de l'amidon) et de la **saccharase** s'accroissent avec l'âge des lapereaux.

Celle de la **lactase** (hydrolyse du lactose sucre spécifique du lait) diminue logiquement avec l'âge des lapereaux.

Un sevrage précoce (25j) aurait tendance à réduire l'activité de la maltase (-30%) et celle de la saccharase (-48%) dans l'IG des lapereaux, mesurée à 35 jours

Flore digestive et immunité

Fonctions de la flore

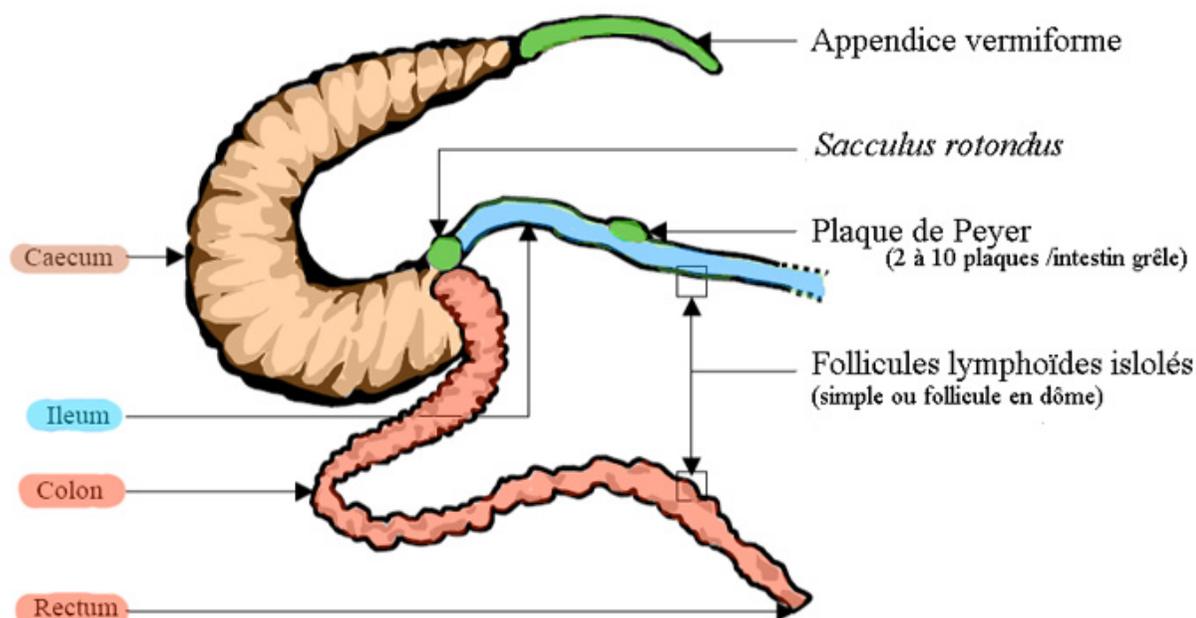
La flore digestive (flore commensale) joue deux types de rôle

1. dans le cæcum principalement, **digestion** des éléments nutritifs qui n'ont pas été absorbés dans l'intestin grêle (amidon, lipides protéines,... non totalement dégradés par les enzymes, fibres alimentaires, sécrétions intestinales, ...).
La flore vit d'abord pour elle-même.
2. **inhiber** le développement de bactéries et autres microorganismes indésirables (\pm pathogènes) en créant pour elles un milieu défavorable (pH, osmolarité), en stimulant la production d'IgA et/ou en bloquant les sites de fixation des bactéries sur les entérocytes (certaines bactéries filamenteuses bloquent les sites de fixation des *E. coli*).

Flore digestive et immunité

Moyens de défense

Principales localisations des tissus lymphoïdes (en vert) du tube digestif chez le lapin



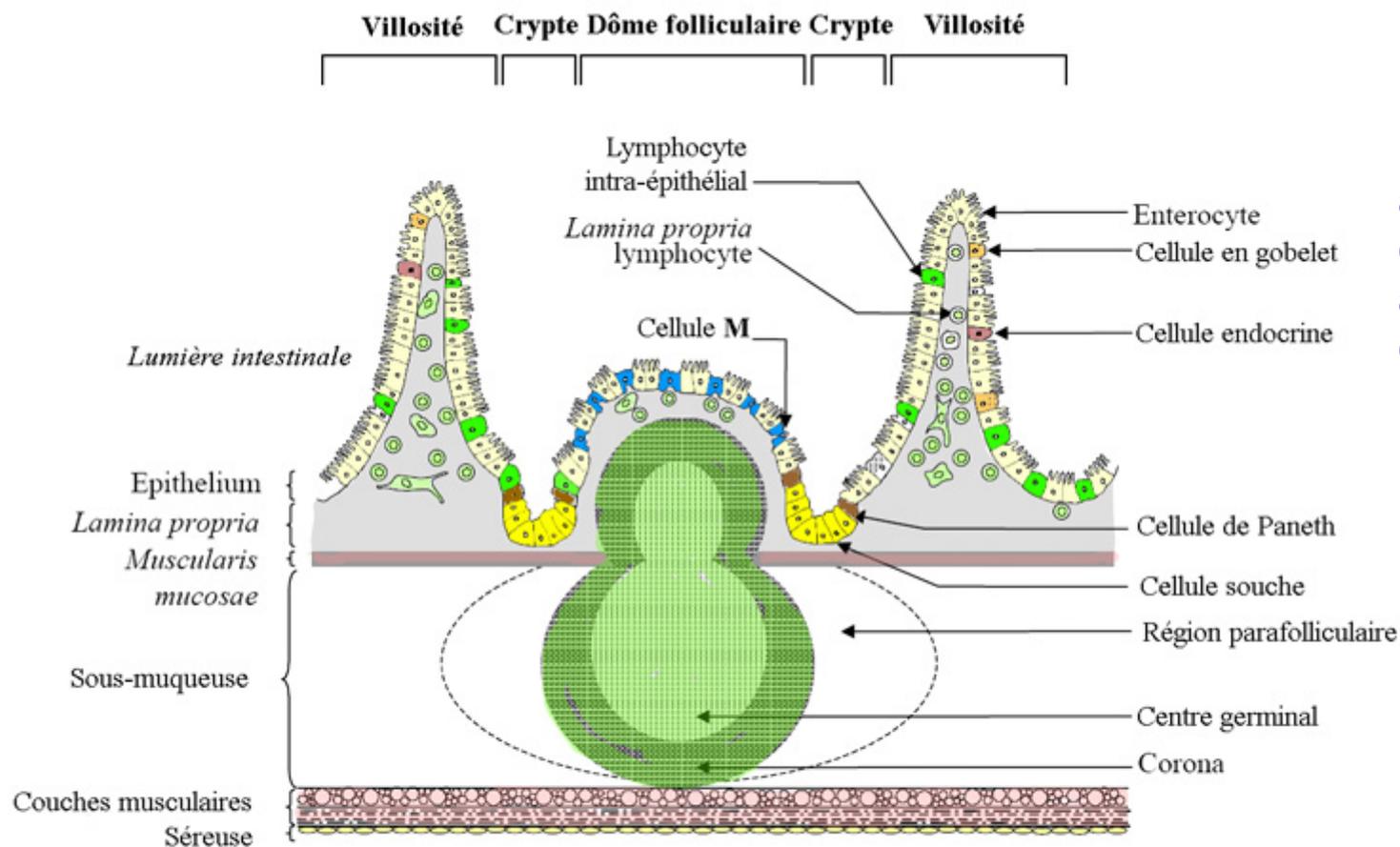
www.cuniculture.info - D'après Fortun-Lamothe et Bouillier, 2004

Pour lutter contre l'invasion de son corps par les microorganismes, le lapin dispose dans son intestin de zones de production de lymphocytes (tissus lymphoïdes) groupées (cf ci-contre) ou disséminées dans la paroi intestinale .

Leur fonction est de produire localement des immunoglobulines (IgA) adaptées aux organismes présents dans la lumière intestinale. Des IgA ayant également cette fonction sont aussi déversées dans le duodénum via la bile.

Flore digestive et immunité

Moyens de défense



Le tissu lymphoïde associé à la paroi digestive (disséminé au long du tube digestif)

Organisation spatiale schématisique des tissus lymphoïdes associés à la paroi digestive

www.cuniculture.info - d'après FORTUN-LAMOTHE et BOUILLER (2004)

Flore digestive et immunité

Nature de la flore

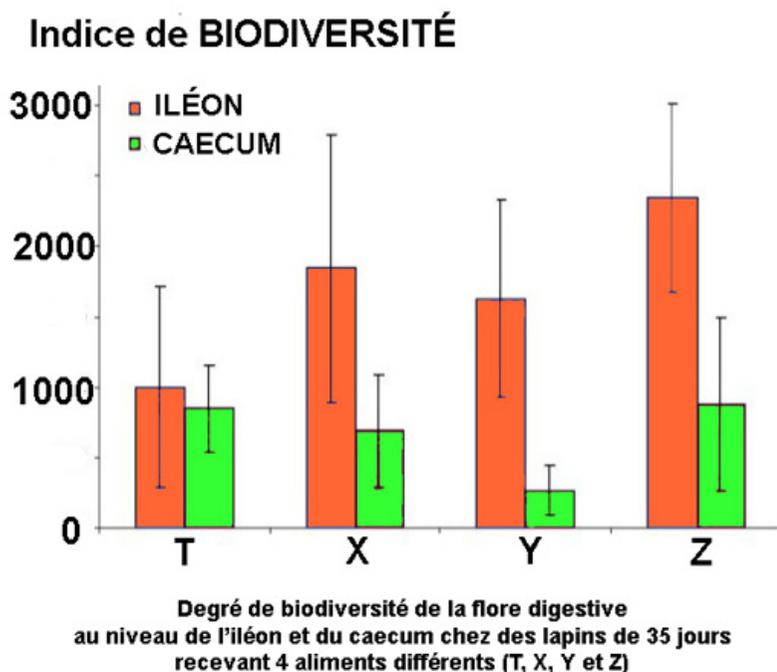
Dans le tube digestif d'un lapin sain on trouve 2 types de flore:

- 1. La flore autochtone qui se développe dans cette niche écologique particulière** (absence d'oxygène, pH autour de 6,0 dans le cæcum, ...)
- 2. Une flore de passage non implantée, dite flore allochtone. Celle-ci peut comporter des agents potentiellement pathogènes, mais aussi des agents susceptibles d'avoir des effets positifs** (probiotiques)

Les méthodes modernes de biologie moléculaire ont permis de démontrer que les microorganismes cultivables (méthode ancienne) ne sont probablement pas représentatives de la flore digestive.

Flore digestive et immunité

Nature de la flore



www.cuniculture.info - D'après Badiola et al. (2004)

La flore digestive est essentiellement composée de bactéries, de quelques virus et levures. Il n'y a pas de protozoaires dans la flore autochtone (il y a bien quelques coccidies mais ce sont des agents pathogènes dont les lapins se passeraient volontiers)

La biodiversité de la flore est généralement plus importante dans l'iléon que dans le caecum (plus grand nombre d'espèces bactériennes identifiables en biologie moléculaire) . La composition de l'aliment modifie aussi fortement cette biodiversité.

Flore digestive et immunité

Nature de la flore

La flore caecale d'un lapin (celle qui a le plus grand rôle digestif) **comprend de 10^8 à 10^{11} bactéries anaérobies strictes par gramme de contenu.**

Elle est essentiellement composée de bacilles du genre Bactéroïdes (10^6 à 10^{10} / g). Mais on y trouve aussi un grand nombre d'autres espèces présentes à raison de 10^2 à 10^7 microorganismes par gramme. Ces bactéries sont les agents principaux des fermentations caecales (production des AGV, NH_4^+ , ...)

Il y a aussi des bactéries anaérobies facultatives (pouvant se développer en présence comme en l'absence d'oxygène) **telles qu'*Escherichia coli*, des staphylocoques ou des *Enterococcus*. Leur facilité relative de culture a fait qu'on les a souvent mises en avant plus que ce qu'elles représentent dans la flore. Il y en a généralement pas plus de 10^6 - 10^7 par gramme, souvent beaucoup moins.**

Enfin, on trouve aussi des levures (10^5 à 10^6 / g) ainsi que des archae

Flore digestive et immunité

Mise en place chez le jeune

L'estomac du lapereau est pratiquement stérile jusqu'aux environs de 10 jours. La raison principale est l'action bactéricide des acides gras en C8 et C10 libérés par l'hydrolyse du lait de lapine sous l'action de la lipase gastrique. La flore augmente ensuite de façon très variable. Elle se stabilise à partir de 35-40 jours, mais n'atteint pas des valeurs supérieures à 10^4 - 10^6 bactéries par gramme, du moins en dehors des caecotrophes re-ingérés.

Dans **le cæcum** au contraire la flore est abondante dès la première semaine de vie. A partir de 15 jours, le nombre de Bactéroïdes a déjà atteint le niveau de l'adulte (10^{10} – 10^{11} bactéries /g). Au cours des 10 premiers jours, une flore anaérobie facultative se développe aussi et par exemple le nombre d'*E. coli* peut atteindre 10^8 /g. Il décroît rapidement ensuite, pour se situer vers 10^3 - 10^5 /g. Chez certain lapins au sevrage, les colibacilles ne sont même plus détectables dans le contenu digestif.

Flore digestive et immunité

Mise en place chez le jeune

Une autre manière de mesurer l'ampleur et la nature de la flore digestive (caecale) est de mesurer son activité enzymatique.

Ainsi l'**activité cellulolytique** bactérienne n'est pas décelable dans le contenu caecal des lapereaux de moins de 2 semaines. Elle augmente ensuite assez lentement et atteint le niveau de l'adulte vers 5-6 semaines. Une alimentation riche en fibre distribuée aux lapereaux encore allaités accélère l'acquisition d'une flore cellulolytique de type adulte.

Les **activités fibrolytiques** bactérienne du type **xylanase** et **pectinase** semblent s'accroître jusqu'à 24 semaines, c'est dire jusqu'à ce que le lapin soit adulte

L'**activité amylolytique** est déjà bien présente chez le lapereau de 2 semaines alors qu'il n'a pas encore ingéré d'amidon. Elle n'évolue pas entre 2 et 7 semaines.

La concentration en **AGV issus de la fermentation bactérienne** s'accroît entre 15 et 25 jours avec le début de l'ingestion d'aliment solide. Elle ne varie plus ensuite. La proportion du propionate (C3) parmi les AGV s'accroît entre 15 et 22 jours puis décroît. Elle ne devient inférieure à celle du butyrate (C4) qu'à partir de 25-30 jours.

Les recommandation alimentaires

Les recommandations pour la composition des aliments destinés aux lapins peuvent être subdivisées en **2 groupes distincts**

- 1. Celles qui visent à maximiser les performances des animaux**
En gros ce sont les apports d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamines liposolubles
- 2. Celles qui visent à maximiser la santé du cheptel**
Cela concerne surtout les apports de fibres et les vitamines du groupe B

Recommandations alimentaires – Partie 1

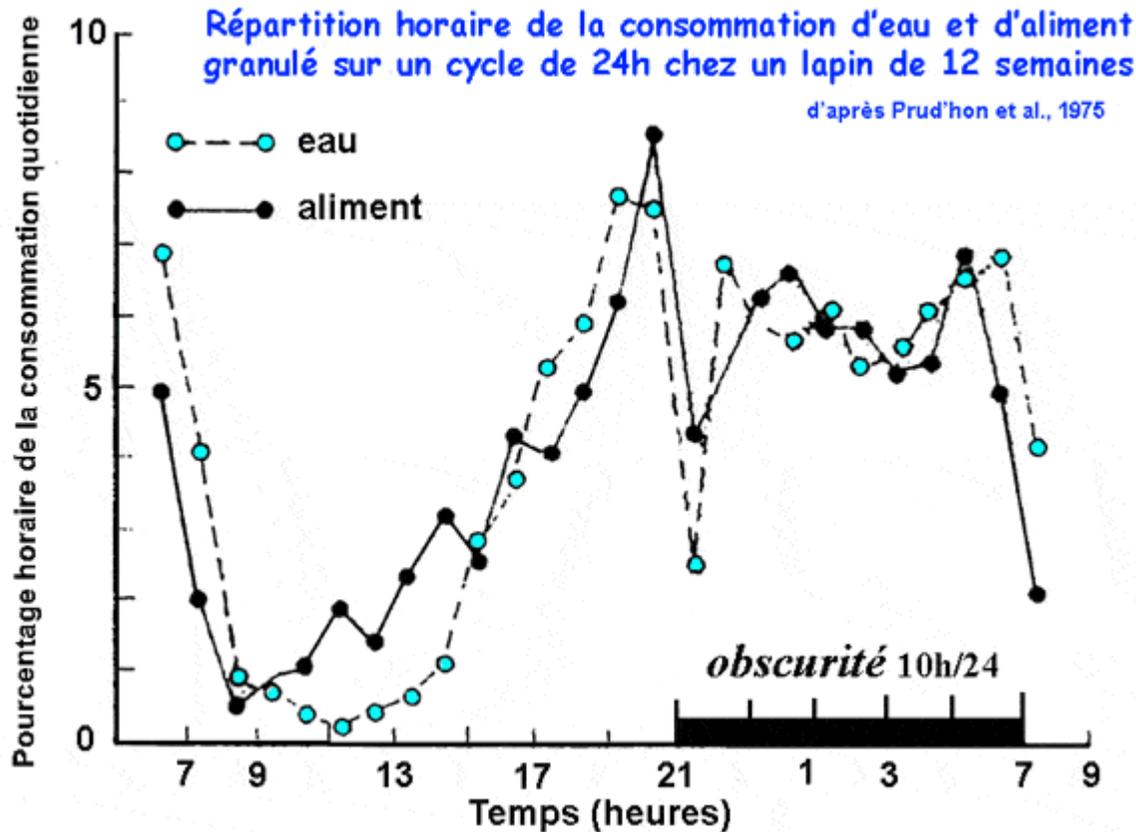
Type ou période de production sauf indication spéciale unité = g/kg d'aliment		CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique (1)
		Périssevrage 18=>42 jours	Finition 42=>75 jours	Intensive	½ intensive	
GROUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel						
Énergie digestible	(kcal / kg)	2400	2600	2700	2600	2400
	(MJoules/ kg)	10,0	10,9	11,3	10,9	10,0
Protéines brutes		150-160	160-170	180-190	170-175	160
Protéines digestibles		110-120	120-130	130-140	120-130	110-125
rapport Protéines digest / Énergie digestible	(g / 1000 kcal)	45	48	53-54	51-53	48
	(g / 1 MJoule)	11,0	11,5	12,7-13,0	12,0-12,7	11,5-12,0
Lipides		20-25	25-40	40-50	30-40	20-30
Acides aminés						
- lysine		7,5	8,0	8,5	8,2	8,0
- acides aminés soufrés (méthionine+cystine)		5,5	6,0	6,2	6,0	6,0
- thréonine		5,6	5,8	7,0	7,0	6,0
- tryptophane		1,2	1,4	1,5	1,5	1,4
- arginine		8,0	9,0	8,0	8,0	8,0
Minéraux						
- calcium		7,0	8,0	12,0	12,0	11,0
- phosphore		4,0	4,5	6,0	6,0	5,0
- sodium		2,2	2,2	2,5	2,5	2,2
- potassium		< 15	< 20	< 18	< 18	< 18
- chlore		2,8	2,8	3,5	3,5	3,0
- magnésium		3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
- soufre		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- fer (ppm)		50	50	100	100	80
- cuivre (ppm)		6	6	10	10	10
- zinc (ppm)		25	25	50	50	40
- manganèse (ppm)		8	8	12	12	10
Vitamines liposolubles						
- vitamine A (UI / kg)		6 000	6 000	10 000	10 000	10 000
- vitamine D (UI / kg)		1 000	1 000	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)
- vitamine E (mg / kg)		> 30	> 30	> 50	> 50	>50
- vitamine K (mg / kg)		1	1	2	2	2

Recommandations alimentaires – Partie 2

Type ou période de production sauf indication spéciale unité = g/kg d'aliment	CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique (1)
	Périssevrage 18=>42 jours	Finition 42=>75 jours	Intensive	½ intensive	
GROUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel					
Ligno-cellulose (ADF) <i>minimum</i>	190	170	135	150	160
Lignines (ADL) <i>minimum</i>	55	50	30	30	50
Cellulose (ADF - ADL) <i>minimum</i>	130	110	90	90	110
rapport lignines / cellulose <i>minimum</i>	0,40	0,40	0,35	0,40	0,40
NDF (Neutral Detergent Fiber) <i>minimum</i>	320	310	300	315	310
Hémicellulose (NDF - ADF) <i>minimum</i>	120	100	85	90	100
rapport (hémicellulose+pectine) / ADF <i>maximum</i>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Amidon <i>maximum</i>	140	200	200	200	160
- vitamine C (ppm)	250	250	200	200	200
- vitamine B1 (ppm)	2	2	2	2	2
- vitamine B2 (ppm)	6	6	6	6	6
- nicotinamide (vitamine PP) (ppm)	50	50	40	40	40
- acide pantothénique (ppm)	20	20	20	20	20
- vitamine B6 (ppm)	2	2	2	2	2
- acide folique (ppm)	5	5	5	5	5
- vitamine B12 (cyanocobalamine) (ppm)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- choline (ppm)	200	200	100	100	100

Comportement alimentaire

Répartition de la consommation sur 24 h

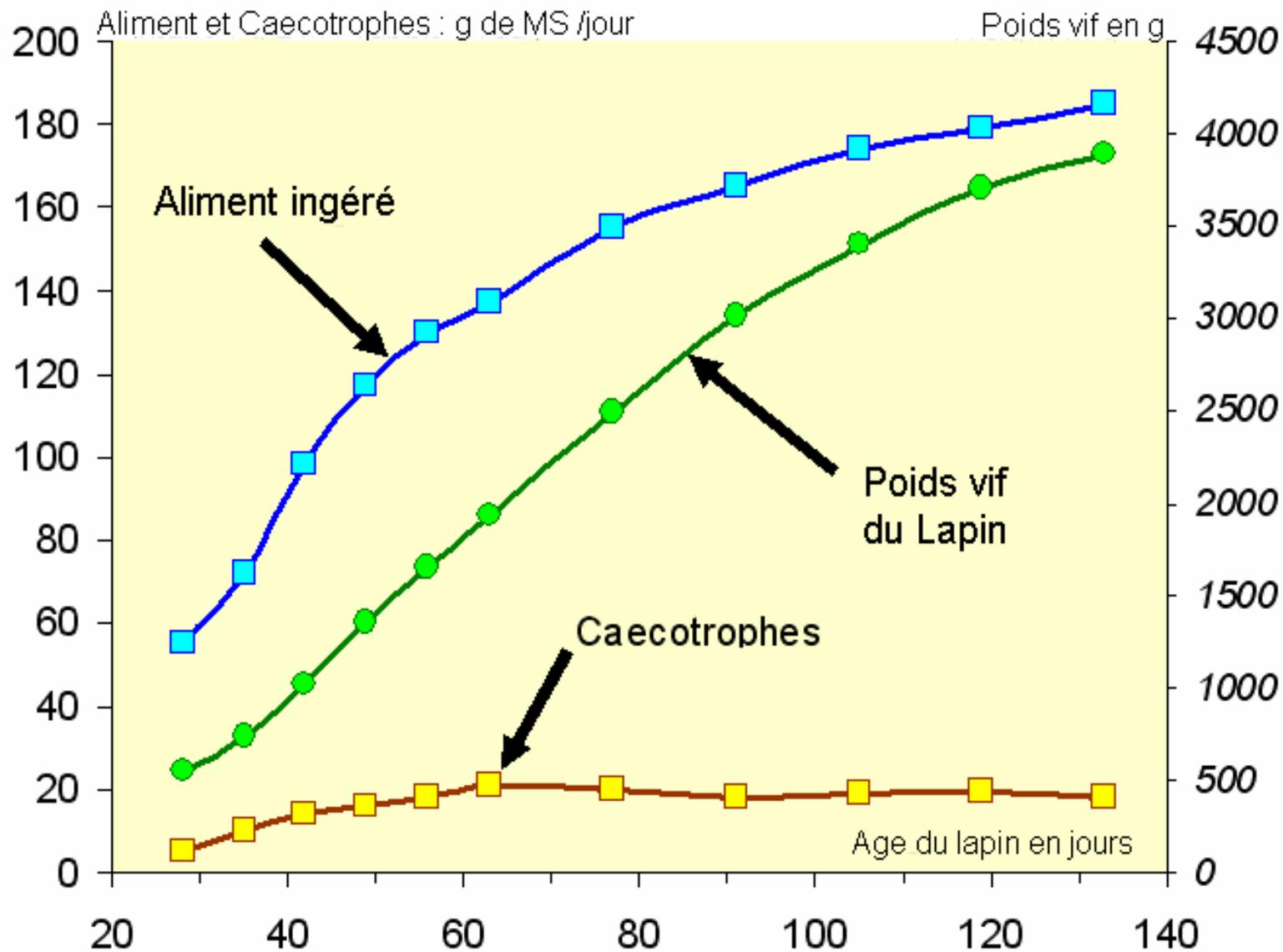


Au cours d'un cycle de 24 heures un lapin fait de 35 à 40 repas solides et environ 30 à 35 prises de boisson.

Les quantités par repas varient peu, c'est la fréquence qui est plus faible en milieu de journée et forte en période nocturne

Comportement alimentaire

Evolution ingérés et poids vif entre le sevrage et l'âge adulte



Comportement alimentaire

Evolution avec l'âge

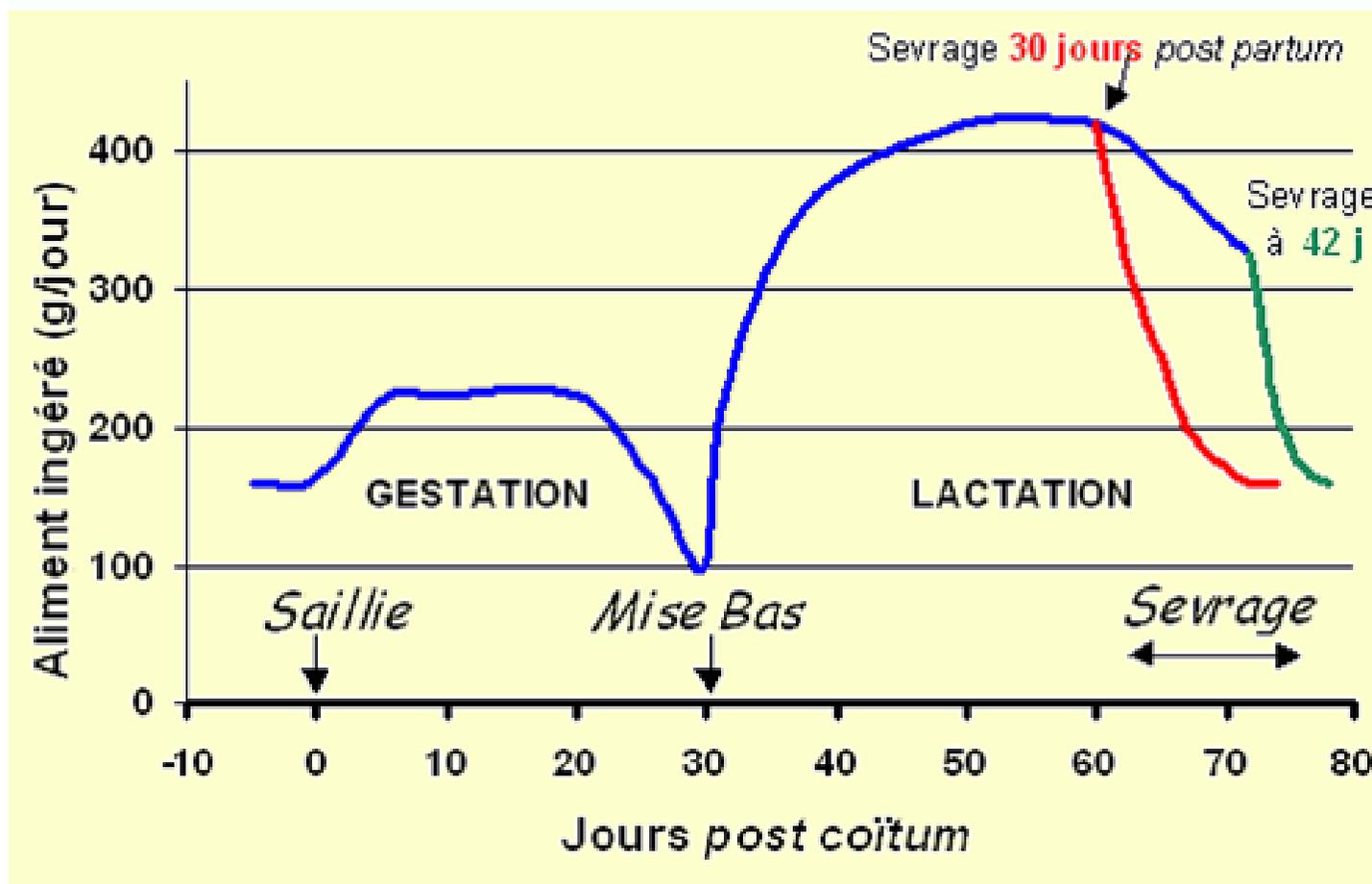
Evolution du nombre de repas par 24 heures entre 6 et 12 semaines

	AGE en SEMAINES		
	6	9	12
Aliment solide (90% MS)			
- g / 24h	98	194	160
- Repas /24h	39	40	34
- g / repas	2,6	4,9	4,9
Eau de Boisson			
- g / 24h	153	320	297
- Prises /24h	31	28,5	36
- g / prise	5,1	11,5	9,1
Ratio Eau/Aliment	1,75	1,85	2,09

D'après
Prud'hon
et al., 1975

Comportement alimentaire

Evolution avec le stade physiologique de la lapine



Comportement alimentaire

Effet de la température ambiante

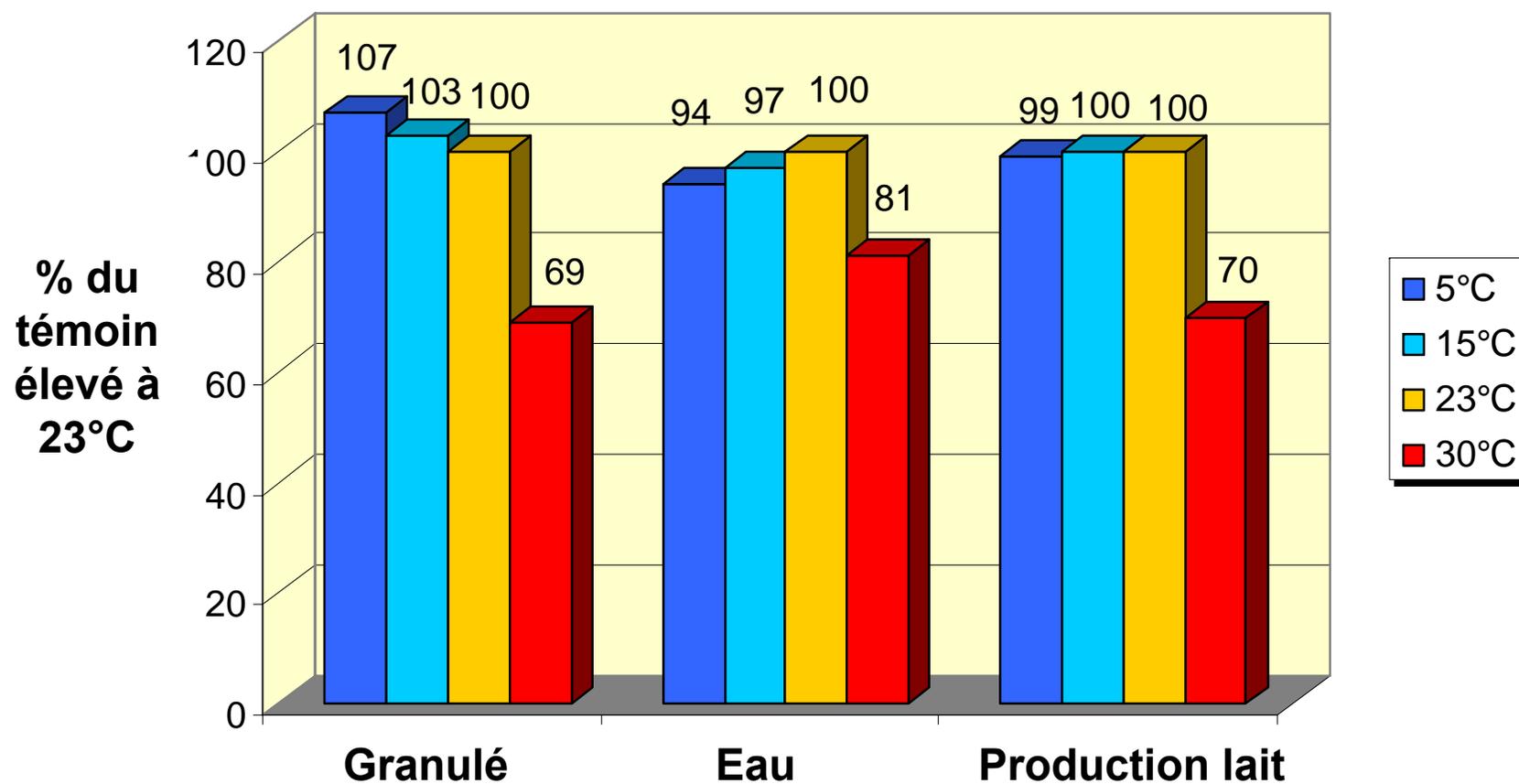
Chez le lapin en engraissement

Température ambiante	5°C	18°C	30°C
Ingestion de granulé (g/j)	182	158	123
Ingestion d'eau (g/j)	328	271	386
<i>ratio eau / aliment</i>	<i>1,80</i>	<i>1,71</i>	<i>3,14</i>
Gain de poids (g/j)	35,1	37,4	25,4

Comportement alimentaire

Effet de la température ambiante

Chez la lapine allaitante



L'aliment peut-il est-il être la cause exclusive des problèmes d'élevage ?

RAREMENT

Par exemple, au cours des années antérieures les teneurs recommandées en Cellulose Brute faites par des chercheurs sérieux ont été de

5% - 8% - 10% - 12% - 14% - 17% !

Autrement dit, ce n'est pas parce qu'un aliment est riche ou pauvre en cellulose que les lapins seront en bonne ou en mauvaise santé.

Par contre, le RISQUE d'accident sanitaire s'accroît quand la teneur en fibres est de plus en plus faible, mais l'importance du risque lui-même dépend de la nature des fibres, de l'apport d'amidon et même de l'apport de fibres digestibles par rapport à l'apport de protéines=> c'est COMPLEXE

Pour une journée de formation sur les relations entre la santé des lapins et leur alimentation, les vétérinaires spécialisée en cuniculture français n'ont trouvé que les rares cas suivants

- une carence en vitamine E (erreur de formulation)
- une intoxication aux Ionophores (de Narasin avait été mis par erreur)
- une intoxication à l'Ampicilline (une erreur de fabrication d'un prémix)
- une intoxication à l'Amoxicilline (contamination au cours de la fabrication)

Par contre il a été démontré qu'en cas de contamination volontaire par un agent pathogène identifié (*E. coli* O103) un aliment **bien équilibré en fibres** (20% d'ADF) permet de **réduire la mortalité** par rapport à l'usage d'un aliment pauvre en fibres (12% d'ADF) : 7% de mortalité contre 35% (mais aucun mort dans les 2 lots non inoculés, qu'il y ait 12 ou 20% d'ADF).

Parallèlement il a été démontré qu'une **restriction alimentaire** de 40% appliquée pendant les 3 semaines suivant le sevrage permet de **réduire la mortalité** après une inoculation volontaire de l'Entérocolite 5 jours après le sevrage: 19% de mortalité au cours de l'engraissement total, contre 28% pour le lot toujours nourri à volonté.

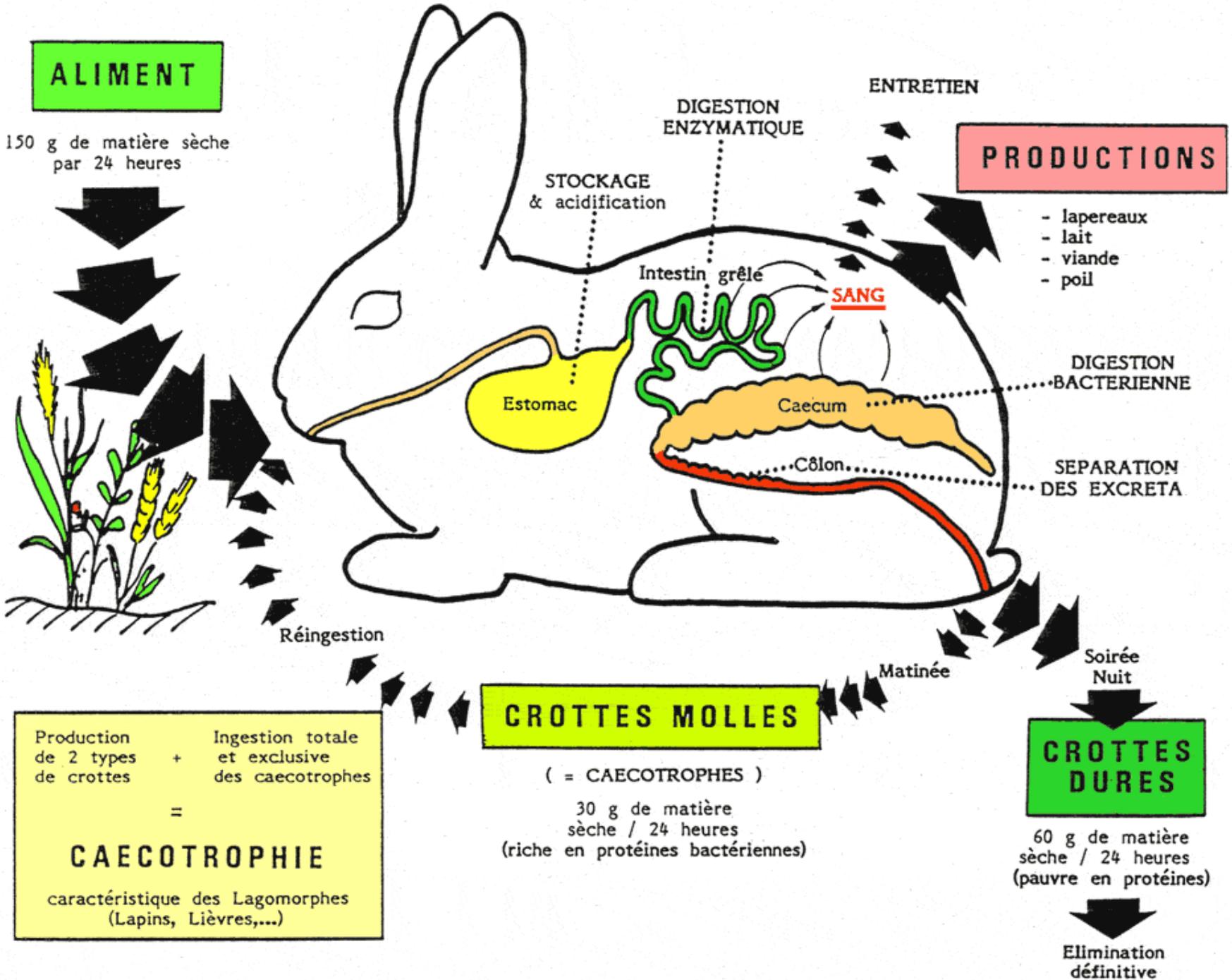
CONCLUSION

Un aliment mal équilibré est un facteur de risque pour la santé des lapins, mais c'est très rarement la cause directe de la mortalité

Merci pour votre attention



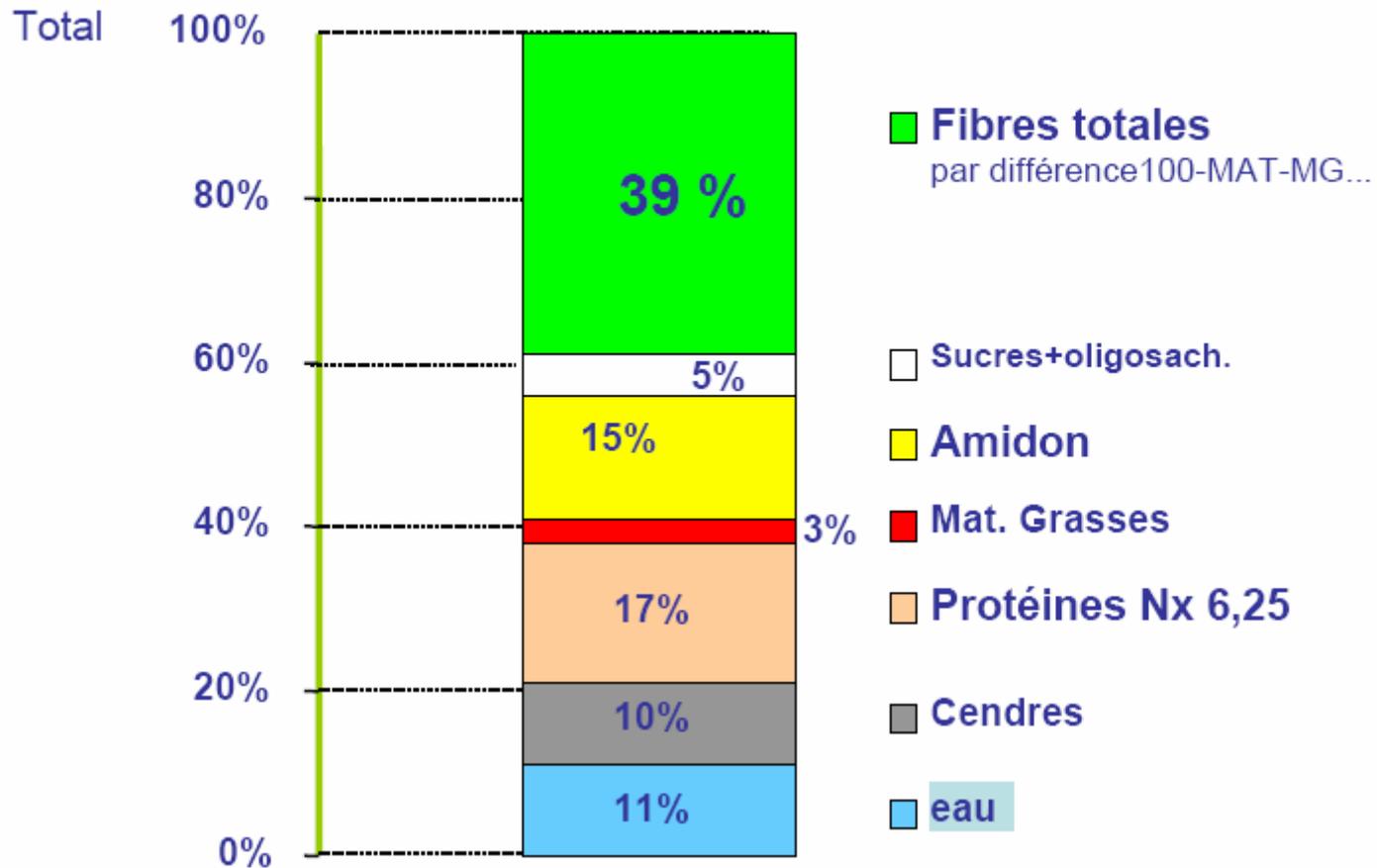
**Informations complémentaires
sur la relation fibres / santé
chez le Lapin**



Production de 2 types de crottes + Ingestion totale et exclusive des caecotrophes =

CAECOTROPHIE
caractéristique des Lagomorphes (Lapins, Lièvres,...)

Principaux nutriments dans un aliment "standard" pour lapin en croissance



**CLASSIFICATION SIMPLE
DES FIBRES ALIMENTAIRES**

Fibres
Totales
"TDF"

Polyphenols

Lignines

Cellulose

Hémicelluloses

Non Starch
Polysaccharides
= NSP

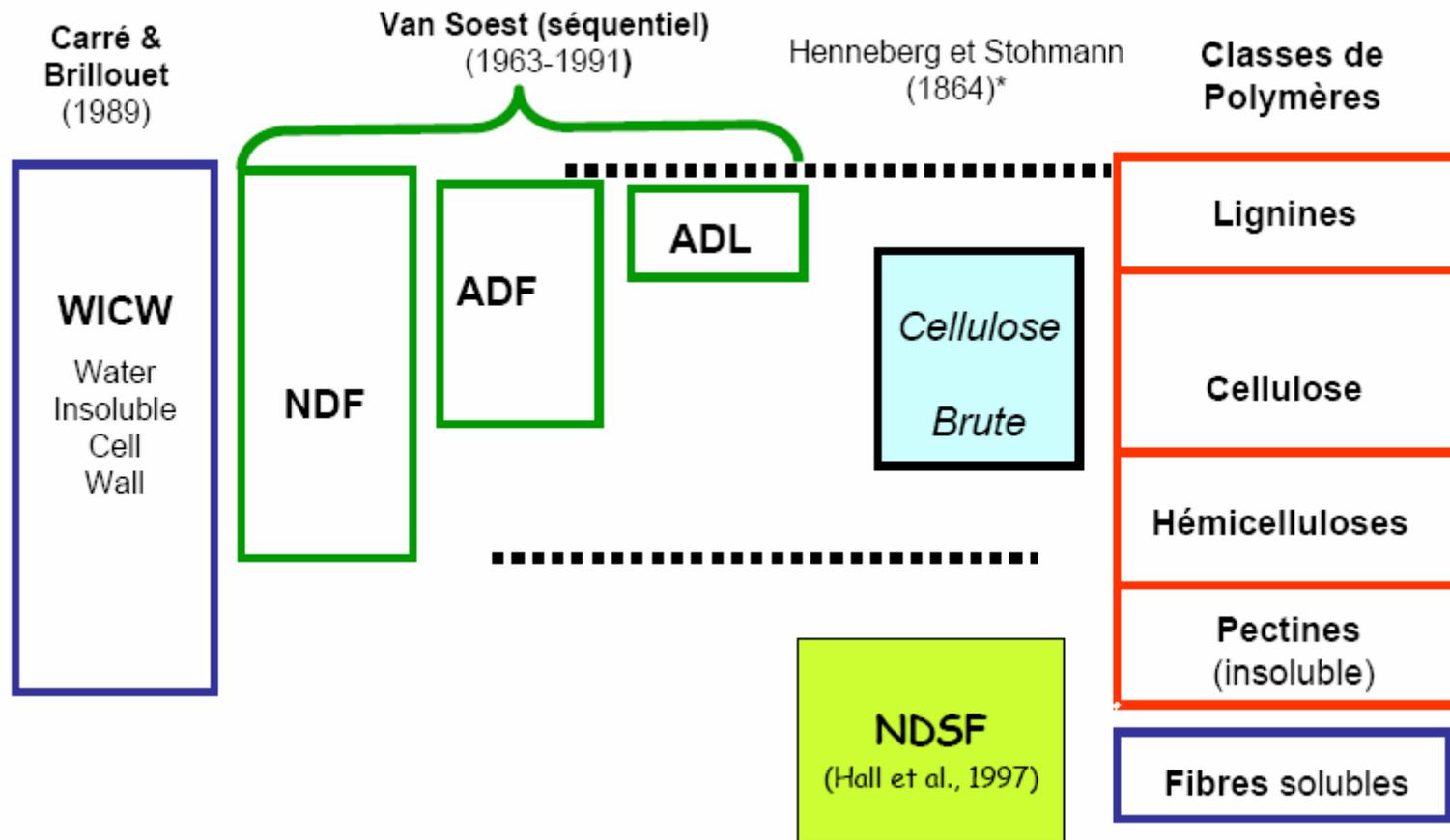
Pectines

Parois
insolubles
dans l'eau

Fibres solubles
Pectines : arabinanes, arabinogalactanes
Hémicelluloses: arabinoxylanes
Béta-glucane (DP>60)

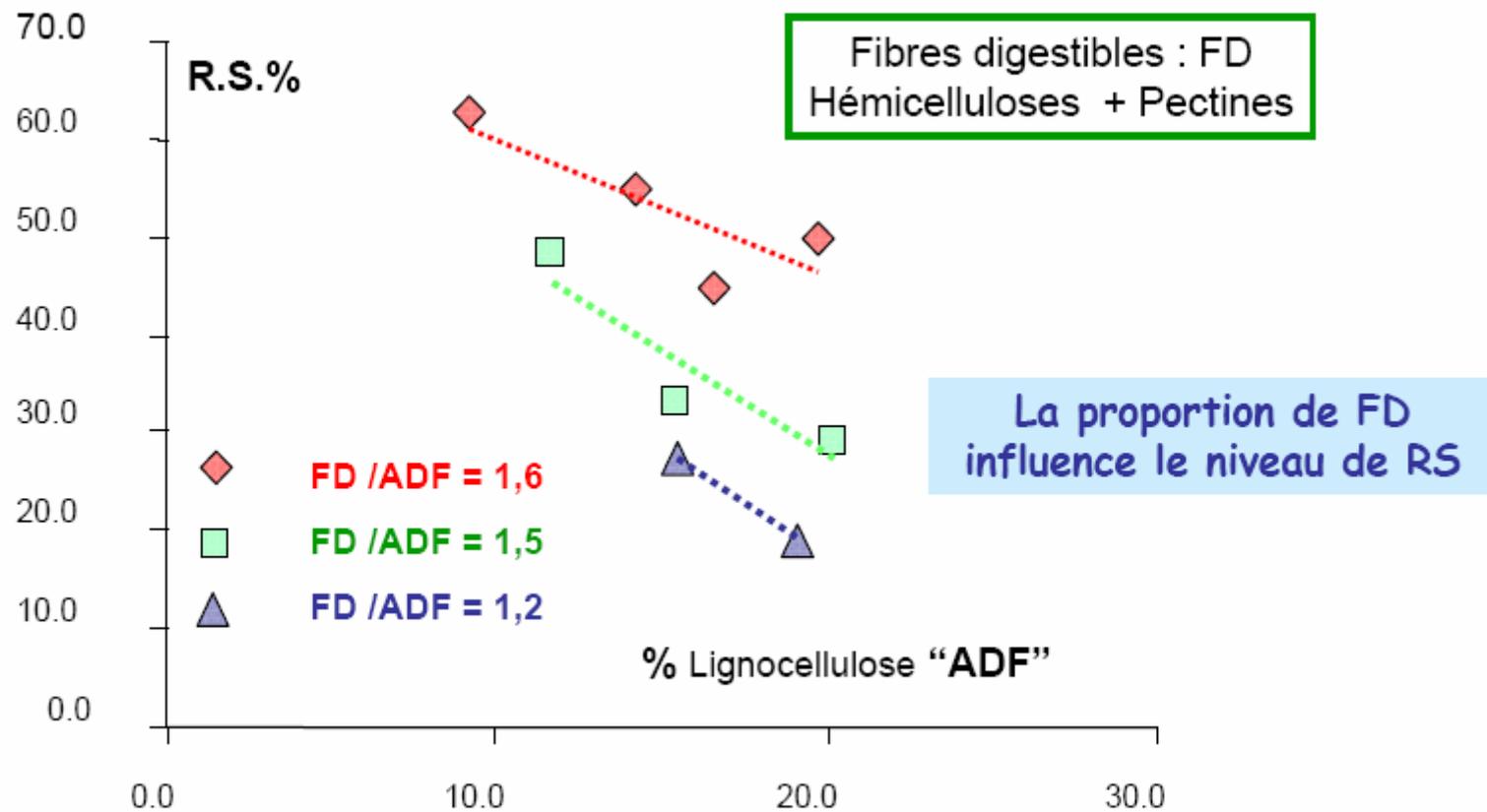
**Parois
solubles
dans l'eau**

**Principales méthodes gravimétriques
pour analyser les fibres en alimentation animale**



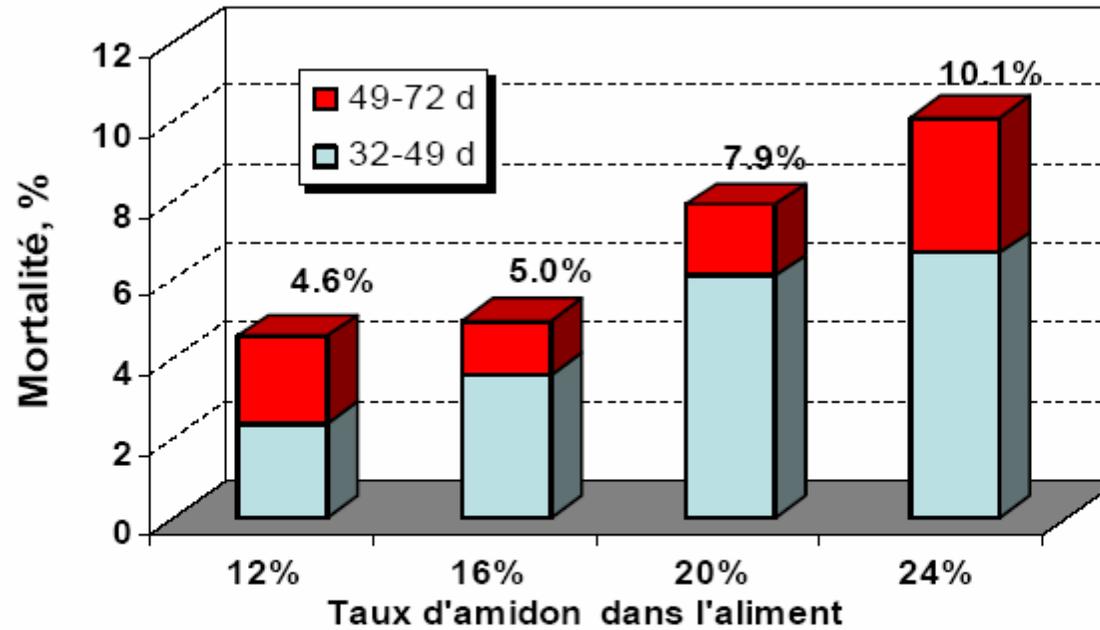
* Cellulose brute: méthode de la station agronomique de Weende.

Importance des apports de fibres digestibles.



R.S. = période 28 et 70j d'âge (+de 40 lapins/régime, un point = un régime)
(Gidenne et Jehl, 1999; Pinheiro et Gidenne, 1999; Gidenne et al., 1998b).

Fibres digestibles vs amidon = ??
 (504 lapins / rég. - 6 sites)



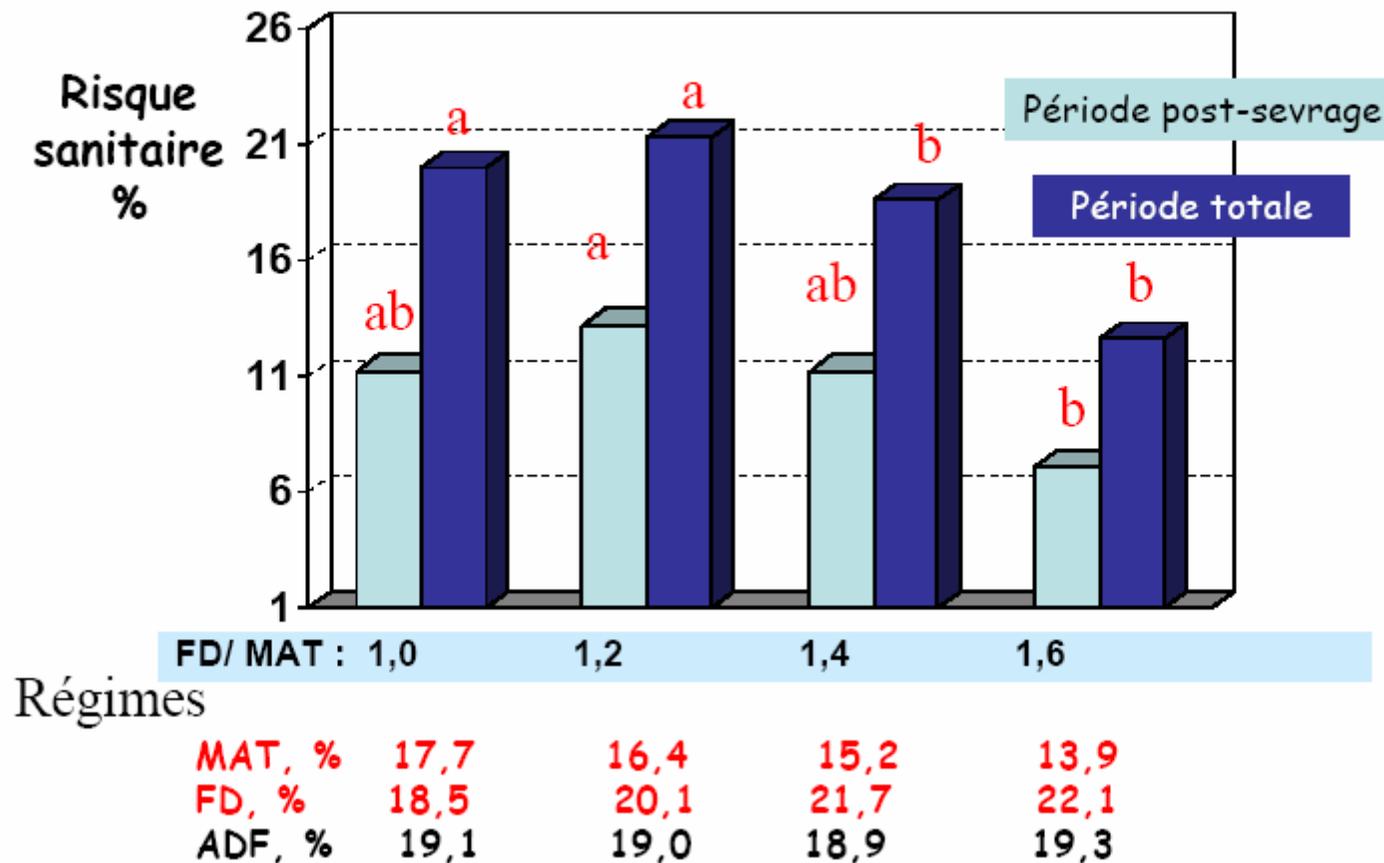
Pectines insol. : 8,9 7,0 5,2 3,3

Ratio HC/P = 75/25

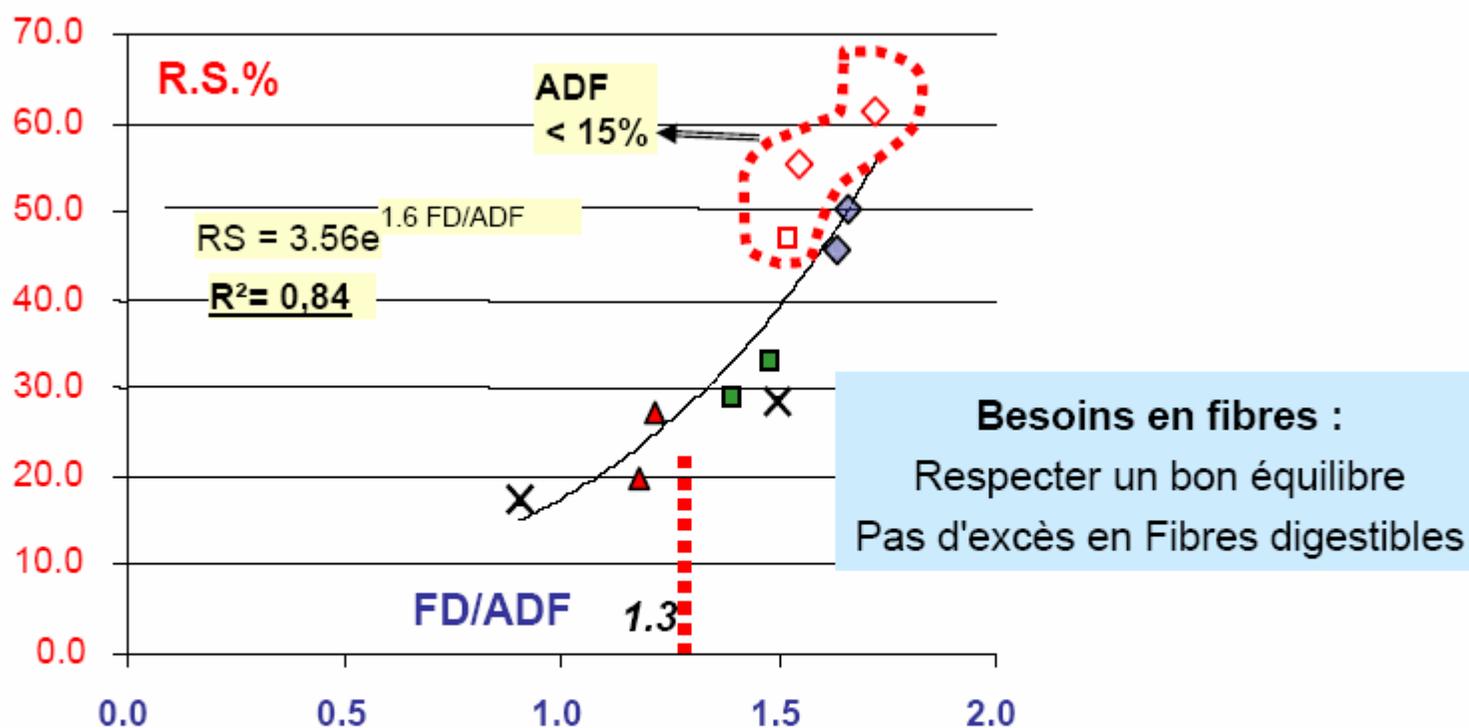
ADF = 18% constant ; ADL= 4.3%

Croissance = 42,5 g/d quelque soit la proportion d'amidon

Autres recommandations : interactions fibres et protéines
importance du ratio FD / MAT



Risque sanitaire "R.S.", et apport respectif de fibres digestibles et de lignocellulose "FD/ADF".



FD = Hémicelluloses "VS" + Pectines indol. (tables)

R.S. mesuré entre 28 et 70j d'âge sur au moins 40 lapins/régime;
(un point = un régime)
(Gidenne et Jehl, 1999; Pinheiro et Gidenne, 1999; Gidenne et al., 1998b).