

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Magister
Option : Zootechnie
Thème

**Effet du rythme reproduction sur
les performances zootechniques et les paramètres
sanguins de la lapine de population locale**
Oryctolagus cuniculus

Présenté par :
D^r MOUMEN Souad épouse GHORAB

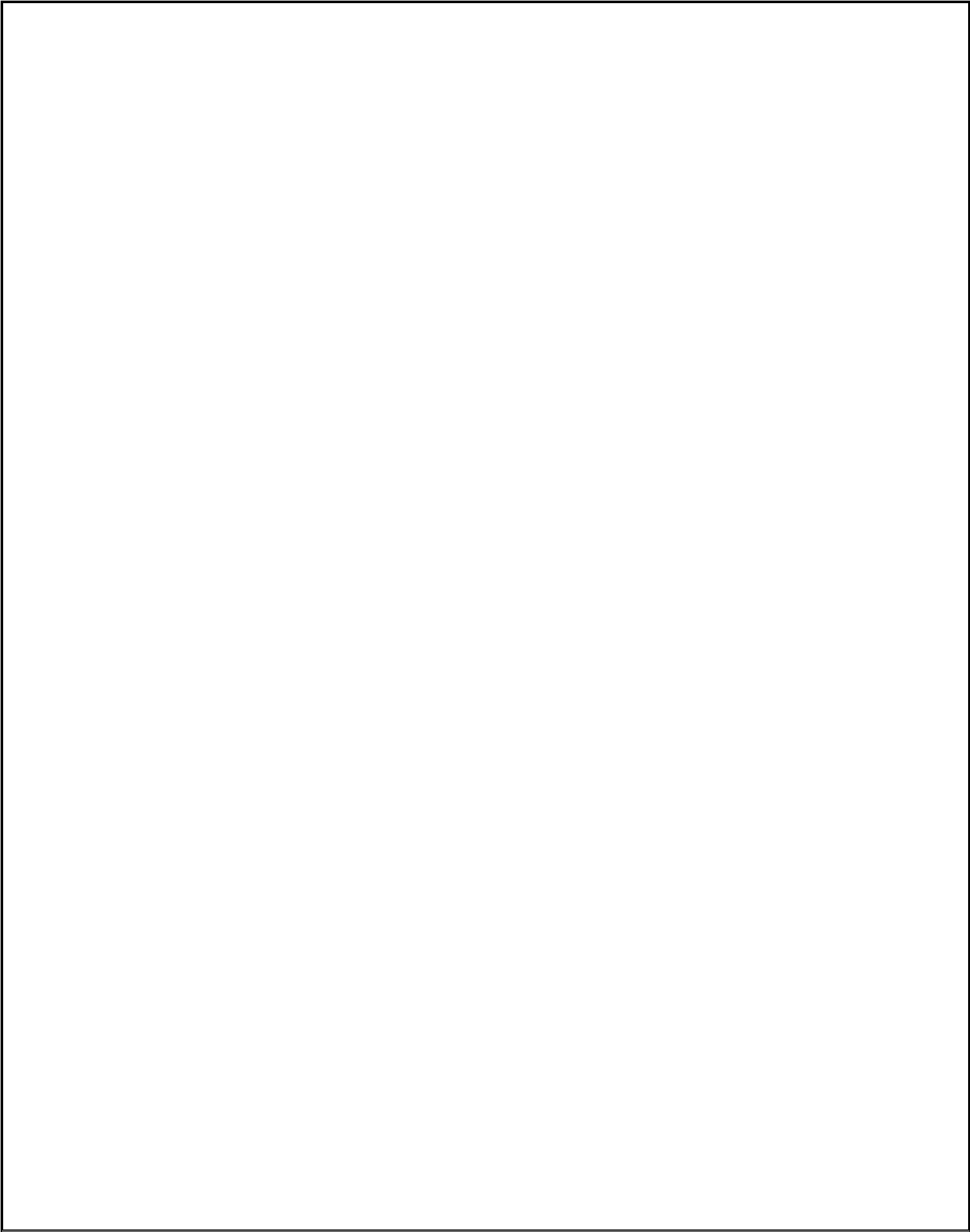


Soutenu le 26/11/2006 devant le jury composé de :

Présidente
Directrice de thèse
Examinatrice
Examinatrice
Examinatrice

M^{me} MOHAMMEDI K.
M^{elle} AIN BAZIZ H.
M^{me} DAHMANI Y.
M^{me} TEMIM S.
M^{elle} ILES I.

Maître de Conférences (USTHB)
Maître de Conférences (ENV, Alger)
Professeur (USTHB)
Maître de Conférences (ENV, Alger)
Chargée de cours (ENV, Alger)



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

*Mes parents, qu'ils puissent trouver ici un modeste
témoignage de tout l'amour que j'ai pour eux.*

*Mon mari, personne ne sait aussi bien que toi
m'écouter, me comprendre, et me donner
confiance. . . merci d'être là. . . si proche de moi.*

*Mes enfants, Ayoub, Lina et Zeineb
Mes frères et sœurs pour leur soutien et leur
affection, merci*

Remerciements

A l'issue de ce mémoire, qu'il me soit permis d'exprimer ma vive gratitude à ma promotrice M^{elle} AinBaziz Hacina, Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire, pour avoir assuré mon encadrement et l'orientation de mon travail.

Je tiens également à remercier vivement les membres du jury :

M^{me} MOHAMMEDI K., Maître de Conférences (USTHB) de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury.

M^{me} DAHMANI Y., Professeur (USTHB), M^{me} TEMIM S., Maître de Conférences (ENV, Alger) et M^{elle} ILES I., Chargée de cours (ENV, Alger) pour avoir accepté d'examiner mes travaux.

Mes remerciements s'adressent également aux enseignants qui ont assuré ma formation en post-graduation.

Je remercie vivement Mr Mefti, le responsable du service de la recherche bibliographique à l'Université de Blida, pour m'avoir permis de réaliser ma bibliographie.

Ma gratitude et ma reconnaissance vont également aux responsables du service cunicole et de la station des monogastriques de l'ITELV pour leur aide.

Je ne saurai oublier de remercier les techniciens : Rafik, Soufiane et Fayçal (ITELV).

Je remercie vivement Mr Zouambi, le responsable du laboratoire de biochimie et M^{me} Djellout l'assistante en Biochimie pour leur aide et leurs conseils.

Je tiens à remercier vivement les bibliothécaires : Meriem, Samia et Nachida ainsi que les secrétaires Farouja, Assia et Samia.

Enfin, que toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse, trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Résumé :

La lapine peut être fécondée aussitôt après la parturition et conduire une gestation et une lactation simultanément.

Cette étude a été réalisée afin de déterminer les effets du rythme de reproduction sur les performances zootechniques, la production laitière, la qualité du lait, la composition corporelle des lapereaux nouveaux nés et le profil métabolique des mères.

Dans ce but, vingt lapines nullipares de population locale (*Oryctolagus Cuniculus*) sont réparties en deux lots intensif (I) et semi intensif (S) avec des saillies 2, 10 jours après la mise bas.

Les femelles des deux lots reçoivent le même aliment granulé. Des prélèvements sanguins et de lait sont effectués chaque semaine pour voir le profil métabolique et la qualité de lait chez les lapines des deux lots.

A la naissance, un lapereau est prélevé de chaque portée, sacrifié par dislocation cervicale et analysé pour la teneur en eau, les cendres, les protéines et la matière grasse.

Le poids des femelles à la saillie dans les deux lots I et S est de 3053.9 ± 92 g et 3188.4 ± 90 g et à la mise-bas de 2839.3 ± 90.8 g et 2903.3 ± 59 g respectivement.

La prolificité à la naissance enregistrée est de 4.30 ± 3.37 g (lot I) et 7.40 ± 2.37 (lot S) avec un poids de portée de 276 ± 117.87 g et 356.51 ± 65 g.

La taille de portée au sevrage est de 3.60 ± 2.17 g et 6.50 ± 2.22 g avec un poids individuel de 394.53 ± 81 g et 408 ± 121 g pour les lots I et S.

Durant la période d'essai, les lapereaux ont consommés 638.01 ± 85 g et 582.99 ± 177 de lait et 12.66 ± 2.86 g/lapereau et 13.73 ± 1.90 g/ lapereau dans les lots I et S respectivement.

La production laitière des femelles des deux lots (I et S) est estimée à 2209.50 ± 1175 g et 3130 ± 775 g avec une consommation d'aliment granulé de 356.72 ± 14.81 g et 357.29 ± 10.43 g.

L'analyse de lait a donné 27.18 et 28.96% de MS, 6.56 et 6.48 % de MM, 192.5 et 133 g/kg MG dans les lots I et S respectivement.

L'analyse corporelle des lapereaux nouveaux nés des lots I et S donné 20.5 et 22.01% MS% 89.4, 89.44% MO, 10.6 et 10.63% MM.

L'influence du rythme de reproduction sur la concentration des différents métabolites sanguins (glucose, protéines totales, lipides totaux, triglycérides, cholestérol, urée, créatinine) n'était pas importante.

Les résultats discutés à travers cette étude montrent des différences descriptives entre les performances des deux groupes sauf pour la production laitière du lot S (différence hautement significative à $p < 0.05$).

Mots clés : Rythme de reproduction, performances zootechniques, lactation, composition corporelle, profil métabolique.

Effect of the rhythm of reproduction on zootechnical performances and blood parameters of local rabbit doe *Oryctolagus cuniculus*.

Abstract:

The rabbit does can be mated shortly after parturition and sustain concurrent pregnancy and lactation.

This study has been realized in order to assess the effects of reproductive rhythm on zootechnical performances, milk quality, body composition of new born rabbit and metabolic profile of mothers.

For this purpose, twenty nulliparous females of local population (*Oryctolagus Cuniculus*) were divided in tow groups mated 2 or 10 days after parturition.

The females of the tow (intensif (I) and semi intensif (S)) groups received the same diet.

A blood and milk sampling were taken weekly to see the metabolic profile and the quality of milk at the she rabbits of the tow groups.

At birth, a new born rabbit is taken out from each litter then weighted and sacrificed by cervical dislocation and analysed for the water, ash, proteins and fats.

At mating, the females weighted $3053.9 \pm 92\text{g}$; $3188.4 \pm 90\text{g}$ and at kindling their body weight was $2839.3 \pm 90.8\text{g}$; $2903.3 \pm 59\text{g}$ in the tow groups (I) and (S) respectively.

Litter size at birth was $4.30 \pm 3.37\text{g}$ and 7.40 ± 2.37 ; litter weight was $276 \pm 117.87\text{g}$; $356.51 \pm 65\text{g}$ in (I) and (S).

Litter size at weaning was $3.60 \pm 2.17\text{g}$; $6.50 \pm 2.22\text{g}$ with an individual weight of $394.53 \pm 81\text{g}$; $408 \pm 121\text{g}$ in (I) and (S).

During the traits the milk intake of young rabbits was $638.01 \pm 85\text{g}$; $582.99 \pm 177\text{g}$ and feed intake was 12.66 ± 2.86 ; $13.73 \pm 1.90\text{g}$ / rabbit in (I) and (S). Milk yield and feed intake of females of the tow groups (I and S) were $2209.50 \pm 1175\text{g}$; $3130 \pm 775\text{g}$ and $356.72 \pm 14.81\text{g}$; $357.29 \pm 10.43\text{g}$.

The results of milk's analysis were 27.18 and 28.96% dry matter, 6.56 and 6.48 % ash, 192.5 and 133 g/kg fat in (I) and (S) respectively.

The results of corporal analysis of new born rabbit were 20.5 and 22.01% DM; 89.4 and 89.44% OM; 10.6 and 10.63% ash in (I) and (S) respectively.

The influence of the rhythm of reproduction on female's profile metabolic was not important.

Indeed, the results discussed through the study showed a descriptive difference between groups performances except milk yield witch was highest in group (S) at $p < 0.05$.

Keywords: Reproductive rhythm, zootechnical performance, lactation, body composition, metabolic profile.

اثر نسق التناسل على المردودية الحيوانية لأنثى الارنب من السلالة المحلية

ملخص

يمكن لا أنثى الأرنب أن تخصب مباشرة بعد الوضع فتكون بذلك في حالة حمل ورضاعة في زمن واحد. هذه الدراسة أجريت لتبيين اثر نسق التناسل علي مرد ودية أنثى الأرنب كمية الحليب التركيبية الجسدية لصغارها و منحي عمليات الايض.

لهذا الهدف 20 أنثى من سلالة محلية وزعت علي مجموعتين خصبت يومين (نسق مكثف) و عشرة أيام بعد الولادة (نسق نصف مكثف) علي التوالي. إناث المجموعتين تلقت نفس الغذاء (علي شكل حبيبات). عينات من الدم والحليب أخذت أسبوعيا لرؤية منحي الايض ونوعية الحليب لدي إناث المجموعتين. عند الولادة صغير واحد من نتاج كل أنثى اخذ وقتل بتفريق فقرات الرقبة حفظ ليحلل لاحقا. في الواقع هذه النتائج المناقشة من خلال هذه الدراسة تظهر اختلافات وصفية بين المجموعتين ماعدا إنتاج الحليب.

إناث المجموعة (س) نسق نصف مكثف أظهرت مردو دية أفضل من إناث المجموعة (ا) نسق مكثف. في الأخير يمكننا استخلاص أن النسق نصف مكثف هو الأنسب لفيزيولوجية أنثى الأرنب. يبيدانه من الضروري إجراء دراسات أخرى لتأكيد هذه النتائج.

المفتاح

نسق التناسل مردو دية حيوانية رضاعة تركيبية جسدية منحي الايض.

Liste des abréviations

ADF : Acid detergent fiber
ADL : Acid detergent lignin
ADN : Acide désoxyribonucléique
AGV : Acides gras volatils
°C : Degré celcius
CV : Coefficient de variation résiduelle
g : Gramme
g/j : Gramme par jour
GMQ : Gain moyen quotidien
H% : Taux d'humidité
IC : Indice de consommation
IA : Insémination artificielle
ITELV : Institut technique des élevages
MG : Matière grasse
MM : Matière minérale
MO : Matière organique
MS : Matière sèche
NDF : Neutral detergent fiber
PL : Production laitière
PV : Poids vif
Sem : Semaine
-SH : Groupe thiol
THI : Temperature Humidity Index
TS : Temps de séjour
UDP : Uridine diphosphoryl galactose-4-épimérase
UTP : Uridine triphosphoryl galactose-4-épimérase

TABLE DES MATIERES

	Page
<u>Introduction</u>	1
<u>Etude bibliographique</u>	
Chapitre 1 : Anatomie et physiologie de la digestion chez le lapin.....	4
I. Anatomie et physiologie de la digestion chez le lapin.....	4
I.1. Caecotrophie et régulation.....	13
I.2. Alimentation	16
I.3. Conduite de l'alimentation	23
I.4. Problèmes liés aux déséquilibres des nutriments et d'énergie	26
II La croissance et la qualité bouchère du lapin	27
II.1. La qualité de la viande de lapin	27
II.2. La composition chimique de la viande de lapin	27
Chapitre 2 : Anatomie et physiologie de la reproduction chez le lapin	33
I. Anatomie et physiologie de la reproduction du mâle.....	34
I.1. Le développement des gonades et la puberté	34
II. Anatomie et physiologie de la reproduction de la femelle	35
II.1. Le développement des gonades, la puberté et la maturité sexuelle.....	37
II.2. Oestrus et absence de cycle œstrien chez la lapine	37
II.3. L'ovulation.....	38
II.4. L'accouplement	39
II.5. La fécondation et la gestation	40
II.6. La mise basse	41
III. les rythmes de reproduction chez la lapine.....	43
III.1. Le rythme intensif	43
III.2. Le rythme semi intensif	43
III.3. Le rythme extensif	43
IV. La lactation.....	44
IV.1. Anatomie de la glande mammaire	45
IV.2. Lactogénèse et synthèse des composés de lait	46
IV.3. Galactopoïèse	49
IV.3.1. Nombre de cellules alvéolaires	49
IV.3.2. Activité métabolique des cellules alvéolaires.....	50

Chapitre 3 : Bilan énergétique et gestion des réserves corporelles de la lapine52

I. Bilan énergétique et état nutritionnel de la lapine	52
I.1. Bilan énergétique	52
I.2. Indicateurs plasmatiques du statut nutritionnel des lapines	53
I.3. Facteurs de variation du bilan énergétique	54
I.3.1. Les facteurs intrinsèques	54
I.3.1.1. La parité	54
I.3.1.2. Le génotype.....	54
I.3.2. Les facteurs extrinsèques.....	55
I.3.2.1 Le rythme de reproduction	55
I.3.2.2. Le stress thermique et ses conséquences	55
II. Interaction entre nutrition et reproduction chez la lapine	56
II.1. Statut nutritionnel, état corporel et aptitude à la reproduction	56
II.2. Déficit énergétique et performance de reproduction chez la lapine .	59
III. Stratégies d'alimentation et d'élevage pour une meilleure maîtrise de la reproduction	60
III.1. Stratégies d'alimentation	60
III.2. Méthodes d'élevage	61

Etude expérimentale

Matériel et méthodes64

1. Lieu et durée de l'expérimentation	64
2. Les animaux	64
3. Le bâtiment d'élevage	64
4. Le matériel d'élevage	64
5. L'alimentation.....	65
6. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment granulé.....	65
7. Conduite de la reproduction.....	66
8. Paramètres zootechniques étudiés	67
8.1. Paramètres zootechniques.....	67

8.2. Paramètres sanguins et composition chimique du lait et du lapereau nouveau né	67
9. Les traitements et contrôles	68
10. Dosages biochimiques des métabolites sanguins	68
11. Analyse chimique de lait	70
12. Analyse corporelle des lapereaux nouveaux nés	72
13. Analyses statistiques	72

Résultats74

1. Présentation du cheptel	74
2. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques	74
2.1. Performances de la lapine	74
2.2. La production de lait totale.....	75
2.3. Consommation alimentaire des femelles	77
2.4. Les performances zootechniques des lapereaux	78
2.5. Composition corporelle moyenne des lapereaux nouveaux nés.....	81
2.6. Taux de mortalité naissance-sevrage	82
3. Effet du rythme de reproduction sur le profil métabolique des femelles.....	82
3.1. Métabolites énergétiques	82
3.2. Protéines totales	84
3.3. Créatinine et urée	85

Discussion86

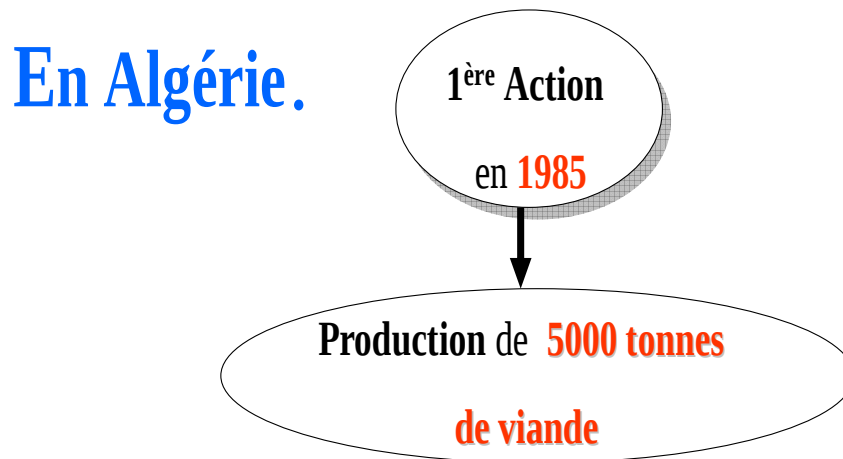
I. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques des femelles	86
I.1. Poids des femelles à la saillie et à la mise bas	86
I.2. Taille de portée à la naissance	87
I.3. Consommation d'aliment des femelles	87
II. Effet du rythme de reproduction sur la production laitière et de la composition chimique du lait	88
III. Rythme de reproduction et croissance des lapereaux	91
III.1. Mortinatalité et mortalité naissance-sevrage	91
III.2. La croissance pondérale	91
III.2.1. Poids individuel du lapereau et poids de portée à la naissance (MB2).....	91
III.2.2. Croissance des lapereaux	92
III.3. Ingestion individuelle et consommation d'aliment	93
III.4. Composition corporelle moyenne des lapereaux nouveaux nés	95

IV. Effet du rythme de reproduction sur le profil métabolique des femelles	96
IV.1. Métabolites énergétiques	96
IV.2. Protéines totales	98
IV.3. Créatinine et urée	99
Conclusion	100
Références bibliographiques	101
Annexes	113

INTRODUCTION

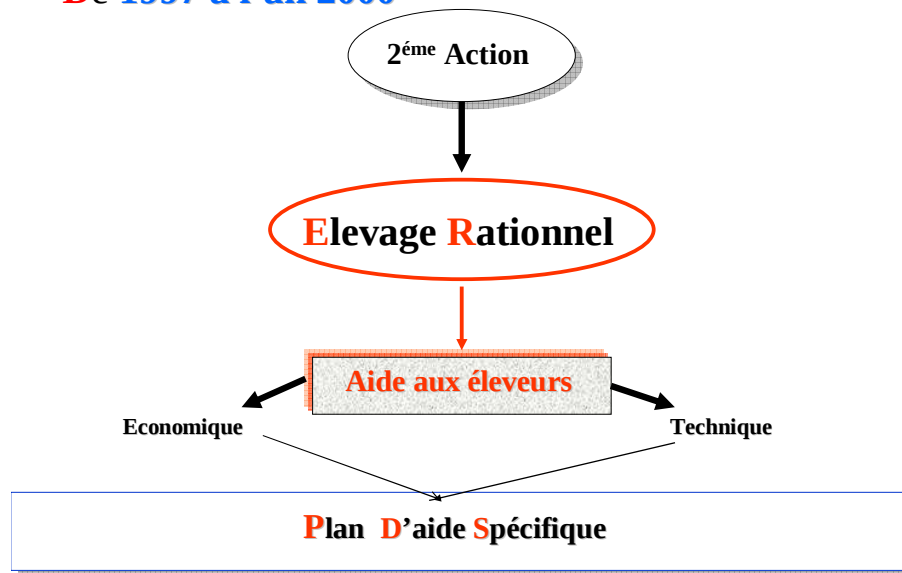
A l'instar des pays en voie de développement, l'Algérie accuse un déficit préoccupant en protéines animales et cela malgré de nombreux programmes de développement de productions animales tel que l'intensification de l'aviculture qui n'a pas permis d'atteindre les objectifs arrêtés à cause de la dépendance de l'étranger en facteurs de production en particulier le matériel biologique et l'aliment.

Ainsi que les faibles performances d'une production extensive du bétail local et les performances insuffisantes du cheptel importé ont conduit les pouvoirs publics à s'intéresser à la promotion de l'élevage cunicole depuis 1985.



1. **F**ragilité du cheptel importé (hybrides).
2. **D**éficiences de l'aliment en cellulose.
3. **A**bsence de technicité des éleveurs.
4. **A**bsence de couverture sanitaire spécifique au lapin.

De 1997 à l'an 2000



Donc, la promotion de l'élevage du lapin se trouve essentiellement justifié par :

- La grande prolificité du lapin.
- La valeur diététique que possède la viande de lapin.
- Le développement de l'élevage cunicole en Algérie peut bénéficier du grand essor de la recherche cunicole dans les pays Européens du bassin méditerranéen.
- La flexibilité de l'élevage cunicole, c'est-à-dire qu'il est adaptable aux possibilités de l'éleveur.

L'élevage cunicole peut être conduit en trois systèmes :

1. Système extensif : il s'agit de la saillie de la femelle après sevrage des lapereaux. Il est abandonné à cause de la faible productivité numérique des femelles.
2. Système intensif : l'élevage intensif du lapin est caractérisé par une fonte importante du cheptel entraînant un taux de renouvellement des reproductrices de l'ordre de 120%.
3. Système semi intensif : (Saillie 10 à 12 jours après la mise bas) dans ce dernier comme dans le précédent, la femelle n'est jamais en repos, elle n'a aucune possibilité de reconstituer ses réserves (Bolet, 1998).

Les populations locales Algériennes présentent des caractéristiques importantes du point de vue de leur adaptation aux conditions alimentaires et climatiques Algériennes (résistance avérée à certaines maladies et à la chaleur).

Ces populations présentent toutefois une variabilité phénotypique résultante des croisements intempestifs et parfois volontaristes (recherches des caractères de performance) avec des races étrangères introduites en Algérie au cours des années 70 (Blanc Neo Zélandais, Burgundy fawn, Géant des Flandres, Californien).

Les travaux menés au sein de l'ITELV et de l'Université de Tizi Ouzou ont permis de cerner les résultats notamment en matière de viabilité et de reproduction des populations cunicole locales.

En théorie, une lapine peut donc faire près de 12 mise bas par an. En pratique, le mode de conduite le plus fréquent est la saillie 10 à 12 jours après la mise bas, avec donc un intervalle théorique entre mise bas de 42 jours (dont la moitié de cette période simultanément en gestation et lactation).

En effet, la diminution de l'intervalle entre mise bas est compensée par la diminution de la taille de portée à la naissance. Par conséquent, les études des interactions entre la gestation et la lactation chez la lapine doivent être suivies.

Une approche plus précise des besoins nutritionnels de la lapine simultanément gravide et allaitante à chaque stade de sa vie productive s'avère plus particulièrement nécessaire pour maîtriser le déficit nutritionnel engendré par la lactation et pallier ses inconvénients.

Ainsi, l'objectif de notre étude est double :

- En premier lieu, il consiste à continuer d'étudier les performances de la population locale entamée antérieurement au sein de l'ITELV depuis 1991.
- En second lieu, déterminer l'effet du rythme de reproduction sur les performances de reproduction, la production laitière, le profil métabolique et la composition corporelle des lapereaux nouveaux nés.

Au préalable, il sera présenté dans la première partie de ce mémoire une synthèse bibliographique axée essentiellement sur les particularités physiologique du lapin, le bilan énergétique et la gestion des réserves corporelles de la lapine.

Chapitre 1 : Anatomie et physiologie de la digestion chez le lapin

L'appareil digestif du lapin est caractérisé par l'importance relative du caecum et du colon comparé à d'autres espèces. Par conséquent, l'activité microbienne du caecum est d'une grande importance pour la digestion et l'utilisation des nutriments.

En plus, la caecotrophie, le comportement d'ingestion de crottes molles d'origine caecale, rend la digestion microbienne au niveau caecal plus importante pour l'utilisation complète des nutriments par le lapin.

Le lapin a développé une stratégie d'ingestion (65-80 g/kg de poids corporel) et un transit digestif rapide pour faire face à ses besoins nutritionnels (Carabaño, 1998).

I. Anatomie et physiologie de la digestion chez le lapin:

Cet appareil assure la préhension des aliments et de l'eau, leur digestion, l'absorption des nutriments et enfin le rejet des déchets sous forme de crottes et des déchets du métabolisme protidique (urée).

Il est donc formé du tube digestif (Figure1) constitué de différentes parties et des glandes annexes (foie, pancréas) (Boucher et Nouaille, 2002).

Chez un lapin adulte (4-4,5Kg) le tube digestif a une longueur d'environ 4,5-5 mètres (Lebas, 2002).

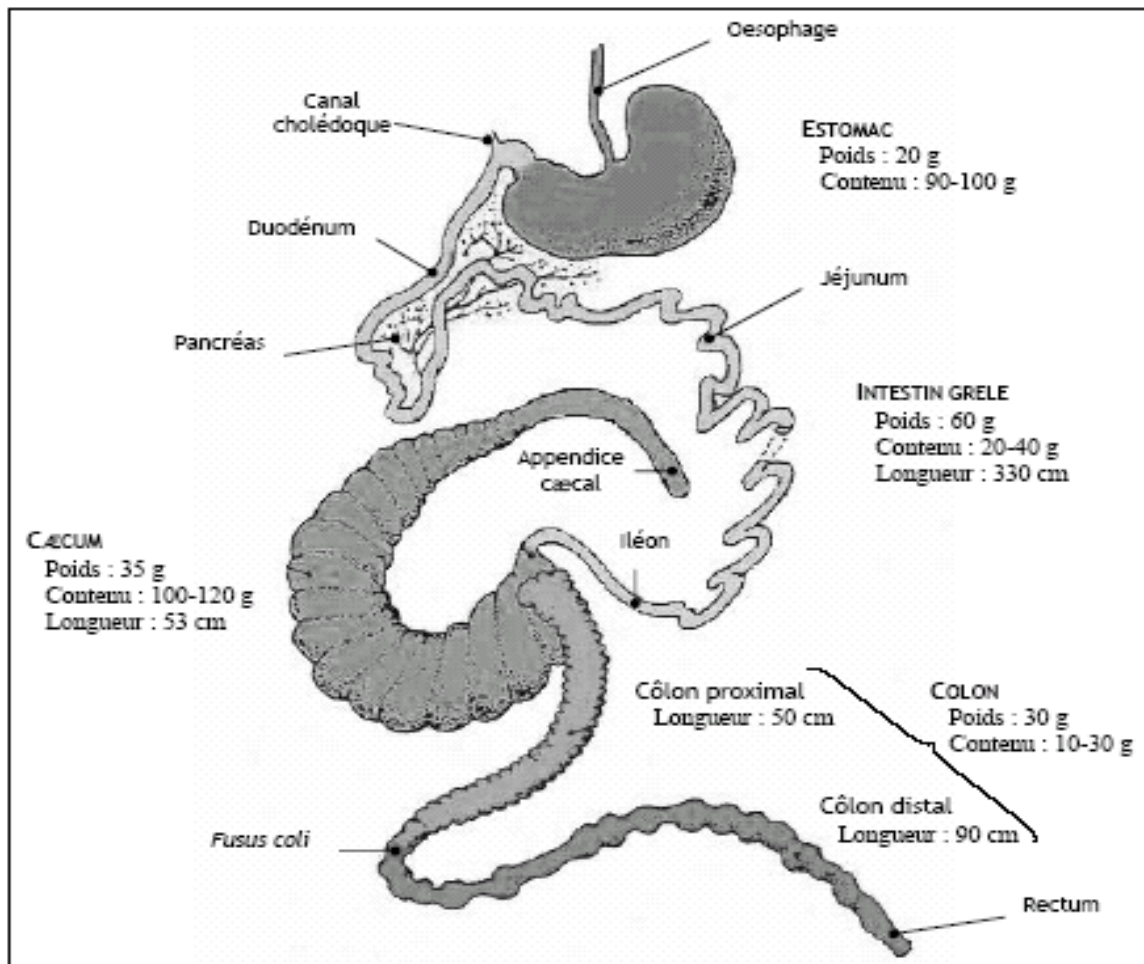


Figure 1 : Le tube digestif du lapin

(Mesures réalisées sur des lapins Néo-Zélandais de 12 semaines; D'après Lebas et *al.*, 1996).

I.1. La bouche :

Elle comprend la langue qui a pour rôle de faire avancer les aliments vers le pharynx (Boucher et Nouaille, 2002).

La denture est celle d'un rongeur : 2/2 incisives, 0/0 canines, 5/6 molaires. Les dents sont à croissance continue, leur rôle masticateur est très modéré (Figure 2).

Les glandes salivaires (parotides, mandibulaires, sublinguales et zygomatiques) produisent une salive contenant une faible quantité d'amylase (Lebas, 2002).

Après mastication et insalivation, les aliments arrivent rapidement dans l'estomac.

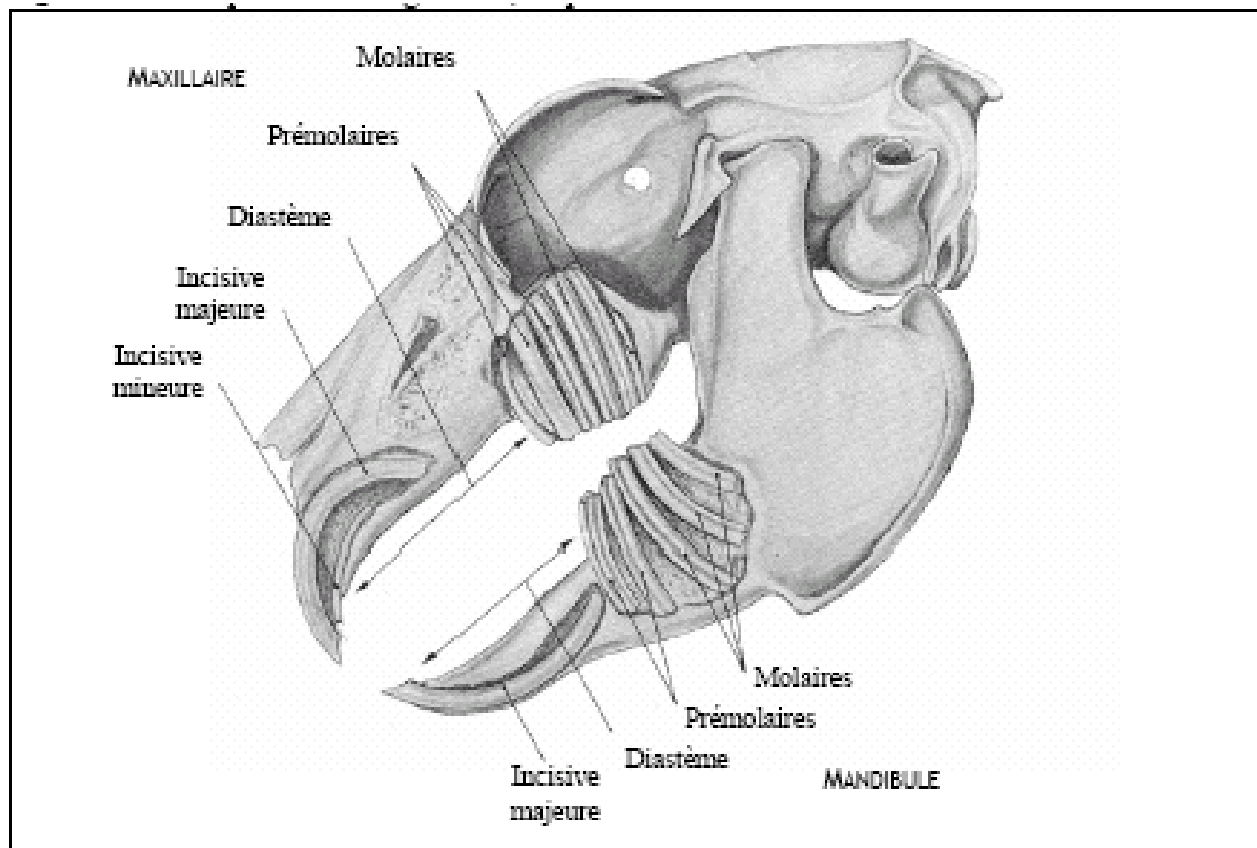


Figure 2 : Dents permanentes gauches (Barone et *al.*, 1973)

I.2.Oesophage :

L'œsophage faisant suite au pharynx est placé entre la trachée et la colonne vertébrale, il ne permet de mouvements du bol alimentaire que dans la direction de l'estomac.

I.3.Estomac :

L'estomac a la forme d'une poche allongée au revêtement muqueux, auquel arrive l'œsophage par le cardia. La partie aveugle de l'estomac correspond au fundus et la zone opposée est l'antrum qui se termine par le pylore. Ce dernier est muni d'un sphincter puissant qui régule les sorties d'aliments en direction de l'intestin grêle (Figure 3).

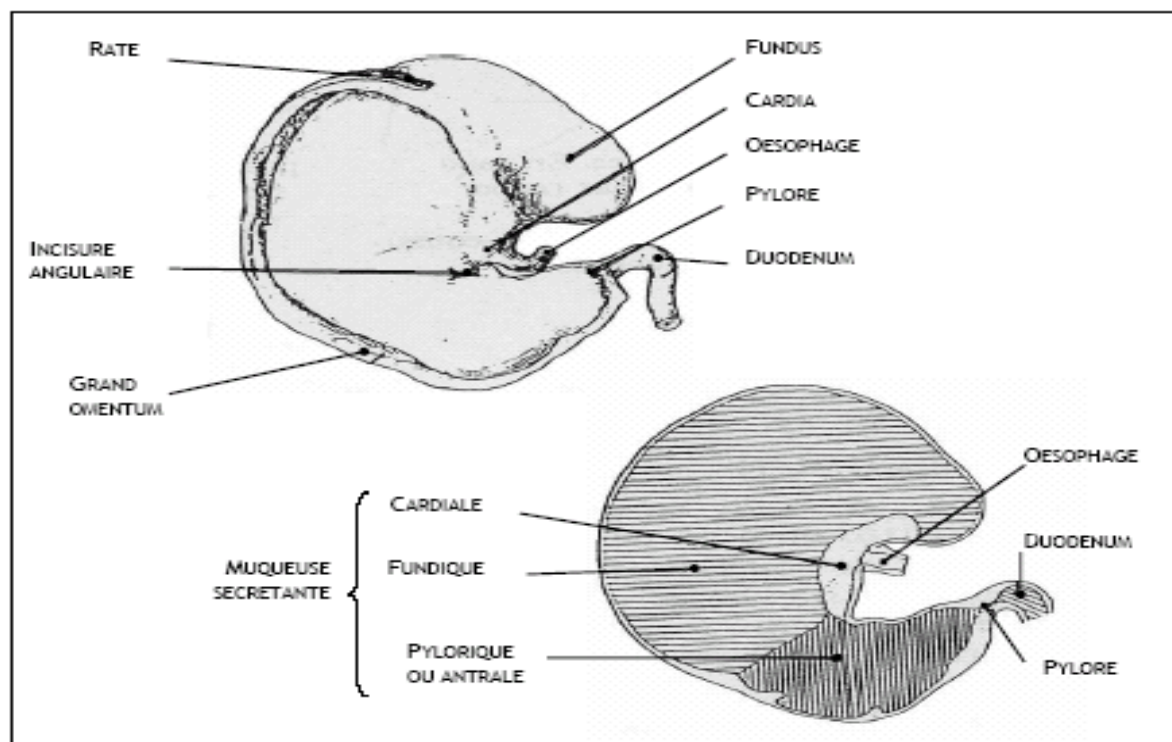


Figure 3 : Face viscérale et muqueuse gastrique de l'estomac du lapin (Barone, 1984).

La paroi stomacale sécrète principalement de l'acide chlorhydrique, de la pepsine et des minéraux (Ca, K, Mg et Na).

Le contenu de l'estomac représente 90-120gr de matière fraîche chez un lapin de 9 semaines, sa teneur en matière sèche varie entre 16 et 21% (Lebas, 2002).

Le développement enzymatique nécessaire à la digestion des aliments dépend de deux facteurs, facteurs ontogéniques et des facteurs nutritionnels (Debray, 2002).

Le bol alimentaire dégluti s'accumule dans l'estomac, y séjourne pour transformation mécanique et chimique en chyme gastrique. L'estomac produit un suc gastrique comprenant différents types de sécrétions : de l'acide chlorhydrique participant à l'acidification du milieu, du mucus (glycoprotéines) constituant une couche protectrice de l'épithélium contre les attaques acides, et des enzymes.

Chez le très jeune lapereau (1^{ère} semaine) la paroi stomacale sécrète une autre peptidase, la rénine ou chymosine (pH optimum vers 3.4 -3.8).

A partir de 21 jours, le pH optimum de la pepsine s'abaisse aux environs de 1,2 -1,8 tandis que la rénine n'est plus décelable chez le lapin de 45 ou 60 jours (Angelos et Srivastava, 1977). Pendant la période d'allaitement la rénine est responsable de la coagulation du lait dans l'estomac du lapereau par rupture de la chaîne de

Kappa-caseine. La sécrétion de pepsine ne devient quantitativement importante qu'à partir de l'âge de 30 jours environ.

A l'inverse la lipase gastrique est sécrétée par une petite zone de la paroi stomacale autour du cardia, sa production est maximale chez le lapereau de 30 jours, puis elle décroît rapidement entre 30 et 60 jours puis jusqu'à 180 jours, elle n'est plus mesurable chez l'adulte (Bernadac, 1991 cité par Lebas, 2002) (Figure 3).

La digestion des protéines débute dans l'estomac sous l'action de la pepsine. Sa sécrétion se répartit de manière assez homogène dans l'estomac, sauf dans l'antrum où elle est relativement faible (DeNigris et *al.*, 1988). Sécrétée sous forme inactive par les cellules principales ou à zymogène, et appelée pepsinogène, elle est activée par l'acidité gastrique.

Les cellules pariétales sécrètent également le facteur intrinsèque, une glycoprotéine impliquée dans l'absorption de la vitamine B12 (Serfilippi et Donaldson, 1986).

Différents types de contractions assurent le brassage du bol alimentaire avec les sucs gastriques, avant l'évacuation du chyme vers le duodénum. Ainsi, les aliments séjourneraient entre 1,7 et 4 heures dans l'estomac du lapin (Gidenne et Lebas, 1987).

I.4.Intestin grêle :

L'intestin grêle représente une augmentation considérable de la surface d'échange entre le milieu extérieur et le milieu intérieur. Au plan anatomique, il mesure environ 3 mètres de long chez l'adulte, et est replié en anses intestinales. Il est classiquement divisé en 3 parties : le duodénum, le jéjunum et l'iléon.

A la surface de la paroi intestinale, les valvules conniventes, replis circulaires macroscopiques, participent également à l'augmentation de la surface d'échange. Puis, la muqueuse présente d'innombrables petites évaginations de quelques centaines de μm appelées villosités. Au niveau cellulaire, les entérocytes présentent à leur surface apicale une multitude de replis : les microvillosités (Gallois, 2006) (Figure 4).

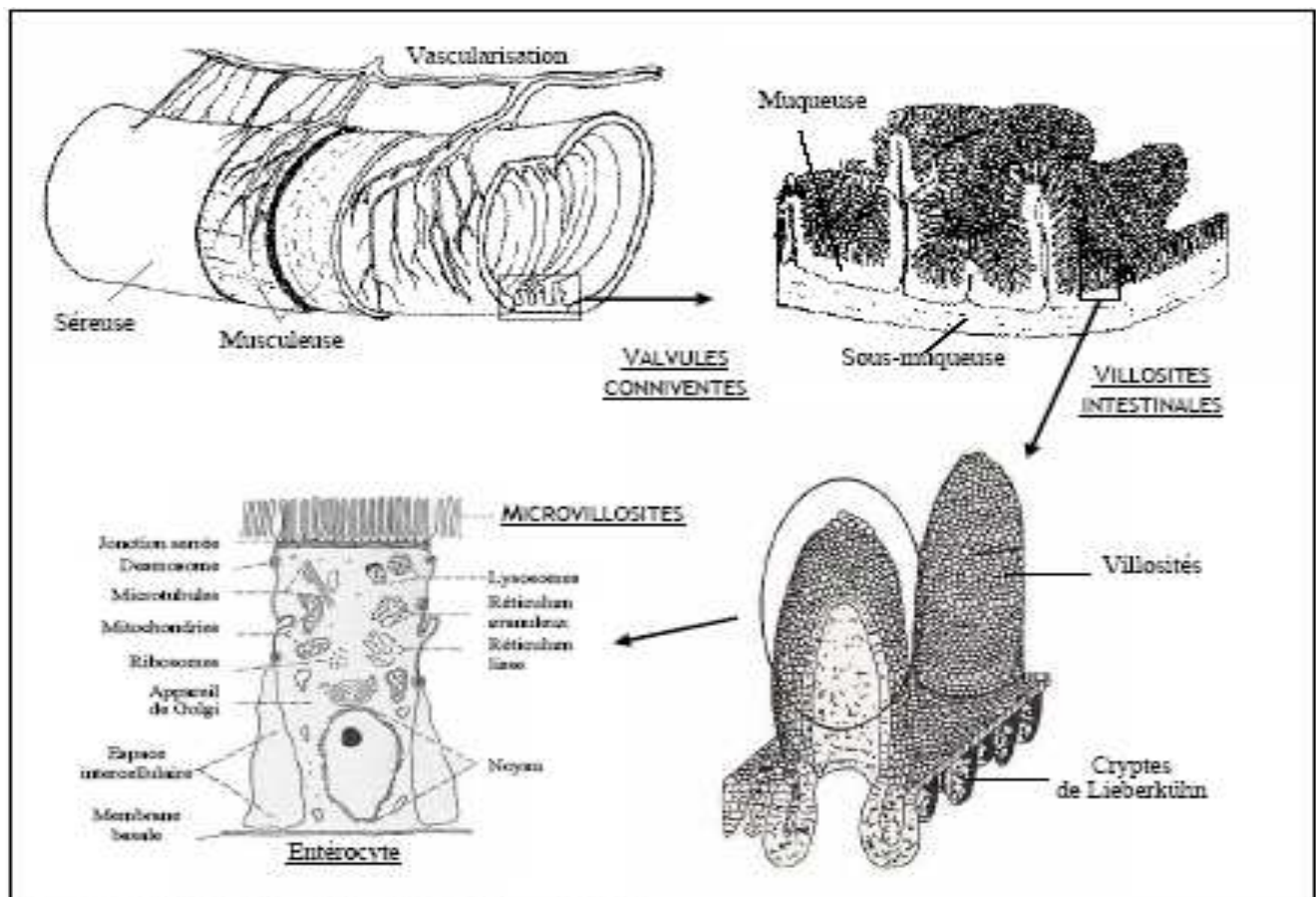


Figure 4 : Systèmes d'amplification de la surface de la muqueuse intestinale
(D'après Cheeke (1987), Madara et Trier (1987), Calas et *al.*, (1997)).

La paroi de l'intestin grêle est divisée en différentes couches. Dans la sous-muqueuse, des glandes exocrines sont observées au niveau duodénal : Les glandes de Brunner, sécrétant une solution contenant des mucines et des bicarbonates participant à la neutralisation du chyme gastrique (Schumacher et *al.*, 2004). La muqueuse est organisée en villosités tournées vers la lumière intestinale, et en cryptes dans la couche profonde (Figures, 5 et 6).

L'hydrolyse des différents composés alimentaires et endogènes se produit à 3 niveaux :

- Au niveau extracellulaire dans la lumière intestinale sous l'action des enzymes pancréatiques.
- Au niveau de la membrane entérocytaire sous l'action des enzymes de la bordure en brosse ;
- Au niveau intracellulaire sous l'action d'enzymes cytoplasmiques ou lysosomiales (Gallois, 2006).

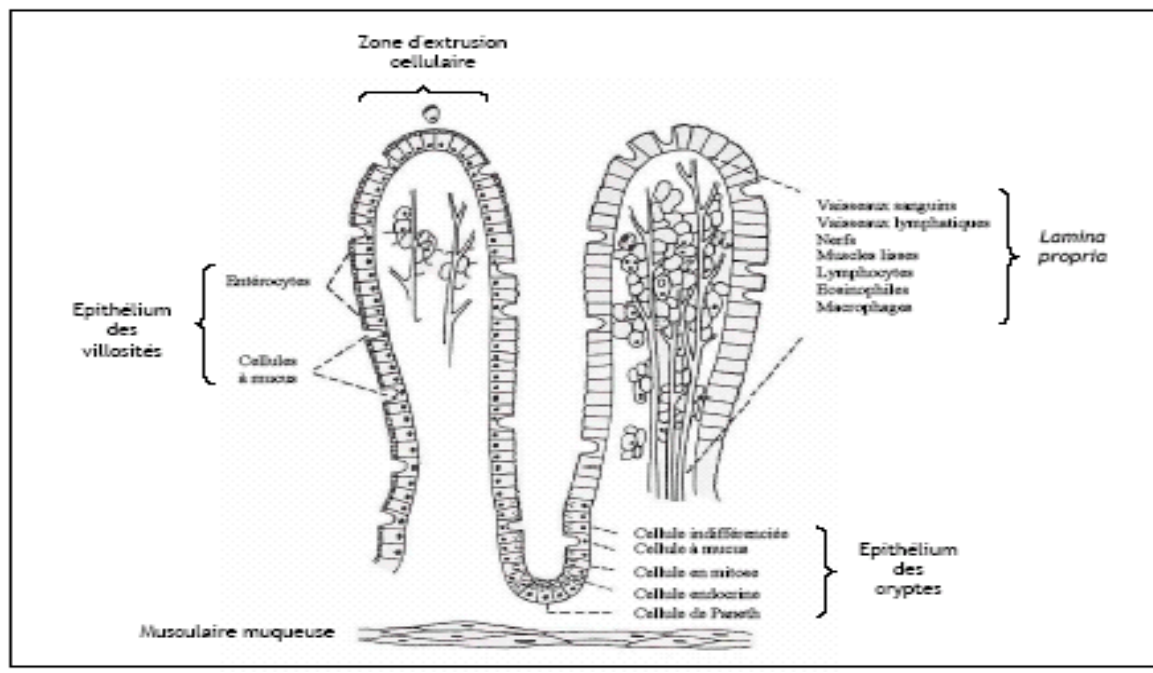


Figure 5 : Schéma de l'organisation histologique des villosités et cryptes intestinales (Madara et Trier, 1987).

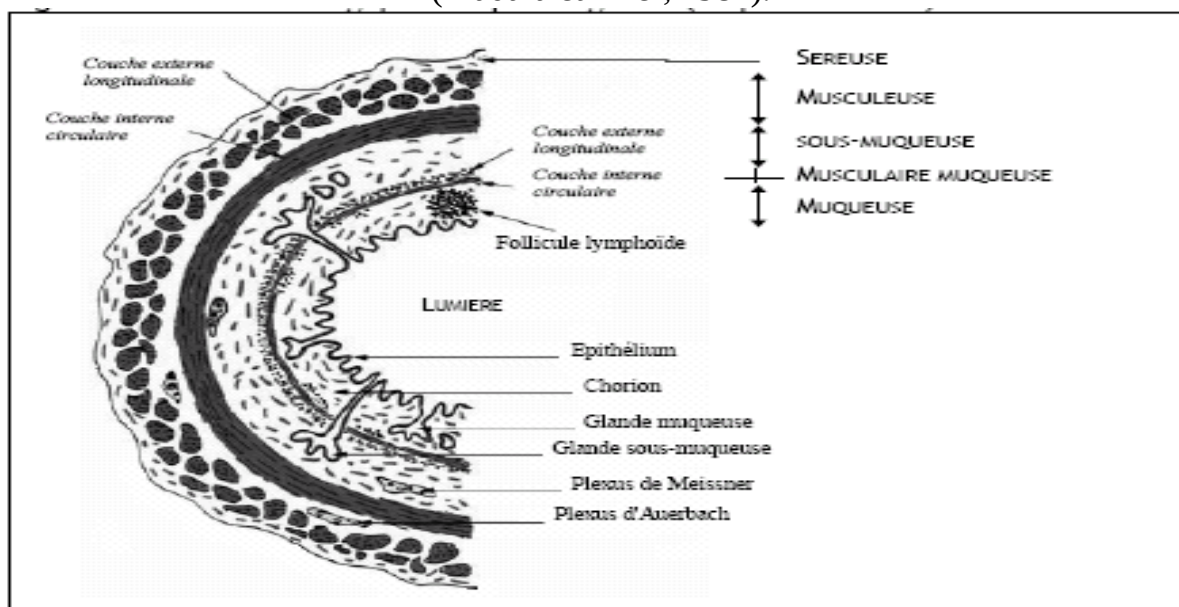


Figure 6 : Structure histologique de la paroi digestive (coupe transversale).

(<http://spiral.univ-lyon1.fr/polycops/HistologieFonctionnelleOrganes/AppareilDigestif/TexteP3.html>).

Au niveau intestinal (un séjour d'environ 1h 30), des protéases d'origine pancréatique et des peptidases localisées dans les entérocytes poursuivent la protéolyse amorcée dans l'estomac, les particules non dégradées entrent dans le caecum (Tableau 1).

Tableau 1 : Sites d'action des différentes enzymes impliquées dans la digestion des protéines et des peptides dans l'intestin grêle (Prudhon et Kin, 1990).

Origine	Nom	Type	Acides aminés impliqués dans la liaison peptidique
Pancréas	Trypsine	Endopeptidase	Arg / Lys / AA basiques
	Chymotrypsine	Endopeptidase	Tyr / Phe / Try
	Elastase	Endopeptidase	Ala / Leu / Gly / Val / Ile
	Carboxypeptidases	Exopeptidase	AA de l'extrémité carboxylique
Bordure en brosse intestinale	Aminopeptidase neutre (N)	Exopeptidase	Ala / Leu / Mét
	Aminopeptidase acide (A)	Exopeptidase	Asp / Glu / Arg / Lys
	Dipeptidyl peptidase IV	Exopeptidase	Pro / Ala
	Aminopeptidase P	Exopeptidase	Pro
	Carboxypeptidase P	Exopeptidase	Pro
	Glutamylaminopeptidase	Exopeptidase	Glu / Asp
Cytoplasme des entérocytes	Di- et tripeptidases		

Arg : arginine, Lys : lysine, AA : acide aminé, Tyr : tyrosine, Phe : phénylalanine, Try : tryptophane, Ala : alanine, Leu : leucine, Gly : glycine, Val : valine, Ile : isoleucine, Mét : méthionine, Asp : aspartate, Glu : glutamate, Pro : proline; D'après Erickson et Kin (1990).

I.5.Caecum :

Le caecum forme un second réservoir qui mesure environ 40 – 45 cm de longueur pour un diamètre de 3 – 4 cm ; il contient 100-120 gr de pâte homogène ayant une teneur en matière sèche de 22% en moyenne et un pH proche de 6 (Figure 7).

Les aliments séjournent de 2 à 12heures, les particules non dégradées subissent l'attaque des bactéries, les éléments dégradés par cette nouvelle attaque sont libérés (AGV principalement) et vont franchir la paroi du tube digestif, puis sont repris par le sang.

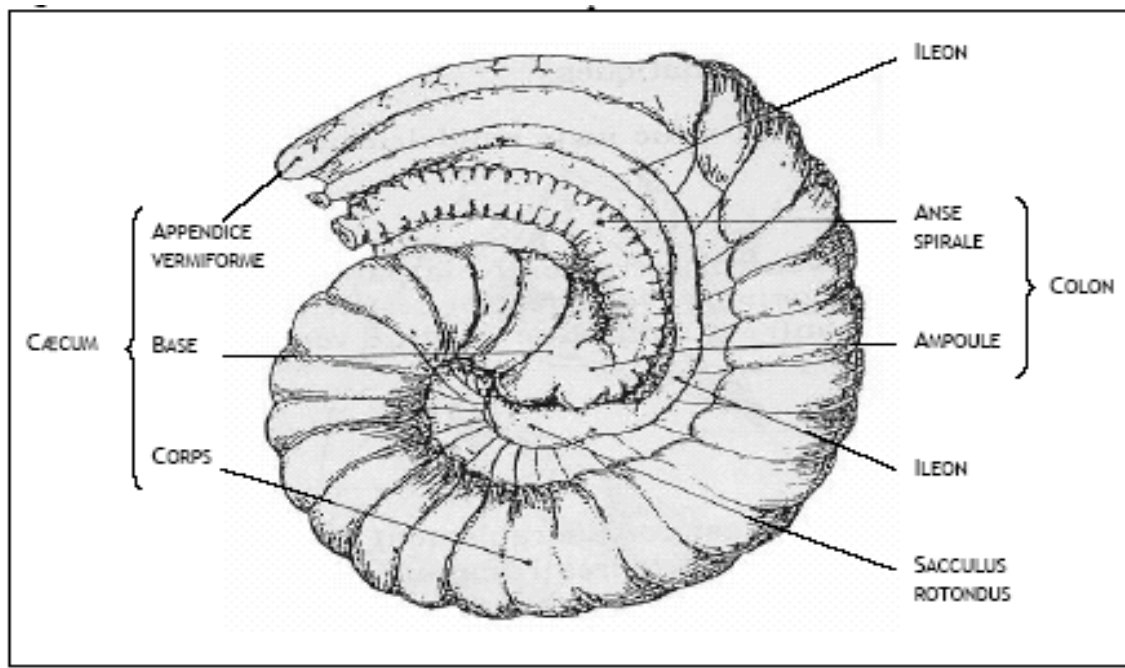


Figure 7 : Conformation externe du cæcum de lapin (D'après Barone et *al.*, 1973).

Chez les jeunes lapins, l'acétogénèse est la principale caractéristique de la fermentation caecale, cette voie serait progressivement et partiellement remplacée par la méthanogénèse lors de l'ingestion des aliments solides (Piattoni et *al.*, 1996). Le contenu du caecum à son tour est évacué vers le colon.

I.6.Colon :

Après le caecum, s'ensuit le colon d'environ 1,5 mètres. Il est d'abord caractérisé par la présence d'haustra (petits renflements en forme de poches) sur environ 50 cm constituant le colon proximal.

Une autre zone portant les seules muscles striés du tube digestif est appelée fucus coli, suivi par le colon distal, dont la paroi devient lisse. La dernière partie est appelée rectum et se termine par l'anus, ce dernier est porteur de glandes anales.

I.7.Les glandes annexes :

Deux importantes glandes déversent leur sécrétion dans l'intestin grêle : **le foie** et **le pancréas**. La bile provenant du foie contient des sels biliaires et de nombreuses substances organiques mais aucune enzyme : c'est une sécrétion qui aide à la digestion sans agir elle-même.

A l'inverse, le suc pancréatique contient une quantité importante d'enzymes digestives permettant la dégradation des protéines (trypsine, chymotrypsine), de l'amidon (amylase) et des graisses (lipase) (Lebas, 2002).

II. Caecotrophie et régulation :

Jusqu'à ce stade, le fonctionnement du tube digestif du lapin n'est pas réellement différent de celui des autres monogastriques. Par contre, l'originalité est située dans le fonctionnement dualiste du colon proximal : il s'agit de **caecotrophie**.

Les caecotrophes ont une composition différente des crottes dures (Proto, 1980). Elles se caractérisent par une faible teneur de matière sèche et un taux de protéines élevé (Tableau 2).

Tableau 2 : Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes

(Proto, 1980)

	Crottes dures		Caecotrophes	
	Moyennes	Extrêmes	Moyennes	Extrêmes
Matière sèche %	53,3	48-66	27,1	18-37
En %de la matière sèche				
Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
Cellulose brute	37,8	22-54	22	14-33
Lipides	2,6	1,3-5,3	2,4	1-4,6
Minéraux	8,9	3-14	10,8	6-18

Valeurs moyennes et dispersion pour 10 aliments expérimentaux incluant des aliments concentrés et des fourrages verts et secs.

La caecotrophie se déroule surtout pendant le jour, alors que la prise alimentaire et l'excrétion des crottes dures se passent la nuit (Bellier et *al.*, 1995).

La plupart des lapins montrent un modèle monophasique (une seule période d'excrétion) de l'excrétion de caecotrophes, néanmoins 25% d'entre eux montrent un modèle biphasique (deux périodes d'excrétion).

L'âge, le statut physiologique et la restriction alimentaire peuvent altérer ce modèle biphasique. Bellier et *al.* (1995) ont montré que le lapin sevré à six semaines d'âge montre une grande fréquence du modèle biphasique et une longue période de caecotrophie que les adultes (14 semaines d'âge).

Les lapines reproductrices montrent un modèle différent, durant la période d'allaitement, les lapines représentent un rythme d'excrétion alternatif de crottes

molles et crottes dures. Ce modèle est beaucoup plus lié au comportement maternel qu'au statut physiologique (Carabaño, 1998).

II.5.1. Régulation de la caecotrophie :

La cæcotrophie n'existe pas chez le lapereau, elle se développe vers la troisième semaine avec la consommation d'aliments solides.

Elle est directement conditionnée par le rythme alimentaire, l'ingestion de cæcotrophes est observée 8 à 12 heures après le pic d'ingestion.

Chez un lapin alimenté à volonté, l'activité alimentaire est essentiellement nocturne. De ce fait, la production de caecotrophes se situe dans la matinée, l'émission des crottes dures est nocturne (Figure 8).

Figure 8: Mouvement de digesta dans le segment ileo-caeco-colique chez le lapin (Lebas, 2006).

A l'inverse, un lapin rationné consomme les aliments au moment de leur distribution, en général de jour, la production et l'ingestion des caecotrophes se fait donc la nuit.

La régulation de la caecotrophie est également sous le contrôle des glandes surrénales, elle est inhibée par la sécrétion d'adrénaline (Lebas, 2002).

III. Alimentation :

III.1.Principes de l'alimentation :

L'alimentation est extrêmement importante, car elle conditionne tous les facteurs indispensables à la vie et à la reproduction des animaux.

Une alimentation appropriée permettant au lapin de satisfaire tous ses besoins nutritionnels, assure non seulement un bon développement du sujet, mais aussi une reproduction régulière.

Par contre, une alimentation mal équilibrée entraîne des inconvénients de nature à compromettre la santé de toute l'activité vitale du lapin comme de tout autre organisme vivant.

Lorsqu'on parle de l'alimentation, il faut donc entendre toutes les substances prises par les animaux et qui à la suite du processus de digestion et d'absorption, assurent leur croissance, et leur reproduction (Giannetti, 1984).

III.2.Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive :

Les aliments sont supposés être granulés et contenir 89% de matière sèche. Les recommandations sont divisées en deux groupes (Tableau 3).

Sachant que le respect de toutes les recommandations en simultané est très difficile, voire impossible ou alors à un coût très élevé, l'accent doit être mis sur le respect du premier groupe de nutriments si l'objectif principal est d'obtenir de hautes performances.

Le deuxième groupe de recommandations doit être scrupuleusement respecté si les conditions sanitaires ne sont pas parfaites (troubles digestifs en particulier) (Lebas, 2004).

Tableau 3: Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive (Lebas, 2004).

Type ou période de production sauf indication spéciale unité = g/kg d'aliment		CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique
		Péri sevrage 18=>42 jours	Finition 42=>75 jours			
GROUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel						
Énergie digestible	(kcal / kg)	2400	2600	2700	2600	2400
	(MJoules/ kg)	9,5	10,5	11	10,5	9,5
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)	10,7	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	8,5	8,2	8
acides aminés totaux (méthionine+cystine)		5,5	6	6,2	6	6
- thréonine		5,6	5,8	7	7	6
- tryptophane		1,2	1,4	1,5	1,5	1,4
- arginine		8	9	8	8	8
Minéraux						
- calcium		7	8	12	12	11
- phosphore		4	4,5	6	6	5
- 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
- magnésium		3	3	4	3	3
- 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
GROUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel						
Ligno-cellulose (ADF) minimum		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>	0,4	0,4	0,35	0,4	0,4
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
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)	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

III.3. Comportement alimentaire :

Le lapin présente un comportement alimentaire de type nocturne, de plus en plus marqué avec l'âge. Le nombre de repas pris la nuit en période d'engraissement est deux ou trois fois plus élevé que celui des repas pris le jour.

De plus, l'appétit du lapin est considérable, un lapereau de quatre semaines peut ingérer quotidiennement le dixième de son poids en granulé (INRAP, 1992).

Par exemple, chez des lapins sub-adultes (Néo-Zélandais Blanc de 3 kg) éclairé 12h sur 24h, la consommation nocturne peut représenter près des deux tiers de celle observée sur un cycle de 24 heures, en raison d'une augmentation de la fréquence des repas, sans variation de l'importance quantitative de ceux-ci, soit 5 à 6 grammes par repas.

Au fur et à mesure que les lapins vieillissent, le caractère nocturne du comportement alimentaire s'accroît. Le nombre de repas pris en période d'éclairage diminue, et le "repos alimentaire" matinal tend à s'allonger. Le comportement alimentaire des lapins de garenne est encore plus nocturne que celui des sujets domestiques.

Les quantités de nourriture et d'eau consommées dépendent, à un moment donné, d'abord de la nature des aliments présentés aux lapins et plus particulièrement de leur teneur en énergie digestible et en protéines. Une forte teneur en énergie réduit la consommation et une forte teneur en protéines tend à l'augmenter. Mais ces quantités dépendent également du type d'animal, de son stade de production ou de la température ambiante.

Au cours du cycle de reproduction, la consommation spontanée d'une lapine varie fortement. La baisse de consommation en fin de gestation est marquée chez toutes les mères et peut arriver à l'arrêt complet de l'ingestion d'aliment solide chez certaines femelles la veille de la mise-bas. Par contre, l'ingestion d'eau ne devient jamais nulle (Figure 9).

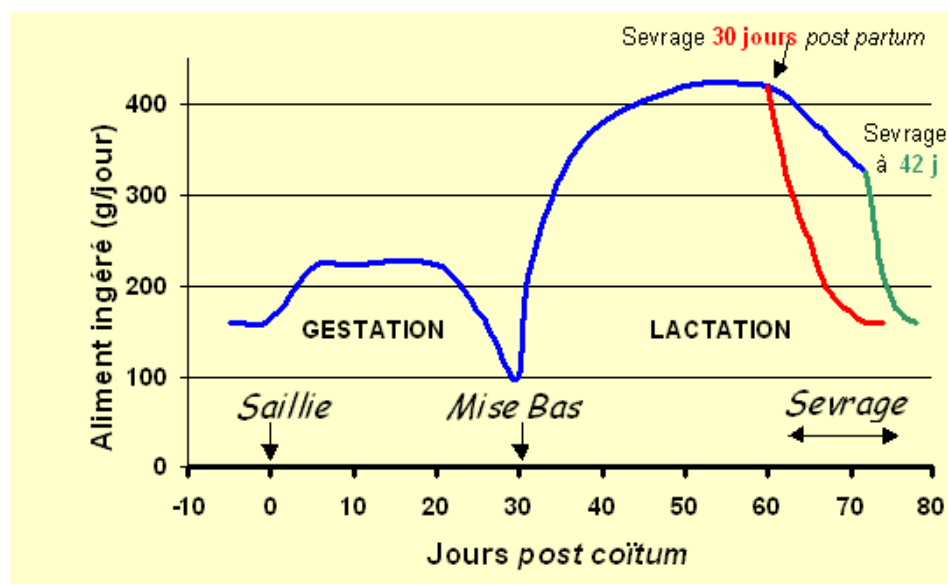


Figure 9 : Evolution de la consommation au cours d'un cycle de reproduction (Lebas, 2002).

Après la mise-bas, la consommation alimentaire croît très rapidement et peut atteindre quotidiennement plus de 100 g de matière sèche par kilogramme de poids vif. L'ingestion d'eau est également importante : 200 à 250 grammes/jour par kilogramme de poids vif. Enfin, lorsqu'une lapine est simultanément gestante et allaitante, sa consommation alimentaire est très comparable à celle d'une lapine simplement allaitante, mais elle ne lui est pas supérieure (Lebas, 2002).

Une analyse plus précise du comportement indique que, lorsque la température s'accroît, le nombre de repas (solides et liquides) par 24 heures décroît. Il passe de 37 repas solides à 10°C à 27 seulement à 30°C chez des jeunes lapines Néo-Zélandaises.

Par contre, si la quantité d'aliments consommée à chaque repas est réduite par les fortes températures (5,7 g/repas à 10°C et 20°C contre 4,4 g à 30°C), à l'inverse, la quantité d'eau consommée à chaque prise s'accroît avec la température (de 11,4 à 16,2 g par prise, entre 10°C et 30°C) (Lebas, 2002).

Finzi et *al.* (1992) rapportent un effet de la température ambiante sur les différents ratios relatifs à l'ingestion de l'aliment et de l'eau, ainsi que l'excrétion des fèces (Tableau 4).

Tableau 4: Incidence de la température ambiante sur les différents ratios relatifs à l'ingestion et à l'excrétion chez des lapins adultes (Finzi et *al.*, 1992)

RATIOS	Températures		
	20°C	26°C	32°C
eau/aliment	1,7	3,5	8,3
urine/aliment	1	1,6	4
eau/fèces	1,9	5,5	11,2
urine/fèces	1,1	2,5	5,3

III.4.Rôle du lest :

Un apport alimentaire minimum de parois végétales est indispensable au lapin pour assurer un fonctionnement normal sans perturbation du transit (Laplace, 1978) et éviter ainsi l'apparition d'entérites souvent mortelles (Peter et Charles, 1984 cité par Perez et *al.*, 1994).

D'après Perez et *al.* (1994), ce besoin spécifique en fibres limite les possibilités d'accroissement de la concentration énergétique des régimes et par voie de conséquence leur efficacité alimentaire (Figures 10 et 11).

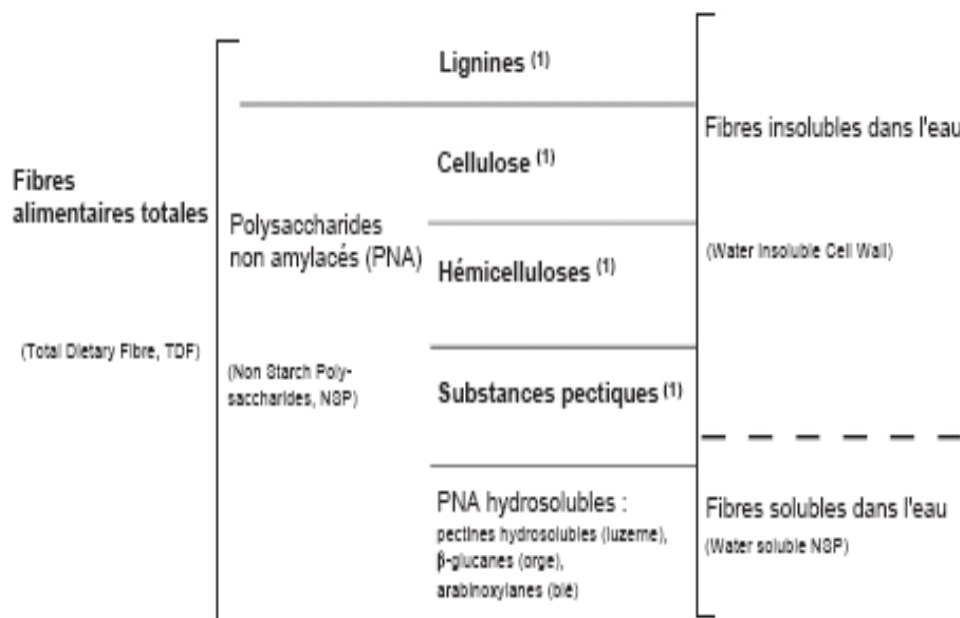


Figure 10 : Les principales classes de fibres alimentaires (Gidenne, 1996).

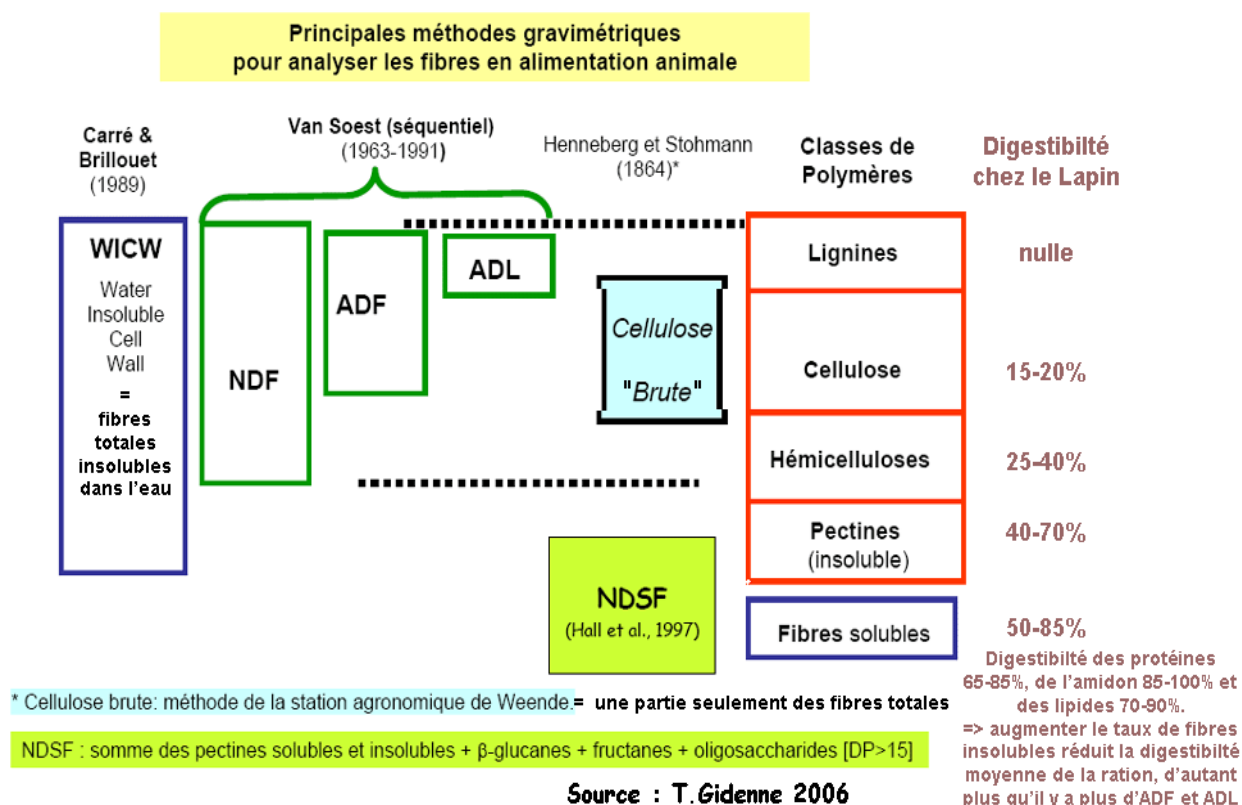


Figure 11 : Méthodes gravimétriques de dosage des fibres et nature du résidu d'analyse.

En effet, si l'aliment contient peu de particules grossières et/ou celles-ci sont hautement digestibles, le refoulement vers le caecum fonctionne à son maximum. Le contenu caecal s'appauvrit en éléments capables de nourrir les bactéries endogènes, de ce fait il apparaît un risque élevé de voir se développer des bactéries différentes, une partie d'entre elles risquent d'être nocives (Lebas, 2002).

Un lest minimal permet d'assurer un temps de séjour (TS) caecal réduit par conséquent un transit digestif rapide (Figure 12).

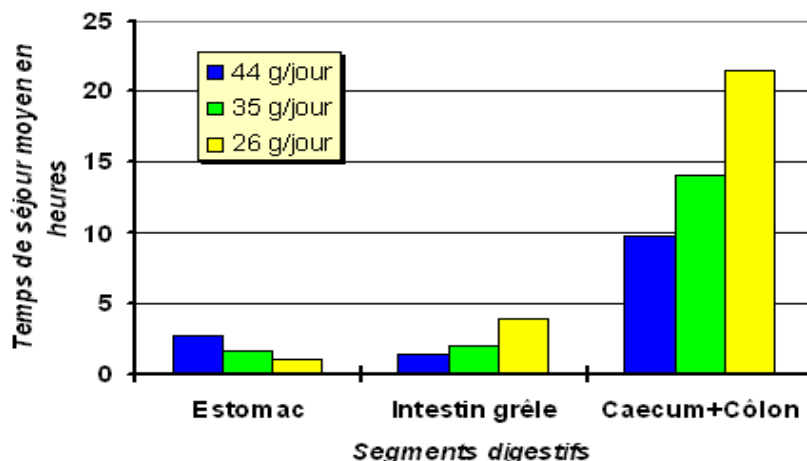


Figure 12 : Temps de séjour dans les différents segments digestifs après ingestion de quantités contrôlées de fibres (NDF) variant de 26 à 44 g par jour (Gidenne et Perez, 1994).

Gidenne et Perez (1994) ont montré que le TS des particules grossières (non recyclées par la caecotrophie) est deux fois plus court que celui des petites particules.

Cet antagonisme entre performances et un bon état sanitaire constitue un problème majeur en nutrition cunicole, sa résolution passe par une définition précise des apports en constituants pariétaux.

III.5.Conduite de l'alimentation :

III.5.1. Composition et présentation des régimes :

III.5.1.1. Composition :

Les matières premières les plus utilisées sont : la luzerne, le son de blé, les céréales et les tourteaux (Tableau 5). Il faut bien savoir qu'en principe, aucune matière première n'est en elle-même indispensable au lapin, c'est l'équilibre des nutriments qui est important.

Tableau 5 : Taux d'incorporation habituels des différentes matières premières en alimentation cunicole (De Blas et Mteos, 1998).

	Taux (%)
Luzerne déshydratée	25-35
Céréales	15-25
Sous-produits de céréales	15-25
Concentrés protéiques	15-20
Sous-produits fibreux	5-10
Graisses animales ou végétales	1-3
Mélasse	1-3
Pulpes de betterave	0-10

D'après De Blas et Mateos, 1998.

III.5.1.2. Présentation :

La taille des particules alimentaires joue un rôle très spécifique dans le fonctionnement de la caecotrophie du lapin. Ainsi les particules fines (moins de 0,1 mm) tendent à être refoulées vers le cæcum lors de la fabrication des crottes dures, tandis que les particules grossières (plus de 0,3 mm) sont incorporées préférentiellement dans ces mêmes crottes dures. En outre, les particules intervenant principalement dans le fonctionnement des parties postérieures du tube digestif (cæcum, côlon), l'intérêt de la connaissance de la répartition des tailles de particules dans l'aliment reste limité, puisqu'une partie de ces particules sera digérée avant d'atteindre la deuxième moitié du tube digestif.

Une amélioration significative de la digestibilité des aliments (Figure 13) par un broyage très fin (grille de 0,25 mm) a pu être démontrée (+7 points de digestibilité de la MO) par Lebas et *al.*(1986).

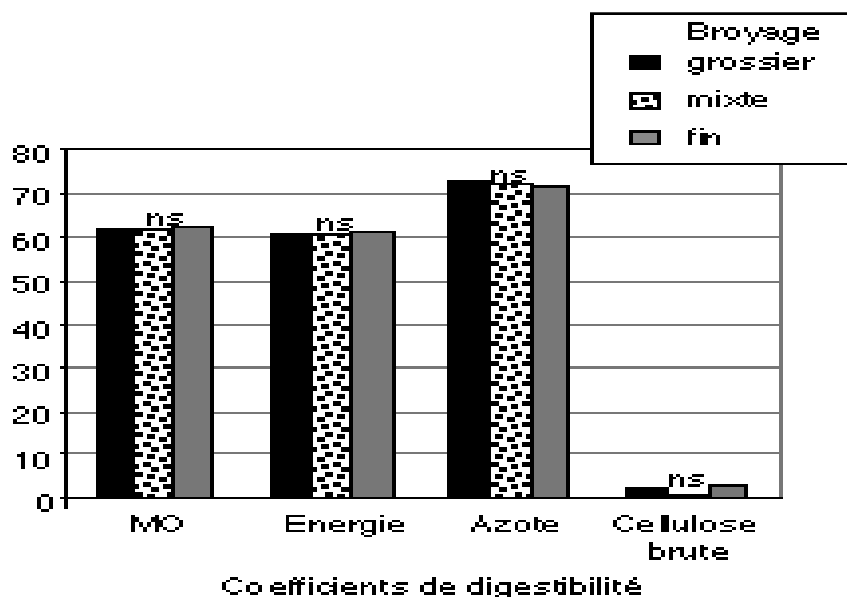


Figure 13 : Incidence du type de broyage sur la digestibilité moyenne de deux aliments (Lebas et *al.*, 1986).

Comparativement à un aliment broyé avec une grille grossière (orifices de 7 à 10 mm), un aliment finement broyé (orifices de 2 à 3 mm) est consommé en quantité plus faible (Tableau 6), mais sans modification de la vitesse de croissance. En revanche, le risque de troubles digestifs mortels (diarrhées) sera légèrement accru. (Lebas, 2000).

Tableau 6 : Influence du diamètre du granulé sur les performances de croissance de lapins californiens entre 5 et 12 semaines d'âge (INRA, 1989).

Diamètre du granulé (mm)	2,5	5	7
Consommation d'aliment (g/j)	117	122	131
Gain de poids (g/j)	32.4	33.7	32.0
Indice de consommation	3.7	3.7	4.1

III.6. L'alimentation autour du sevrage :

III.6.1. Sevrage conventionnel :

Les besoins nutritionnels des jeunes et ceux de leurs mères étant antagonistes, il convient de chercher des stratégies d'alimentation pour satisfaire au mieux les besoins de ces deux catégories (Tableau 7).

Tableau 7 : Stratégie d'alimentation en période péri sevrage : Intérêts et limites (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003).

Alimentation	Conséquences sur la mère	Conséquences sur les lapereaux
Alimentation mixte mère/lapereaux : Ratio fibre/amidon élevé, concentration énergétique modérée	Défavorable pour l'état corporel, la fertilité et la viabilité	Préserve la santé digestive
Alimentation mixte mère/lapereaux : Alimentation enrichie en matière grasse et en fibre, concentration énergétique élevée	Favorise la production laitière Maintien ou dégradation de l'état corporel. Effet sur la fertilité à étudier	Favorable à la croissance Conséquences sur la santé à préciser
Alimentation séparée mère/lapereaux : Aliment riche en amidon et à concentration énergétique élevée pour les mères ; aliment à forte teneur en fibres et faible teneur en amidon (concentration énergétique modérée)	Favorable pour l'état corporel et la fertilité. Modalités pratiques de mise en œuvre à préciser	Préserve la santé digestive. Programme d'alimentation à préciser
Sevrage précoce (<26 jours d'âge)	Reconstitution plus rapide des réserves corporelles	Possibilité de distribuer un aliment adapté aux besoins. Conséquences sur la santé à préciser

III.6.1.1. Alimentation séparée mère/lapereaux :

Deux études ont ainsi montré que les meilleurs résultats zootechniques avant et après sevrage (viabilité et croissance) sont obtenus lorsque les mères reçoivent un aliment riche en énergie, tandis que les lapereaux consomment un aliment riche en fibres (Butchner et al., 1983 ; Fortun Lamothe et al., 2001).

III.6.1.2. Alimentation mixte mère/lapereaux :

Il est possible de diminuer la teneur en amidon de l'aliment tout en maintenant un taux de fibres élevé et une forte concentration énergétique. Ceci peut se réaliser en augmentant la teneur en lipides de l'aliment ce qui est compatible avec la forte capacité de digestion des lipides chez le lapereau (Debray, 2002).

Ainsi, plusieurs essais ont montré un effet positif de l'addition de matière grasse dans l'aliment distribué aux mères et aux jeunes pendant la lactation sur le poids de la portée au sevrage (Maertens et De Groote, 1988 ; Fortun- Lamothe et Lebas, 1996). Cet effet est relié à l'influence positive de la teneur en lipides sur la production laitière des femelles.

III.6.2. Sevrage précoce (avant 26 jours) :

Les lapereaux sevrés à 26 jours représentent une faible ingestion et par conséquent une faible croissance et une forte mortalité comparés aux lapereaux sevrés à 28 jours (Mc Nitt et Moody, 1992 ; Fergusson et *al.*, 1997).

A l'âge de 32 jours, les lapereaux sevrés précocement, sont plus légers que ceux non sevrés, mais cette différence disparaît après 50 jours d'âge (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2001).

Le sevrage précoce semble pouvoir résoudre en partie le problème de mobilisation des réserves chez les lapines allaitantes, puisque le déficit énergétique diminue lorsque la durée de lactation diminue (Xiccato et *al.*, 2001).

III.7. Problèmes liés aux déséquilibres des nutriments et d'énergie :

Parmi les multiples problèmes liés à l'alimentation, la pathologie digestive avec les atteintes respiratoires sont les causes prédominantes de morbidité et de mortalité dans l'élevage cunicole.

La première survient chez les jeunes lapins après sevrage (4-10 semaines), alors que la deuxième atteint préférentiellement les adultes.

Les entérites chez le lapin en croissance entraînent un taux de mortalité de 11-12% (Koehl, 1997) mais peut dépasser 15% et même atteindre 50%.

Le diagnostic des maladies digestives est difficile car quelque soit la cause (problèmes nutritionnels, maladies spécifiques...) les symptômes et les lésions sont généralement similaires.

La difficulté de connaître l'étiologie des troubles digestives est renforcée par le fait que dans la majorité des maladies humaines ou animales plusieurs facteurs interviennent dans le développement des entérites.

Initialement il y a le statut de l'animal (âge, génotype, immunité) par la suite vient l'agent pathogène (parasite, bactéries, virus), et enfin l'environnement y compris les facteurs nutritionnels et les conditions d'élevage (hygiène, stress...).

Plusieurs facteurs provoquent les entérites et le symptôme clinique prédominant observé est **la diarrhée** dans 90% des cas (Licois et *al.*, 1992). Ceci est lié aux caractéristiques intestinales du lapin et sa physiologie complexe (Figure 15).

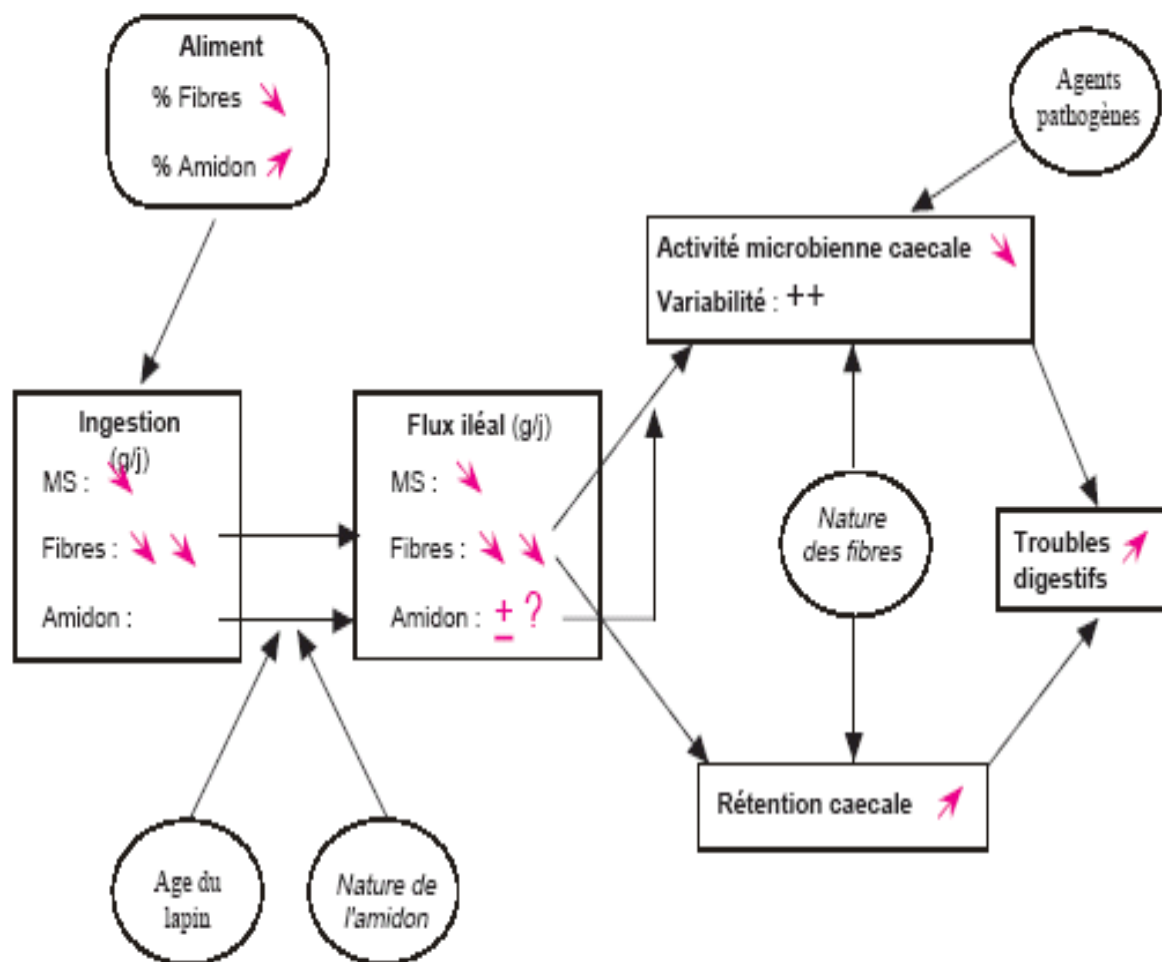


Figure 14 : Incidences digestives d'une réduction du ratio fibre/amidon chez le lapin en croissance (Gidenne, 1996).

IV. La croissance et la qualité bouchère du lapin :

La croissance des lapins est un caractère extrêmement variable. Bolet et *al.*(2000) ont ainsi recensé des poids adultes de différentes races variant de 2,5 kg (Petit Russe) à 6,5 kg (Géant blanc de Bouscat). Ces variations du poids adulte sont parallèlement associées à des différences de vitesse de croissance.

IV.1. La qualité de la viande de lapin :

La viande de lapin possède de bonnes valeurs nutritives et diététiques, de par sa richesse en protéines et sa teneur faible en lipides. Elle présente un taux élevé d'acides gras polyinsaturés et un rapport entre acides gras $\omega 6$ sur $\omega 3$ proche des recommandations actuelles.

L'apparence (couleur, consistance de la viande crue) comme la flaveur de la viande, paramètres que les consommateurs assimilent à la fraîcheur du produit, semblent aujourd'hui les principaux critères d'acte d'achat de viande de lapin. Après cuisson, la viande de lapin est généralement jugée tendre, mais sa jutosité est parfois limitée (Dalle-Zotte 2004).

IV.2. La composition chimique de la viande de lapin :

4.2.1. Eau, protéines et minéraux :

Les teneurs en eau et en protéines de la viande fraîche de lapin destinée à la consommation sont peu variables et dont les niveaux sont particulièrement bien connus.

La composition en acides aminés essentiels de la viande de lapin est caractéristique de protéines de bonne qualité. En effet, les viandes sont très digestibles et présentent un profil en acides aminés indispensables assez voisin de celui des besoins de l'Homme (Martin 2001) (Tableau 8). Notons que le collagène de la viande de lapin présente un taux de solubilité particulièrement élevé (75,3 %) (Combes et *al.*, 2003).

Tableau 8: Composition en acides aminés essentiels de la viande de lapin (g / 100 g de fraction comestible) (Dalle Zotte, 2004).

Valeurs pour 100 g	moyenne	CV (%)
Lysine	1,84	1
Méthionine	0,54	-
Méthionine + Cystine	1,10	-
Histidine	0,52	3
Thréonine	1,11	6
Valine	0,98	1
Isoleucine	0,91	12
Leucine	1,80	0,24
Arginine	1,12	13
Tyrosine	0,66	15
Phénylalanine	0,84	30
Tryptophane	0,10	-

Les caractéristiques de la composition de la fraction minérale de la viande de lapin par rapport aux autres viandes sont : d'une part un taux particulièrement faible en sodium et en fer et d'autre part un taux élevé en phosphore.

Ainsi pour ce dernier élément, la consommation de 100 g de viande de lapin apporte 37 % des apports nutritionnels conseillés pour la journée (Tableau 9).

Concernant le sélénium, il apparaît que la viande lapin couvre la quasi-totalité des besoins journaliers.

Concernant la teneur en fer, les valeurs collectées correspondent au fer total, cependant la part bio disponible et notamment la forme héminique du fer n'a jamais été mesurée.

Tableau 12 : Apports nutritionnels conseillés et composition chimique de la viande de lapin pour 100 g de fraction comestible fraîche (CV = Coefficient de Variation ; n = nombre de valeurs extraites de la bibliographie) (ANC 2001).

ANC 2001 (1)	Eau (g)	Energie (KJ) 9100 – 10700 (2)	Protéines (g) 71-83	Lipides (g) 80-94	Minéraux (g)
Valeurs pour 100 g					
Moyenne générale (3)	72,5	725	21,0	5,0	1,2
CV (%)	3	19	7	67	12
n	38	15	37	46	18
Cuisse	73,5	664	21,3	3,7	1,3
CV (%)	1	2	4	13	4
n	9	3	9	11	5
m. <i>longissimus lumborum</i> (LL)	75,0	603	22,4	1,4	1,2
CV (%)	1	-	4	38	11
n	13	1	11	12	5
Avant (4)	67,6	932	18,3	11,4	
Côtes (4)	69,9	832	20,8	9,3	
Râble (4)	66,7	961	19,7	11,4	
Arrière (4)	73,4	665	21,5	4,2	
Foie (4) (5)	71,6	664	17,4	4,2	
Carcasse (4)	70,3	815	19,6	8,8	

Dans les aliments d'origine animale le fer héminique représente environ 40 % du fer total et sa bio-disponibilité est évaluée à 25 %.

Par ailleurs, les sources de variabilité des teneurs en minéraux sont largement inconnues, bien qu'il soit fort probable que l'alimentation, via notamment la supplémentation, soit le principal facteur de variation (Combes, 2004).

IV.2.2. La fraction lipidique :

Les dépôts de lipides chez le lapin sont de deux types :

- Les dépôts adipeux dissécables qui correspondent à des dépôts péri rénaux, sous cutanés, mésentériques et inter musculaires.
- Les dépôts intramusculaires qui sont non dissécables.

La valeur de la fraction lipidique dépend du type d'échantillon analysé (carcasse et découpe incluant ou non les dépôts lipidiques ou muscle) et de facteurs d'élevage.

La teneur en lipides de la viande de lapin est ainsi comparable à celle du veau (de 1 à 7 g/100 g) et du poulet (de 0,9 à 12 g/100 g) et moins grasse que celle du taurillon (de 3 à 14 g/100 g).

Les teneurs en phospholipides, en cholestérol et en triglycérides sont regroupés dans le tableau 10 (Dalle Zotte, 2004).

Tableau 10 : Moyenne et Coefficient de Variation (CV) de la teneur en phospholipides, cholestérol et triglycérides pour 100 g de viande fraîche de lapin (Dalle Zotte, 2004).

	Phospholipides (g)	Cholesterol (mg)	Triglycérides (g)
moyenne (1)	0,69	59	1,3
CV (%)	26	20	100
n	9	16	9
m, LL (2)	0,56	50	0,73
CV (%)	39	14	34
n	5	2	5

(1) Valeur moyenne pour les différents composants indépendamment de l'échantillon dosé toutes études confondues.

(2) LL : longissimus lumborum.

Le développement des différents dépôts ne suit pas une cinétique unique. Par exemple, le dépôt intramusculaire est le plus tardif (Gondret, 1999). La recherche d'une adiposité globale limitée, associée à un rapport muscle sur os élevé et à un rendement à l'abattage satisfaisant, a conduit à recommander un abattage des lapins vers l'âge de 10 à 11 semaines. A cet âge, l'accumulation des lipides dans le tissu adipeux péri rénal est encore limitée et celle au sein des muscles reste très faible.

En fonction du type métabolique, de la localisation anatomique ou de la fonction des muscles, la teneur en lipides varie de 0,9 à 5 g/100 g d'un muscle à l'autre (Alasnier et *al.*, 1996).

Le sexe des lapins influence la valeur de la fraction lipidique visible. Ainsi, les femelles présentent des dépôts adipeux jusqu'à 10 % supérieurs à celui des mâles à 14 semaines d'âge (Jehl et *al.*, 2000). Par contre aucune différence entre sexes n'est observée en deçà de 12 semaines (Cavani et *al.*, 2000).

La teneur en lipides intramusculaires est faiblement ou pas influencée par le sexe de l'animal (Gondret, 1998).

L'alimentation est un des facteurs qui influent le plus sur la quantité de la fraction lipidique de la viande de lapin. A valeur énergétique constante, une augmentation de la teneur en protéines de la ration entraîne une diminution de l'adiposité des carcasses (Gondret et *al.*, 1998). La quantité et la qualité des lipides de la ration influent fortement sur la quantité de la fraction lipidique qu'elle soit externe ou intramusculaire (Gondret et *al.*, 1998) (Figure 16).

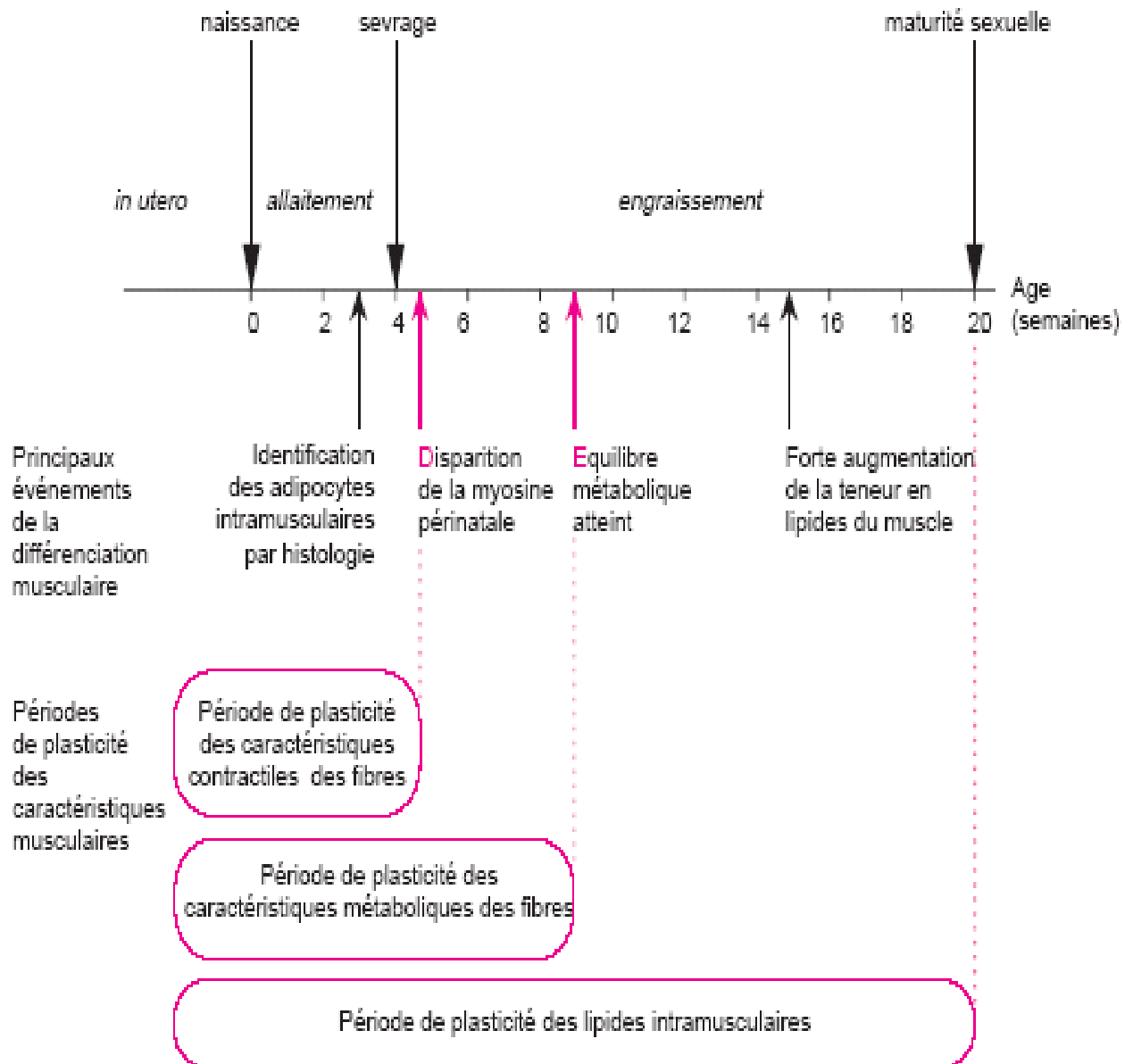


Figure 15 : Périodes de plasticité des caractéristiques musculaires chez des lapins mâles de type Néo-zélandais blanc (INRA, 1998).

Chapitre 2 : Anatomie et physiologie de la reproduction chez le lapin

I. Anatomie et physiologie de la reproduction du mâle :

I.I. Anatomie de l'appareil génitale du mâle :

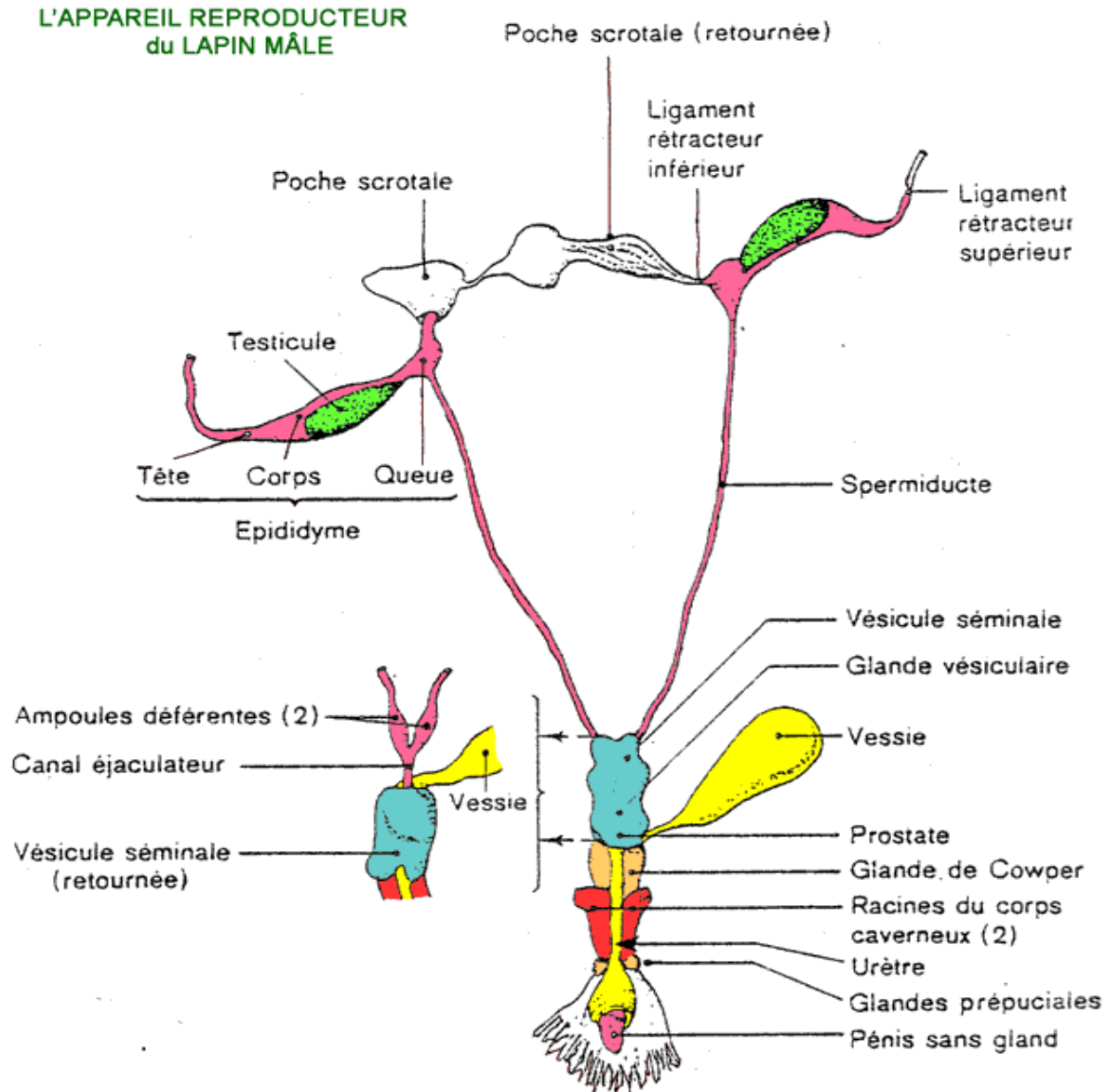


Figure 16 : Schéma de l'appareil génital mâle (Lebas et *al.*, 1996).

La figure 16 représente l'ensemble de l'appareil génital du lapin mâle (Lebas et al., 1996).

Les testicules ovoïdes sont placés dans des sacs scrotaux qui sont restés en communication avec la cavité abdominale, où ils étaient à la naissance. Les testicules descendent vers l'âge de deux mois. La verge ou pénis est courte, dirigée obliquement en arrière, mais se porte en avant lors de l'érection (Boussit, 1989).

I.2. Physiologie de la reproduction du mâle :

I.2.1. Le développement des gonades et la puberté :

La différenciation des gonades commence le 16ème jour suivant la fécondation et la production d'hormones androgènes dès le 19ème jour de la gestation. Après la naissance, les testicules se développent moins vite que le reste du corps, puis connaissent une croissance extrêmement rapide après l'âge de cinq semaines.

Les glandes annexes ont une croissance de même type mais légèrement décalée dans le temps et plus tardive (Lebas, 2002).

La spermatogenèse commence entre 40 et 50 jours. Les tubes testiculaires sont actifs vers 84 jours. Les premiers spermatozoïdes sont présents dans l'éjaculat vers 110 jours, ce qui correspond à la fin de la différenciation de la queue de l'épididyme.

La maturité sexuelle, définie comme le moment où la production quotidienne de spermatozoïdes n'augmente plus, est atteinte vers 30 à 32 semaines par la race Néo-Zélandaise en climat tempéré. Toutefois, un jeune mâle peut être utilisé pour la reproduction dès l'âge de 20 semaines. Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours.

Les premiers coïts peuvent survenir vers 100 jours mais, dans les premiers éjaculats, la viabilité des spermatozoïdes est faible à nulle. Il faut donc attendre 135 à 140 jours pour les premiers accouplements féconds.

Il existe des différences génétiques pour l'âge de la puberté, mais les conditions d'élevage jouent également un rôle essentiel, en particulier l'alimentation et le climat (Lebas, 2002).

II. Anatomie et physiologie de la reproduction chez la femelle :

II.1. Anatomie de l'appareil génital de la femelle :

Les ovaires de forme ovoïde, atteignent 1 à 1,5 cm dans leur plus grande dimension. Sous chaque ovaire, le pavillon, l'ampoule et l'isthme constituent l'oviducte. Les cornes utérines sont réunies dans leur partie postérieure en un seul corps, il y a en réalité deux utérus indépendants de 7cm environ, s'ouvrant séparément par deux conduits cervicaux dans le vagin qui est long de 6 à 10 centimètres.

L'urètre s'ouvre dans la partie médiane du vagin au niveau du vestibule vaginal, où l'on peut distinguer les glandes de Bartholin et les glandes prépucciales. L'ensemble est soutenu par le ligament large qui a quatre points d'attache principaux sous la colonne vertébrale.

Les ovaires sont au nombre de deux, siège de l'élaboration des ovules, situés dans la cavité abdominale de chaque côté de la région lombaire, un peu en arrière des reins (Lebas et *al.*, 1996 ; Lebas, 2002 ; Figure 17).

L'APPAREIL REPRODUCTEUR
de la LAPINE

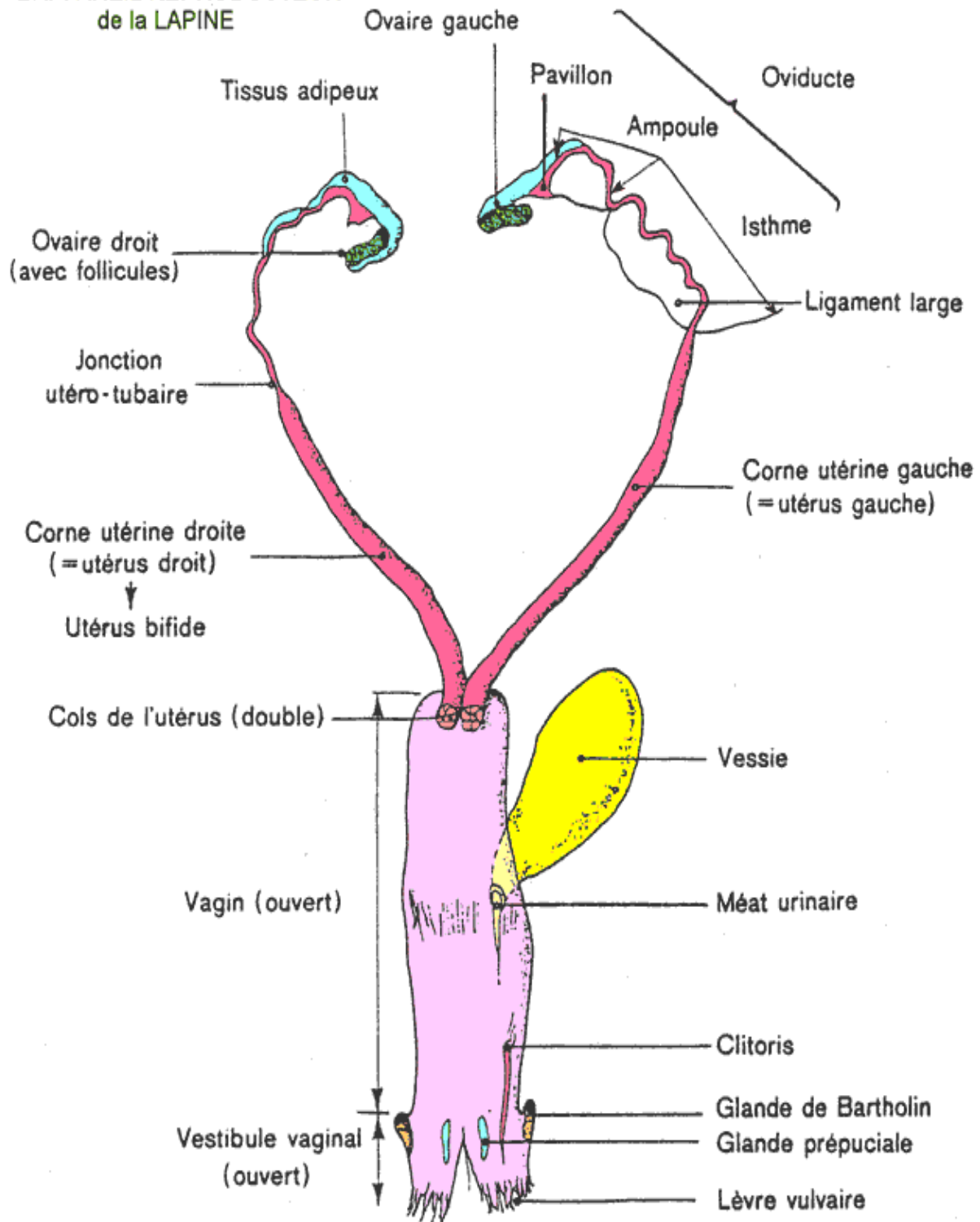


Figure 17 : Schéma de l'appareil génital de la lapine (Lebas et *al.*, 1996).

II.2. La physiologie de la reproduction chez la femelle :

II.2.1. Le développement des gonades, la puberté et la maturité sexuelle :

Après la naissance, les ovaires se développent nettement moins vite que l'ensemble du corps. Une accélération est observée à partir de 50-60 jours, les follicules primordiaux apparaissent dès le 13^e jour après la naissance, les premiers follicules à antrum vers 65-70 jours.

Les femelles peuvent accepter pour la première fois l'accouplement vers 10-12 semaines, mais à cet âge l'accouplement n'entraîne pas encore l'ovulation. L'âge à la puberté est déterminé par des critères indirects qui dépendent plus du type de population de lapines considéré que des individus eux-mêmes. Il dépend en particulier :

- **de la race** où la précocité sexuelle est meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que chez les races de grand format (5 à 8 mois).
- **du développement corporel.** La précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide. Ainsi, des femelles alimentées à volonté sont pubères 3 semaines plus tôt que des femelles de même souche ne recevant chaque jour que 75 % du même aliment (Lebas, 2002).

La puberté des lapines est atteinte en général quand elles parviennent à 70-75 % du poids adulte. Cependant, il est souvent préférable d'attendre qu'elles aient atteint 80 % de ce poids pour les mettre en reproduction. Ces poids relatifs ne doivent cependant pas être considérés comme des seuils impératifs pour chaque individu, mais comme des limites valables pour la moyenne de la population (Lebas, 2002).

II.2.2. Oestrus et absence de cycle œstrien chez la lapine :

Chez la plupart des mammifères domestiques, l'ovulation a lieu à intervalles réguliers au cours de la période des chaleurs, ou œstrus. L'intervalle entre deux périodes d'œstrus représente la durée du cycle œstrien (4 jours chez la rate, 17 jours chez la brebis, 21 jours chez la truie et la vache).

Par contre, la lapine ne présente pas de cycle œstrien avec apparition régulière des chaleurs au cours desquelles l'ovulation a lieu spontanément (Henaff et *al.*, 1991). Elle est considérée comme une femelle en œstrus plus ou moins permanent, et l'ovulation ne se produit que s'il y a eu accouplement. On considère donc qu'une femelle est en œstrus quand elle accepte de s'accoupler et en diœstrus quand elle refuse.

Pour ces deux états, on utilise aussi les termes de lapine réceptive ou non réceptive. La position de lordose est un comportement qui montre que la femelle est réceptive (Figure 19).

Toutefois, on constate que 90 % des femelles ayant la vulve rouge acceptent l'accouplement et ovulent. A l'inverse, 10 % seulement des femelles ayant une vulve blanche acceptent de s'accoupler et sont fécondées. La vulve rouge est donc une forte présomption d'œstrus, mais pas une preuve (Lebas, 2002).



Figure 18 : Une lapine en œstrus prend rapidement la position de lordose (Lebas, 2002).

II.2.3. L'ovulation :

Normalement, l'ovulation est induite par les stimuli associés au coït. Elle a lieu 10 à 12 heures après la saillie. Fuchs et *al.* (1981) montrent que dans la minute suivant l'accouplement, le taux d'ocytocine s'accroît tandis que celui de la prolactine décroît (Figures 19).

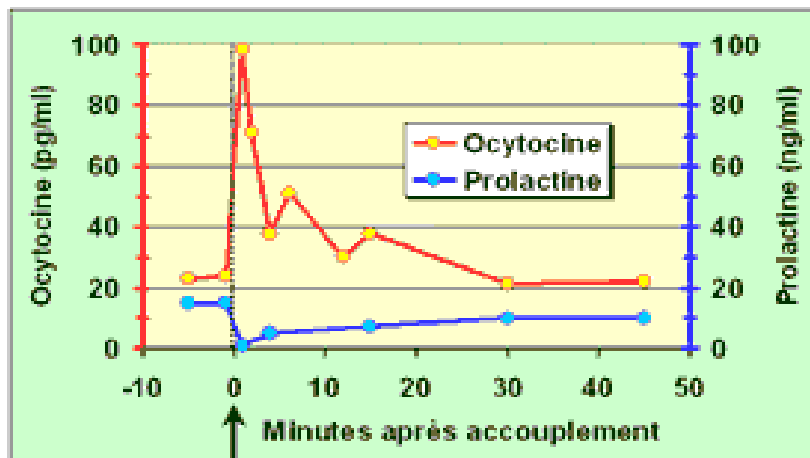


Figure 19 : Évolution des taux sanguins d'ocytocine et de prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l'accouplement (Fuchs et *al.*, 1981).

Cette décharge d'ocytocine semble avoir pour fonction de permettre aux spermatozoïdes de franchir les cols utérins et commencer à progresser dans l'utérus.

Dans le même temps, l'hypothalamus envoie une décharge de GnRH qui atteint quasi immédiatement l'hypophyse par le système "porte" hypothalamo-hypophysaire (Dufy Barde et *al.*, 1973 ; Meunier et *al.*, 1983 ; Figure 20).

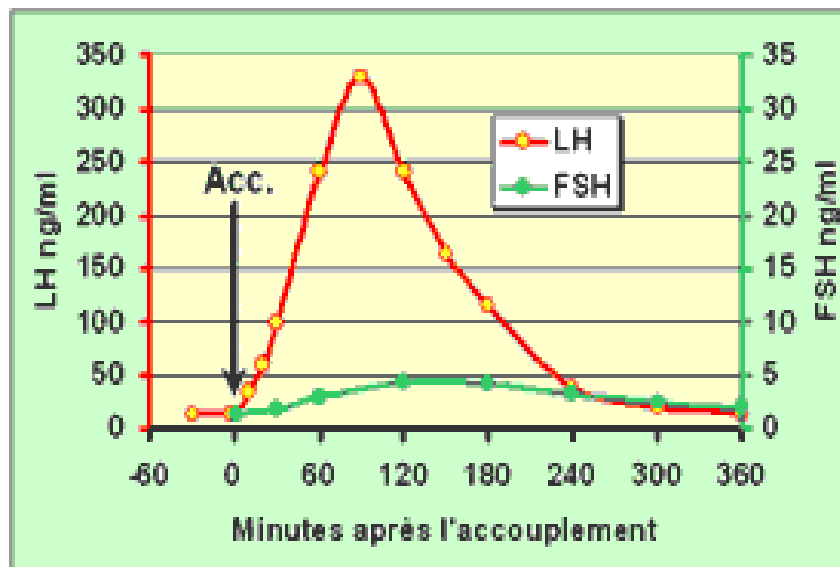


Figure 20: Évolution de la concentration du sérum en LH et en FSH dans les 6 heures suivant l'accouplement d'une lapine qui ovule (Dufy Barbe et *al.*, 1973 et Meunier et *al.*, 1983).

Seule une très faible fraction de cette décharge de GnRH se retrouve diluée dans le flux sanguin général, ce qui a pour conséquence que les taux circulants dans le sang périphérique n'ont aucune relation avec les taux physiologiques "efficaces" (Lebas, 2002).

I.2.2. L'accouplement :

Chez le lapin l'accouplement est un comportement qui se déroule dans un laps de temps très court. Si la lapine est réceptive, la saillie proprement dite commence en général 10 à 15 secondes après l'introduction de la femelle dans la cage. En cas de prélèvement de semence avec une femelle boutte-en-train, le délai moyen entre l'introduction de la femelle et l'éjaculation, a été estimé à une durée variant de 15 à 20 secondes en fonction du mode d'élevage du mâle (Theau-Clément et *al.*, 1992). L'accouplement proprement dit, avec des mouvements de va-et-vient du bassin, dure $2,6 \pm 1,5$ secondes chez des lapins Néo-Zélandais Blancs. Ces mouvements sont un peu plus rapides dans le cas d'un accouplement se terminant par une éjaculation ($13,5 \pm 1,1$ par seconde) que dans le cas contraire ($12,1 \pm 0,1$). L'intromission proprement dite dure en moyenne $0,72 \pm 0,27$ secondes.

L'augmentation de la pression de la vésicule séminale permettant l'éjaculation effective, apparaît $0,23 \pm 0,11$ secondes après le début de l'intromission. On peut en déduire que chez le lapin, l'éjaculation dure une demi-seconde. Immédiatement après l'éjaculation, le mâle se rejette en arrière et le plus souvent émet un cri caractéristique. Si on laisse ensemble une femelle réceptive et un mâle actif, un nouvel accouplement peut être effectué dans les quelques minutes qui suivent (Lebas, 2002).

II.2.4. La fécondation et la gestation :

Au moment de la rupture des follicules ovariens 10 à 11 heures après le coït, le pavillon de l'oviducte vient recouvrir l'ovaire. Dès leur libération, les ovocytes sont aspirés par le pavillon de l'oviducte et sont fécondables, mais ils ne seront fécondés qu'environ une heure et demi après leur émission.

Le sperme est déposé par le mâle ou le dispositif d'insémination artificielle dans la partie supérieure du vagin à l'entrée des deux cervix. La remontée des spermatozoïdes est rapide, ils peuvent atteindre le lieu de fécondation (dans la partie distale de l'ampoule, près de l'isthme) 30 minutes après le coït.

Durant leur remontée, les spermatozoïdes effectuent une maturation qui les rend aptes à féconder les ovocytes (Chang, 1951 cité par Boussit, 1989). Sur les 150 à 200 millions de spermatozoïdes éjaculés, seulement 2 millions (1%) seront présents dans l'utérus. Ils rencontrent des obstacles principalement dans leur remontée au niveau du col utérin et de la jonction utéro-tubaire.

Au moment de la fécondation, sur chaque ovule une vingtaine de spermatozoïdes seulement sont présents, mais un seul traverse la membrane et assure la fécondation proprement dite (Lebas, 2002).

L'œuf arrive dans l'utérus 72 heures après l'ovulation. Pendant la traversée de l'oviducte, l'œuf se divise. La paroi utérine se différencie, mais la dentelle utérine n'apparaîtra qu'entre 5 et 8 jours après le coït sous l'action de la progestérone.

C'est la synchronisation de ces phénomènes qui permet l'implantation de l'œuf. L'implantation proprement dite s'effectue 7 jours après l'accouplement, elle a lieu au stade blastocyte.

Du 3ème au 12ème jour suivant l'accouplement, le taux de progestérone ne cesse d'augmenter (multiplié par 4), puis reste relativement stationnaire pour diminuer rapidement dans les quelques jours précédant la mise bas.

Dans le même temps les taux d'œstrogènes subissent des modifications de moindre ampleur.

En général, seulement 70 à 80 % des ovules pondus donnent finalement des lapereaux vivants à la naissance.

La majeure partie des mortalités embryonnaires se produit entre la fécondation (J_0) et le 15^{ème} jour de la gestation (J_{15}). La responsabilité de la mortalité embryonnaire incombe, d'une part, aux embryons (viabilité) et, d'autre part, à leur situation dans les cornes utérines. Mais certains facteurs extérieurs ont une influence, comme par exemple la saison et l'état physiologique des lapines, âge en particulier ou état de lactation (Lebas, 2002).

II.2.5 La mise bas :

Le mécanisme de la parturition est assez mal connu. Il semble toutefois que le niveau de sécrétion des corticostéroïdes par les surrénales des jeunes lapereaux joue un rôle, comme c'est le cas dans d'autres espèces, pour donner le signal de la parturition. Les prostaglandines type $PGF2\alpha$ jouent également un rôle dans le déclenchement du part.

A la fin de la gestation, la lapine construit un nid avec ses poils et la litière (paille, copeaux) mise à sa disposition. Les poils utilisés sont ceux de l'abdomen.

En les retirant, la lapine dégage les télines, ce qui en facilitera l'accès aux lapereaux. Ce comportement est lié à une augmentation du rapport oestrogène/progestérone et à la sécrétion de prolactine.

Parfois, la lapine ne construit pas le nid et met bas hors de la boîte à nid. Ce défaut comportemental est observé essentiellement lors de la première portée des lapines (Lebas, 2002).

La mise-bas dure de 10 à 20 minutes, sans relation très nette avec l'effectif de la portée. Quelques fois (au maximum 1 à 2% des mises bas) la lapine peut mettre bas en 2 fois espacées de plusieurs heures, il s'agit de situations exceptionnelles mais qu'il ne convient pas de considérer comme "pathologique". Le nombre de lapereaux par mise bas peut varier dans les cas extrêmes de 1 jusqu'à 15 (Perrot, 1991). Les portées les plus fréquemment rencontrées vont de 3 à 12 lapereaux (Lebas, 2002).

Dans les 10 à 30 minutes suivant le début de la mise bas, la femelle a rapidement nettoyé les lapereaux des résidus d'enveloppes fœtales qui restaient sur leur corps. Dans le même temps la lapine consomme les placentas. L'observation de placenta dans la boîte à nid plus d'une heure après la mise bas peut être considéré comme une anomalie.

Une gestation normale dure de 30 à 32 jours. Une mise bas après 29 jours de gestation correspond à la naissance de prématurés. Parfois la gestation est prolongée jusqu'à 33 ou 34 jours; dans ce cas il n'y a généralement que 1 à 3 lapereaux, et souvent des mort-nés.

Les lapereaux nés après 32 jours de gestation sont plus lourds au moment de leur naissance que ceux nés après une gestation de 30 jours seulement. En fait ils ont

continué leur croissance in utero et pèsent à 32 jours de gestation pratiquement le même poids que des lapereaux de 2 jours nés après une gestation de 30 jours seulement. Après la mise-bas, l'utérus régresse très rapidement et perd plus de la moitié de son poids en moins de 48 heures. Comme déjà mentionné, la lapine est fécondable immédiatement après la mise bas et le sera tout au long de la période d'allaitement, avec des résultats cependant un peu moins "bons" pour les fécondations obtenues dans la semaine suivant la naissance des lapereaux (Lebas, 2002). Le bon fonctionnement de l'activité reproductrice nécessite la réunion de facteurs intrinsèques et extrinsèques comme le montre la Figure 21 (Lebas et *al.*, 1991).

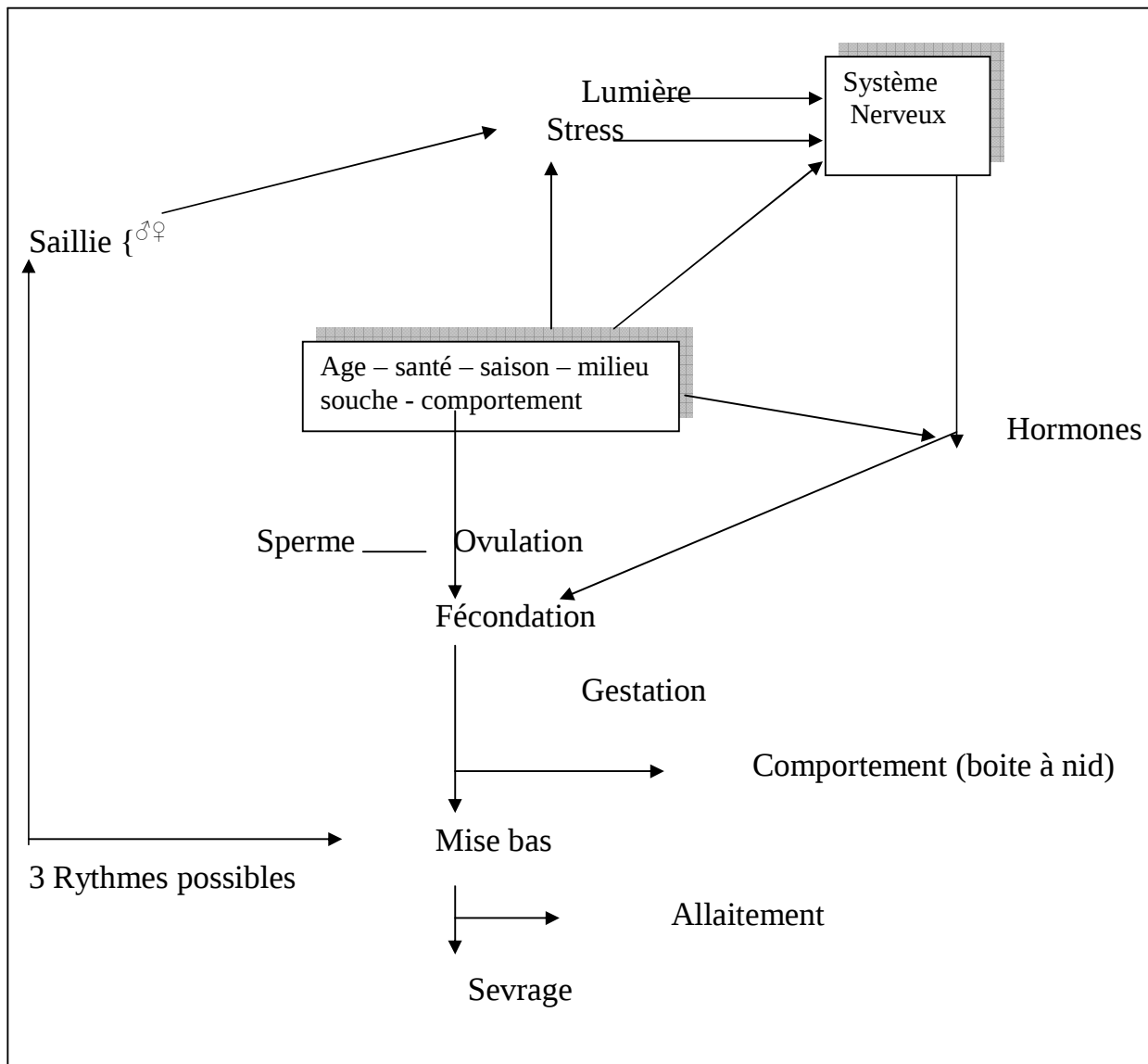


Figure 21 : Conditions nécessaires au bon fonctionnement de l'activité de reproduction (Lebas et *al.*, 1991).

III. Les rythmes de reproduction :

Le rythme de reproduction est un facteur déterminant de la productivité numérique et économique (Howard, 1982). La productivité d'une femelle est le caractère zootechnique le plus important à considérer (Tableau 11).

Tableau 11 : Comparaison des résultats de reproduction des rythmes intensif et semi intensif
(Maertens et Okerman, 1988).

Paramètres	(1)	intensif	Semi-intensif
Nombre de saillie	4	1.75	2.09
Gestation	4	71.4	75.9
Taille de la portée (lapereaux vivants)	5	7.64	8.21
Mise bas/femelle/an	4	7.17	6.09
Intervalle de temps entre mise bas (jours)	4	41.9	50.8
Mortalité naissance- sevrage (%)	5	19.1	18.3
Poids au sevrage (g) à 28 jours	4	570	584
Sevrés/portée sevrée	4	6.21	6.53
Sevrés/cage mère/an	4	47.22	42.33
Renouvellement (%)	3	189	129
Mortalité sevrage engraissement	1	10.3	7.71
Poids à 70 ours	2	2.05	2.06

III.1.Le rythme intensif :

L'élevage intensif du lapin est caractérisé par une fonte importante du cheptel, entraînant un taux de renouvellement des reproductrices de l'ordre de 120% (Bolet, 1998). Appelé aussi « post partum » il correspond à une saillie dans les 24 h à 36 h qui suivent la mise-bas. Selon Maertens et Okerman (1988), la meilleure acceptation du male est obtenue en post-partum.

III.2.Le rythme semi intensif :

Ce rythme correspond à une saillie 10 à 12 jours après la mise bas. Dans ce dernier comme dans le précédent la femelle n'est jamais en repos (Rouston, 1991), elle n'a aucune possibilité de reconstituer ses réserves.

III.3. Le rythme extensif :

C'est le rythme le plus lent et qui semble le moins épuisant pour la femelle qui alterne les gestations et les lactations (Prud'hon et Lebas, 1975).

La saillie de la femelle a lieu 30 à 40 jours après la mise-bas. Le tableau 12 montre une comparaison entre les trois rythmes en citant les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Tableau 12 : Comparaison des trois rythmes de reproduction (Prud'hon et Lebas, 1975).

	Extensif	s-intensif	Intensif
Intervalle mise bas-saillie	35-42 jours	10-20 j	0-4 j
Durée des gestations par rapport à la vie productive	35-45%	55-65%	60-75%
Nombre de mise bas annuelles	4-6	7-9	8-9
Age de sevrage des lapereaux	30-40 jours	28-35 j	21-28
Avantages présumés	Repos des lapines Allaitement prolongé	Nombre de portée Elevé Fertilité et prolificité satisfaisante	Nombre de portée maximum Accouplement facile
Inconvénients présumés	Refus d'accouplement Mauvais état de la femelle Peu productif	Refus d'accouplement Possible Fonte du cheptel possible	Fertilité médiocre Prolificité réduite Sevrage précoce nécessaire Fonte du cheptel

IV. La lactation :

La lactation est une fonction physiologique qui caractérise une classe entière d'êtres vivants, les mammifères. Le mot mammifère vient du mot latin « mammae » qui signifie sein ou mamelle ou glande mammaire.

La lactation constitue « une chance considérable » pour le nouveau-né qui peut s'accorder avec un environnement plus ou moins hostile dans la mesure où son

alimentation et sa protection contre des agents pathogènes sont assurés par le lait de la mère. **La glande mammaire** est donc intimement liée à la reproduction, elle prolonge d'une certaine façon la vie intra-utérine.

On dit que la reproduction génère la vie et qu'elle assure ainsi la survie de l'espèce. Mais, sans lait (ou substitut du lait), peu d'espèces de mammifères pourrait assurer la survie de leurs petits après la naissance. La glande mammaire assure ainsi la survie du

jeune qui, à sa naissance, ne peut se nourrir que du lait maternel. Cependant, cette stratégie n'est pas sans conséquence pour la mère qui doit payer le prix élevé de l'allaitement (Martinet et Houdebine, 1993).

IV.1. Anatomie de la glande mammaire :

Deux grandes catégories de mamelles sont à distinguer: les mamelles simples et les mamelles composées

- **Les mamelles simples - cas des ruminants domestiques**
- **Les mamelles composées :** sont plus fréquentes, rencontrées dans la majorité des espèces placentaires. Les mamelles composées sont dépourvues de citerne (Figure 22). Chacun des lobes simples conserve son individualité sécrétrice et débouche par un canal galactophore dans l'axe du mamelon par autant de canaux excréteurs qu'il y a de glandes élémentaires dans la mamelle composée. C'est le cas, par exemple, de la lapine (5-6 canaux excréteurs) qui possèdent des mamelles composées (Lacasse, 2003).

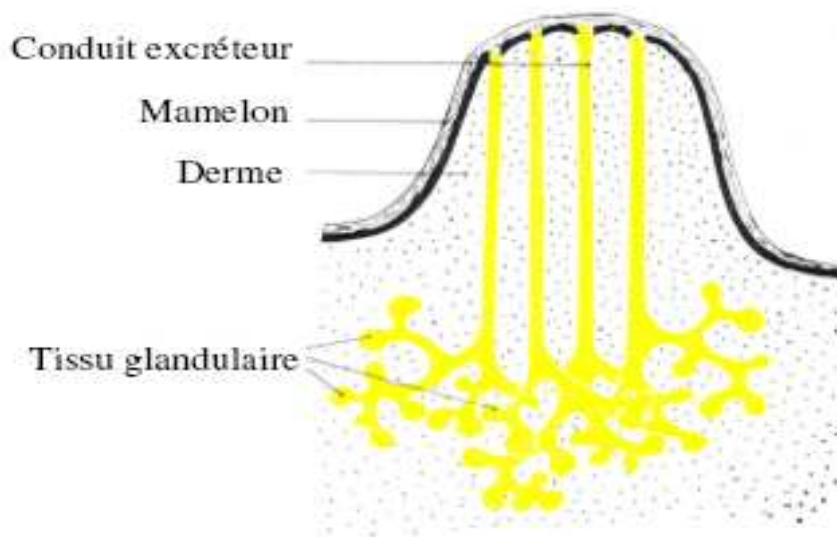


Figure 22 : Schéma d'une glande mammaire composée (Tirée de Raynaud, 1969).

IV.2. Lactogénèse et synthèse des composés du lait :

Le lait est synthétisé à partir des éléments nutritifs procurés à la glande mammaire par les capillaires sanguins. Ces éléments proviennent directement de l'aliment ou des différents tissus et organes de l'animal. Les principaux composants du lait sont : l'eau, les protéines, les lipides, les minéraux et les vitamines. On note aussi la présence de cellules, de leucocytes et de bactéries en quantité variable. La composition du lait varie énormément d'une espèce à l'autre mais aussi entre les individus d'une même espèce (Tableau 13).

Tableau 13 : Composition comparée du lait de vache, de chèvre, de brebis et de lapine (Lebas, 2002).

Composants en g/kg de lait	Vache (1)	Chèvre (1)	Brebis (1)	LAPINE (2)
- matière sèche	129	114	184	284
- lactose	48	43	44	6
- matières grasses	40	33	73	133
- protéines	33,5	29	58	153
- minéraux totaux (cendres)	7,5	8	9	24
- calcium	1,25	1,3	1,9	5,6
- phosphore	0,95	0,9	1,5	3,38
- magnésium	0,12	0,12	0,16	0,37
- potassium	1,5	2	1,25	2
- sodium	0,5	0,4	0,45	1,02
(1) d'après Jarrige (1978) - (2) d'après Lebas (1971) et Lebas et al. (1971)				

IV.2.1. Le lactose :

Chez la plupart des espèces, le lactose est le principal hydrate de carbone du lait. Il est formé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose moins une molécule d'eau. Les deux molécules sont jointes par un lien bêta entre le carbone 1 du galactose et le carbone 4 du glucose. Le glucose est un constituant normal du sang et limite la synthèse du lactose par les cellules alvéolaires. Ces dernières ne peuvent faire la synthèse du glucose puisqu'elles n'ont pas de glucose-6-phosphatase.

Le glucose sert à former le galactose sous l'action de l'uridine diphosphoryl glucose phosphorylase (I) et de l'uridine diphosphoryl galactose-4-épimérase (II) au niveau du cytoplasme.

I UTP + glucose -----> UDP-glucose + P

II UDP-glucose -----> UDP-galactose

L'UDP-galactose, contrairement au glucose, est alors transporté activement dans le golgi où la synthèse du lactose se fait par la suite. Le glucose est alors l'accepteur du galactose dans la synthèse du lactose et cette réaction est catalysée par la lactose synthase, une enzyme composée de deux sous-unités :

- (1) La galactosyl-transférase, une sous-unité non-spécifique de l'enzyme présente dans d'autres tissus et fixée à la surface interne du golgi
- (2) L'alpha-lactalbumine, une sous-unité spécifique soluble présente uniquement dans les cellules épithéliales alvéolaires en lactation.

L'alpha-lactalbumine est la sous-unité contrôlant la synthèse du lactose. Le golgi est imperméable au lactose. Ce dernier étant osmotiquement actif, il entraîne l'eau vers le golgi. Le lactose et la lactose synthase quittent ensuite ensemble le golgi dans les vésicules de sécrétion. Lors de la fusion des vésicules avec la membrane apicale, le lactose et l'alpha-lactalbumine sont libérés dans le lait alors que la galactosyl transférase reste accrochée à la membrane apicale.

Le lactose est une source importante d'énergie du lait (la principale pour le lait maternel). Il est également responsable d'environ 50 % de la pression osmotique du lait (le reste étant dû au citrate, aux ions et protéines). Le lait et le sang ont la même pression osmotique, de ce fait le lactose est le principal déterminant du volume de lait sécrété en attirant l'eau dans le lait. Cela explique pourquoi le lactose, de tous les composants du lait, soit celui dont la concentration est la moins variable pendant la durée de la lactation. Chez les espèces où le lactose est presque absent (mammifères marins), la teneur en eau du lait sera relativement faible et le lait très visqueux (Figure 23 ; Lacasse, 2003).

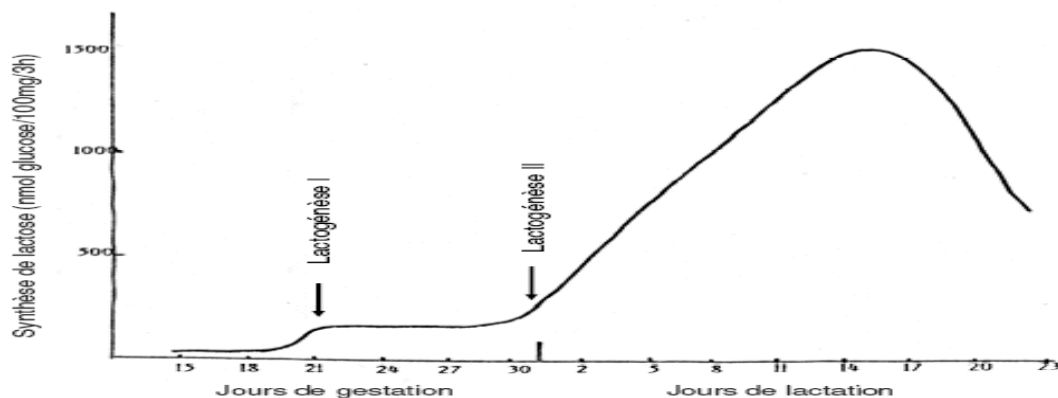


Figure 23 : Initiation de la synthèse de lactose chez la lapine (Lacasse, 2003).

IV.2.2. Les lipides :

Le lait contient des lipides en émulsion sous la forme de triglycérides en majeure partie. En plus des triglycérides, le gras laitier comprend des phospholipides (1%) synthétisés de novo et qui sont des composants essentielles des membranes cellulaires et des gouttelettes de lipides. De plus, le gras du lait contient moins de 0,5 % de cholestérol synthétisé en majeure partie de novo.

Chez les bovins, les lipides du lait représentent environ la moitié de l'énergie d'un lait à 3,5 % de matières grasses. La composition en acides gras des triglycérides varie énormément entre les différentes espèces de mammifères. Les acides gras à chaînes courtes (C4 à C6) et à chaînes moyennes (C8 à C16) sont, pour la plupart, retrouvés uniquement dans le lait des ruminants et de quelques monogastriques (les rongeurs, la truie, le lapin) (Lacasse, 2003).

IV.2.3 Les protéines du lait :

La glande mammaire effectue la synthèse endogène de plusieurs protéines uniquement retrouvées dans le lait. Ces protéines sont les caséines α_{S1} , α_{S2} , β et kappa de même que l'alpha lactalbumine, la β -lactoglobuline et la WAP (whey acidic protein). On retrouve, par contre, dans le lait de nombreuses protéines sériques (l'albumine, des hormones, etc...) et des enzymes.

Les principales protéines du lait des mammifères peuvent être classées en deux grandes catégories:

- o Les caséines qui comprennent la caséine kappa et les caséines dites sensibles au calcium, l' α_{S1} , α_{S2} et la β . Ces protéines sont présentes dans le lait sous forme d'un complexe colloïdale formant un micelle grâce à des liens de phosphate de calcium. La caséine kappa jouerait un rôle important dans la formation des micelles empêchant leur précipitation par le calcium. Ces protéines sont d'une très grande valeur nutritionnelle puisqu'elles contiennent tous les acides aminés essentiels.
- o Les protéines du lactosérum ou dites du petit lait. Ces protéines sont celles qui restent dans le lait après avoir enlevé les lipides et précipité les caséines (avec la rénine ou en abaissant le pH à moins de 4,6).

La composition de lait de la lapine évolue avec l'avancement de la lactation, ce lait s'enrichit en quelques nutriments et s'appauvrit en d'autres (Figure 24).

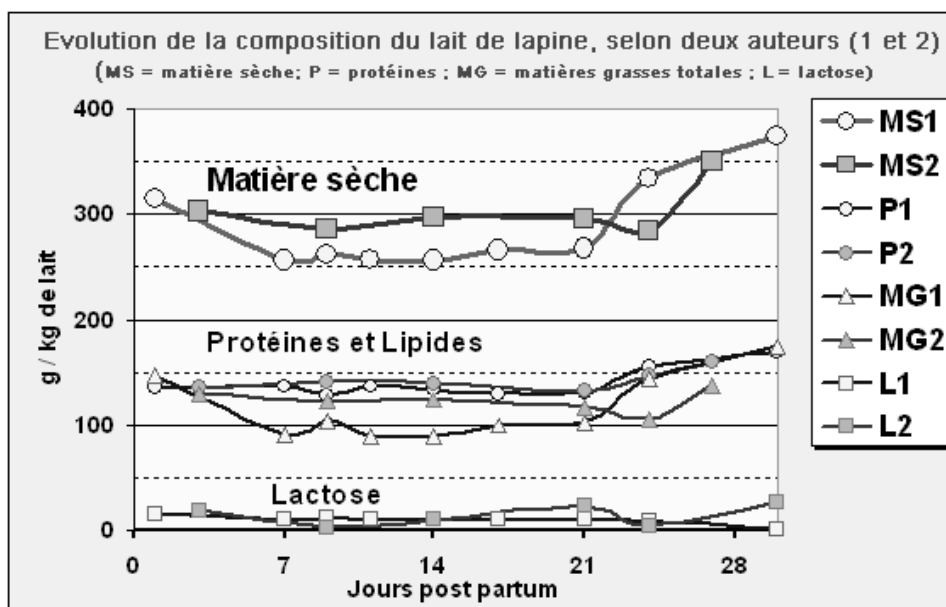


Figure 24 : Evolution de la composition du lait de lapine au cours de la lactation, pour la matière sèche (MS), les protéines (P) les matières grasses (MG) et le lactose (L) selon Lebas (1971) et Kustos *et al.*, (1999).

IV.3. Galactopoïèse :

Le terme galactopoïèse est utilisé pour décrire l'ensemble des phénomènes et des facteurs associés avec le maintien de la production de lait. Le niveau de production de lait par la glande mammaire est, par contre, fonction de deux facteurs : (1) le nombre de cellules alvéolaires, (2) l'activité métabolique des cellules alvéolaires.

IV.3.1. Nombre de cellules alvéolaires :

Si on prend le poids de la glande mammaire à titre d'indice du nombre de cellules alvéolaires, on observe une relation directe et linéaire entre le poids de la glande et la production de lait chez différentes espèces étudiées (Cowie *et al.*, 1980 ; Figure 25). Par contre, si on veut faire la même comparaison à l'intérieur d'une même espèce, on doit être prudent. En effet, le poids de la glande mammaire d'une vache de boucherie peut être égale ou même supérieure à celui d'une vache laitière. Les vaches laitières vont produire beaucoup plus de lait que les vaches de boucherie. De toute évidence, la composition cellulaire de leurs glandes mammaires sont différentes, certaines races possèdent plus de cellules alvéolaires et moins de tissus adipeux dans leur glande mammaire au moment de la lactation (Lacasse, 2003).

La production de lait est fortement influencée par la quantité de cellules alvéolaires présentes dans la glande mammaire au moment de la lactation. En effet, lors de la lactation, il existe une corrélation très étroite entre la quantité de cellules mammaires, mesurée par son contenu en ADN, et la production de lait chez la rate (r

= 0.92) et la chèvre ($r = 0.89$). Par contre, cette relation est moins bonne lorsque l'on mesure son contenu en ADN avant la gestation ($r = 0.58$ à 35 jours chez la souris ; $r = 0.45$ à 5 mois chez la génisse).

Après le pic de lactation, le niveau de différenciation des cellules mammaires ne change pas. Il est donc évident que la diminution de production qui suit le pic est due à une perte de cellules (Knight et Wilde, 1993).

En fait, malgré qu'il y ait toujours un certain niveau de prolifération cellulaire dans la glande, celle-ci est habituellement (sauf en début de lactation) plus lente que le nombre de cellules perdues (Capuco et *al.*, 2001). La majeure partie de la perte de cellules se produit par apoptose (Wilde et *al.*, 1997). Il y a donc un grand intérêt à bien identifier les facteurs qui gouvernent l'apoptose et la survie des cellules mammaires car ceux-ci ont un impact majeur sur le déclin de la lactation.

IV.3.2. Activité métabolique des cellules alvéolaires :

La distribution des éléments nutritifs vers les divers tissus de l'organisme implique deux types de régulation qui sont l'homéostasie et l'homéorhésie. Le concept d'homéostasie se réfère donc fondamentalement à la notion de stabilité. Le jeu des fonctions biologiques implique que le milieu intérieur reste constamment identique à lui-même du point de vue chimique et physico-chimique ou tout au moins que ses variations soient très limitées. D'autre part, l'homéorhésie est défini comme étant les changements orchestrés du métabolisme des tissus de l'organisme afin de supporter un état physiologique (Bauman et Currie, 1980).

Ainsi, la régulation homéorhétique implique la coordination du métabolisme pour assurer un débit uniforme d'éléments nutritifs vers une fonction physiologique prioritaire telle que la production de lait durant l'allaitement. Durant la lactation, un certain nombre de changements homéorhétiques doivent se produire dans tous les tissus de l'organisme afin d'augmenter le débit des éléments nutritifs vers la glande mammaire et ainsi supporter la synthèse et la sécrétion du lait. Ainsi, on observe entre autres les changements suivants:

- (1) une augmentation de la prise alimentaire ;
- (2) une hypertrophie du tissu digestif et du foie ce qui améliore la digestion et l'absorption des éléments nutritifs;
- (3) une plus grande mobilisation des éléments énergétiques à partir des réserves corporelles;
- (4) une augmentation du débit cardiaque ainsi que du débit sanguin vers la glande mammaire, ce qui favorisent une plus grande captation des éléments nutritifs (Lacasse, 2003).

IV.3.3. La persistance de la lactation

Il y a des mécanismes biologiques permettant d'ajuster la production de lait à la demande. En effet, la production de lait va décliner à mesure que le jeune animal commence à manger d'autres aliments. Dans les situations où la demande pour le lait reste élevée, le rythme du déclin va diminuer ou, autrement dit, la persistance de la lactation va être augmentée. Chez les rongeurs, la lactation peut être prolongée simplement en changeant régulièrement la portée par une plus jeune, ce qui maintient une demande élevée pour le lait. Chez les ruminants, une augmentation de la fréquence de traite stimule la production laitière et en augmente la persistance. Ces données suggèrent donc que la persistance de la lactation est régulée principalement au niveau de la glande (Boutinaud, 2004).

Cependant, d'autres facteurs semblent affecter la persistance à un niveau différent. La gestation est clairement associée à une accélération du déclin de la lactation.

On a longtemps cru que cet effet était dû à la réorientation d'une partie des nutriments à la croissance du fœtus. Cependant, l'effet de la gestation sur la production laitière est perceptible aussi tôt alors que les besoins pour la croissance du fœtus sont négligeables. En fait, l'effet de la gestation coïncide avec l'initiation de la sécrétion d'estrogènes par l'unité foeto-placentaire.

De même, l'administration de somatotropine et la photopériode de jours longs semblent aussi avoir un effet sur la persistance de la lactation (Boutinaud, 2004).

Chapitre 3 : Bilan énergétique et gestion des réserves corporelles de la lapine

L'impact de l'énergie sur les performances de reproduction est clairement admis par tous. L'énergie est-elle l'aspect de la nutrition le plus important relativement à la reproduction? Il faut plutôt dire que tous les nutriments ont leur importance afin de réaliser des performances de reproduction à la hauteur de nos attentes.

Par ailleurs, il faut bien admettre que l'énergie est probablement l'aspect le plus difficile à gérer.

Pour cela, il est essentiel de mieux comprendre les relations entre le bilan énergétique, l'état corporel et la fertilité des femelles.

I. Bilan énergétique et état nutritionnel de la lapine :

I.1. Bilan énergétique :

Le bilan nutritionnel d'un animal est calculé par la différence entre les apports nutritionnels d'origine alimentaire et ses multiples besoins (Fortun-Lamothe, 2003 ; Figure25).

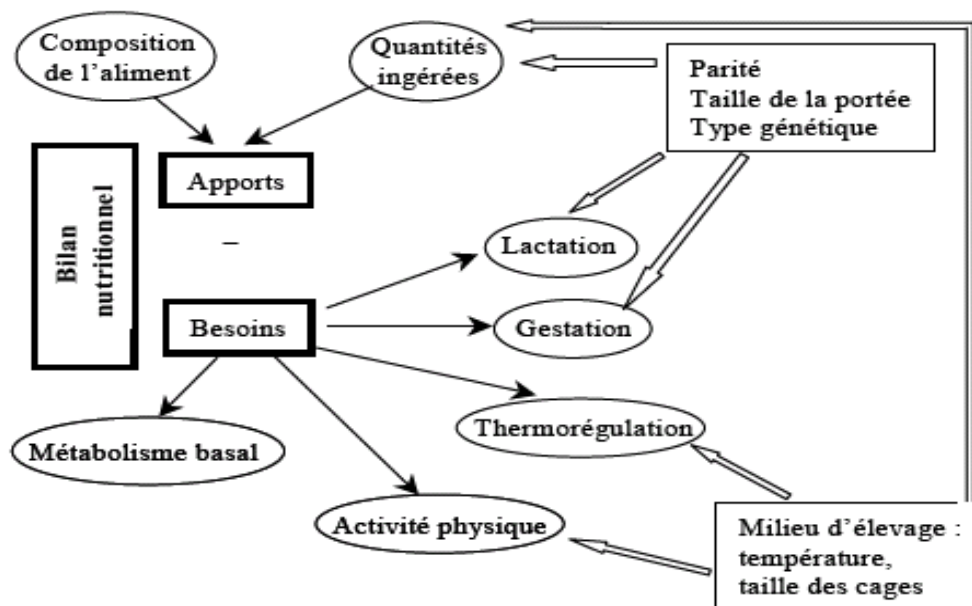


Figure 25 : les facteurs de variations du bilan énergétique de la lapine (Fortun-Lamothe, 2003).

Chez les lapines reproductrices, classiquement élevées en cages individuelles et recevant un aliment complet et équilibré, la détermination des apports énergétiques ne pose en principe pas de problèmes. Elle se calcule en multipliant la quantité d'aliment ingéré par la composition de cet aliment (énergie et nutriments).

Cependant, chez le lapin, c'est la méthode des abattages comparatifs qui a été le plus souvent employée. Elle consiste à déterminer les variations d'énergie corporelle sur une période donnée par abattage de deux groupes d'animaux au stade initial et final. Cette méthode est assez lourde et basée sur l'hypothèse que la composition initiale des deux groupes d'animaux abattus (stade initial et final) est homogène et identique, ce qui n'est pas aisément vérifiable, de plus elle ne permet pas de suivre les animaux sur plusieurs cycles de reproduction.

De nombreuses méthodes d'évaluation de la composition corporelle *in vivo* sont disponibles chez les autres espèces et sont testées chez le lapin, telle que l'utilisation du rayonnement infra rouge (Masoero et *al.*, 1992) ou la technique de dilution isotopique (Fekete, 1992), qui se sont révélées peu fiables.

La tomographie aux rayons X ou l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (Kover et *al.*, 1998) sont intéressantes mais trop coûteuses et lourdes à mettre en œuvre (anesthésie) pour pouvoir concurrencer la méthode des abattages comparatifs (Fortun-Lamothe, 2003).

I.2. Indicateurs plasmatiques du statut nutritionnel des lapines :

Chez le lapin, plusieurs auteurs ont observé une diminution de la glycémie au cours de la gestation en réponse à l'augmentation progressive des besoins pour la croissance foetale (Parigi-Bini, 1990). Les taux de glucose sanguins, sont encore plus faibles chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes (Fortun-Lamothe, 1994b) car la glande mammaire est aussi un capteur important de glucose pour la synthèse des lipides du lait (Jones et Parker, 1988).

Une augmentation des concentrations en glycérol ou en acides gras non estérifiés indique généralement une mobilisation des lipides corporels. D'ailleurs, les niveaux circulants de ces deux types de composés diminuent en début de gestation lorsque le métabolisme est orienté vers le stockage d'énergie et augmentent en fin de gestation lorsque les tissus adipeux sont mobilisés. Le taux d'insuline, qui favorise l'utilisation du glucose par les tissus adipeux et donc le stockage d'énergie sous forme de graisses, augmente très fortement en début de gestation pour revenir à un niveau basal en fin de gestation. A l'inverse, le glucagon qui favorise le déstockage des réserves corporelles augmente très fortement en fin de gestation (Gilbert, 1984). La mobilisation corporelle débute beaucoup plus tôt chez les lapines qui sont simultanément gestantes et ceci se traduit par des niveaux circulants d'acides gras non estérifiés plus élevés chez les lapines gestantes et allaitantes en début et en milieu de lactation. Au contraire, en fin de lactation ces niveaux n'augmentent plus, ce qui

reflète l'épuisement relatif des réserves adipeuses des femelles allaitantes à ce stade. De même, la glycérolémie est plus faible chez les femelles qui allaitent que chez les femelles non allaitantes tout au long de la gestation (Fortun-Lamothe , 1994b).

I.3. Facteurs de variation du bilan énergétique :

Le bilan énergétique des animaux est influencé à la fois par des facteurs intrinsèques c'est à dire propres à l'animal (la parité, la taille de la portée, le type génétique...), et des facteurs extrinsèques liés aux conditions d'élevage (le rythme de reproduction, la température...).

I.3.1. Les facteurs intrinsèques :

I.3.1.1. La parité :

La parité affecte fortement le bilan énergétique des lapines. En effet, la consommation d'aliment est plus faible chez les femelles primipares que chez les femelles multipares (10 à 30% suivant les auteurs). Le bilan énergétique des lapines est donc plus déficitaire durant la première lactation que pour les portées suivantes (Bolet et Fortun-Lamothe, 2002).

Cette situation explique en grande partie les plus faibles performances de reproduction (taille et poids de la portée, production laitière) observée chez les femelles primipares comparées aux femelles multipares.

I.3.1.2. La taille de portée :

Chez la lapine, la production laitière s'accroît avec le nombre de lapereaux allaités. Parallèlement, l'ingestion d'aliment augmente de 8,3 g d'aliment pour 10 g de lait produit en plus (Lebas, 1987).

Le déficit énergétique au cours de la lactation est donc plus important lorsque la taille de la portée augmente : respectivement -8,9 MJ et -11,8 MJ pour 4 et 10 lapereaux allaités (Castellini et *al.*, 2003).

En conséquence, le poids du tissu adipeux péri rénal est plus faible chez les femelles ayant allaités une portée de grande taille, que ce soit pendant une seule (Fortun et Lebas, 1994b) ou bien plusieurs portées successives (Fortun-Lamothe et *al.*, 2002a).

I.3.1.3. Le génotype :

Le génotype peut modifier le bilan énergétique des animaux, puisqu'il peut influencer à la fois leur consommation (les apports), leur format et leurs performances de reproduction (les besoins).

Fortun-Lamothe (1998) ont comparé le bilan énergétique et l'état corporel de lapines appartenant à deux souches de format différent. Les femelles de la souche lourde (+10 % de poids vif) ont eu une ingestion d'aliment plus élevée (+11 %), un déficit

énergétique au cours de la lactation plus faible (- 47 %), et des réserves corporelles au moment du sevrage plus importantes (masse adipeuse dissécable : +30 %), et ceci avec une production laitière similaire à celle de la souche légère.

I.3.2. Les facteurs extrinsèques :

I.3.2.1 Le rythme de reproduction :

Le rythme de reproduction influence également le bilan énergétique des animaux. Lorsque la femelle est fécondée pendant la lactation, la gestation et la lactation se superposent et les besoins pour la production de lait et ceux pour la croissance des foetus s'additionnent. Dans cette situation la production laitière des femelles décroît progressivement, pour s'annuler dans les jours qui précèdent la mise bas (Xiccato et *al.*, 1995).

Mais en même temps, la croissance foetale et donc les besoins qui lui sont associés augmentent très fortement. Le déficit énergétique et la mobilisation corporelle des lapines augmentent lorsque le rythme de reproduction s'accélère (Pascual et *al.*, 2002b).

Sur le long terme cette situation peut devenir problématique car les femelles n'ont pas (fécondation *post partum*) ou peu (rythme 35 ou 42 jours) de périodes moins productives, pendant lesquelles elles peuvent reconstituer les réserves mobilisées auparavant.

I.3.2.2. Le stress thermique et ses conséquences:

Un stress est défini comme un facteur qui porte atteinte à l'environnement satisfaisant et à l'état d'équilibre de l'animal.

Lorsque l'animal est dans une situation de malaise, l'axe hypothalamo-hypophysaire intervient et libère de l'ACTH puis de glucocorticoïdes. Bien que la température ambiante soit la composante principale du stress thermique, l'humidité ambiante n'a pas un rôle négligeable.

Une élévation de la température ambiante au-delà de 26-28°C entraîne chez le lapin une réduction très forte de la consommation d'aliment (-20 à -50% selon les auteurs : Simplicio et *al.*, 1988 ; Barreto et De Blas , 1993 ; Fernandez-Carmona et *al.*, 1995 ; Szendrő et *al.*, 1999). Dans cette situation le déficit énergétique des lapines au cours de la lactation s'aggrave et l'état corporel des femelles se détériore (Fortun-Lamothe, 2003).

II. Interaction entre nutrition et reproduction chez la lapine :

II.1. Statut nutritionnel, état corporel et aptitude à la reproduction :

L'influence de la nutrition sur les capacités de reproduction des mammifères domestiques est connue depuis très longtemps. Les performances de reproduction des animaux sont fortement perturbées si les besoins énergétiques et protéiques ne sont pas couverts, soit en cas d'insuffisance des ressources disponibles (élevages extensifs) soit en cas de forte augmentation des besoins (lactation, gestation répétées en élevages intensifs) (Figure 26). Les conséquences d'une modification de la couverture des besoins varient selon l'intensité de la perturbation.

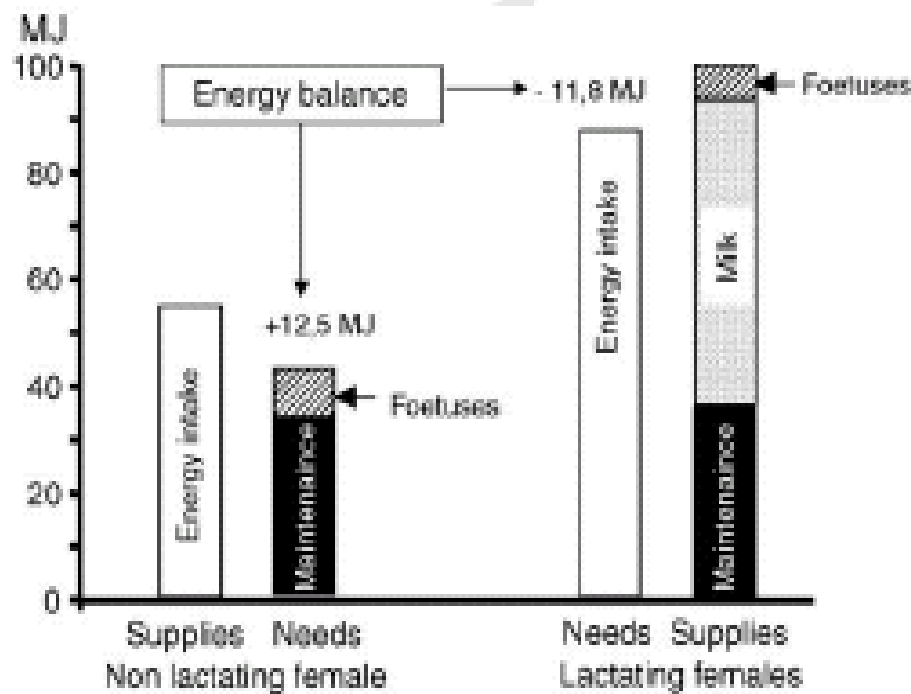


Figure 26 : La balance énergétique chez la lapine simultanément gestante et allaitante durant la deuxième gestation (Fortun et Lebas, 1994a).

Elles vont d'une diminution du taux d'ovulation chez les espèces poly-ovulantes ou d'une irrégularité des cycles chez les espèces mono-ovulantes, à un arrêt total de la cyclicité (Monget, 1997). Cette réponse, est considérée comme une adaptation de l'organisme pour éviter une demande métabolique excessive pour la reproduction, qu'il ne pourrait pas assumer en cas de ressources alimentaire et/ou de réserves corporelles insuffisantes. En plus d'une action sur l'ovulation, le bilan énergétique semble également avoir un effet sur la qualité des gamètes émis, la qualité de l'environnement utérin et la sécrétion de progestérone. Enfin, la quantité de nutriments disponibles a une action directe sur la croissance foetale et la production laitière.

La relation entre l'état des réserves corporelles d'un animal, et plus particulièrement la quantité de tissu adipeux, et son aptitude à la reproduction a été observée depuis plusieurs décennies. C'est pourquoi, l'idée que le tissu adipeux lui-même pourrait synthétiser une hormone agissant sur les mécanismes régulateurs de l'ingestion avait été formulée. Mais la preuve de son existence est très récente, la leptine (du grec *leptos*, mince) ayant été mise en évidence chez la souris en 1994 (Zhang et *al.*, 1994).

La leptine est essentiellement synthétisée par le tissu adipeux et sa concentration plasmatique est corrélée avec la proportion de lipides corporels et l'indice de masse corporelle (Chilliard et *al.*, 1999). Toutefois, il a été montré que d'autres tissus synthétisaient également cette hormone (placenta, épithélium gastrique). Elle agit à court terme en diminuant la prise alimentaire, en augmentant les dépenses énergétiques et en favorisant la lipolyse.

D'ailleurs, il a été montré chez plusieurs espèces de mammifères que le gène du récepteur à la leptine est exprimé dans l'hypothalamus, dans l'hypophyse et dans l'ovaire (Figure 27). Plusieurs travaux ont montré les effets de la leptine sur la sécrétion de LH (Henry et *al.*, 2001). Au niveau gonadique, cette hormone aurait un rôle modulateur de la stéroïdogénèse et pourrait aussi inhiber directement l'ovulation (Duggal et *al.*, 2000).

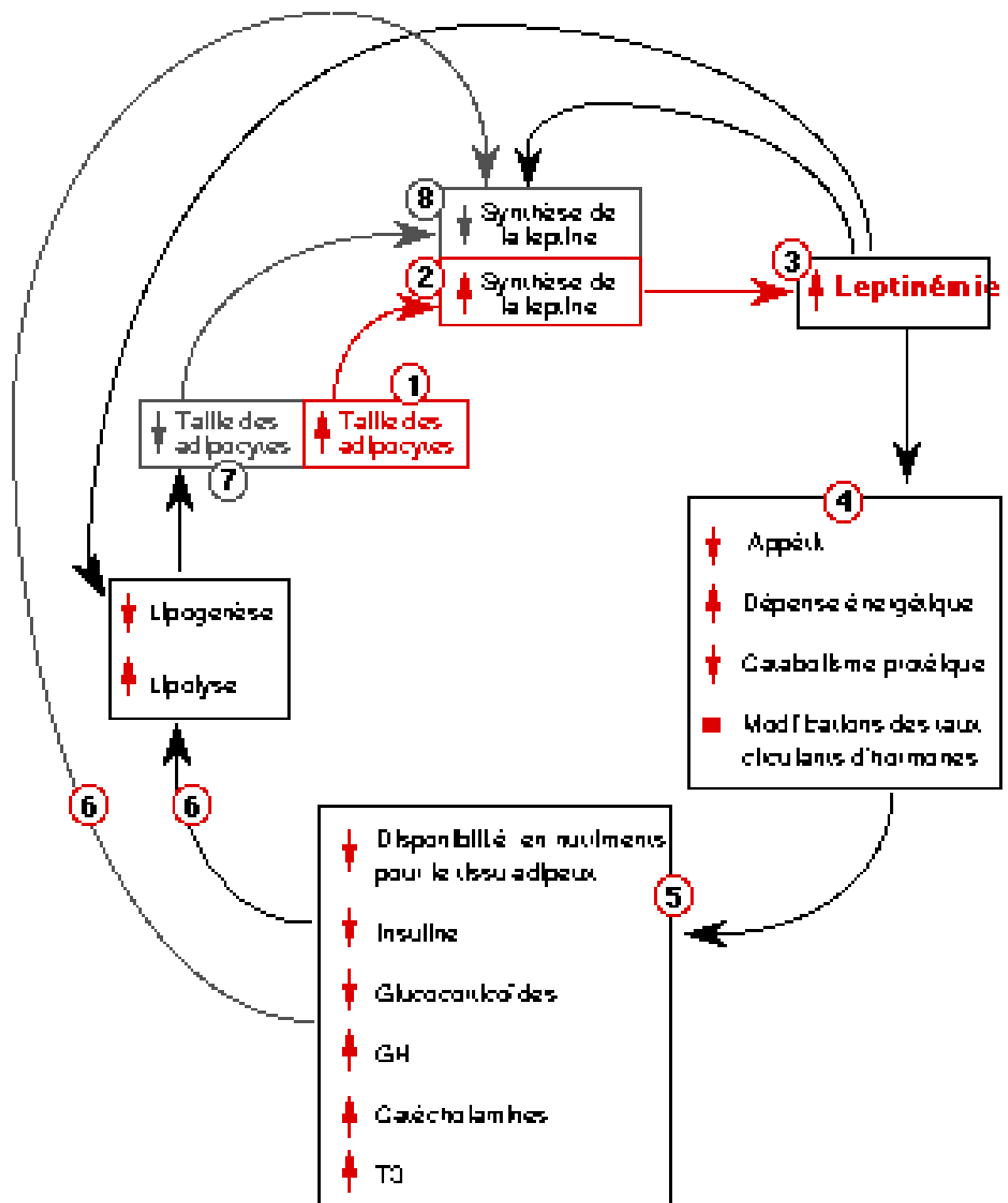


Figure 27 : Régulation de l'adiposité chez les rongeurs et chez l'Homme (Chilliard et al.,1999).

II.2. Déficit énergétique et performance de reproduction chez la lapine :

Avec les rythmes de reproduction actuellement utilisés en élevage cunicole (rythmes à 35 ou 42 jours), les femelles sont inséminées alors qu'elles sont allaitantes.

Cette situation a des conséquences négatives sur les performances de reproduction. Il a été montré que la lactation affecte toutes les composantes de la productivité numérique et pondérale des lapines. Ainsi, la lactation a globalement un effet néfaste sur la réceptivité (dont l'ampleur diminue lorsque l'intervalle mise bas/accouplement augmente sauf en *post partum*), le taux de gestation, la viabilité prénatale (embryonnaire et foetale) et la croissance foetale (Theau-Clément et Roustan, 1992 ; Fortun-Lamothe et *al.*, 1999).

Le statut hormonal de la femelle allaitante est très différent de celui d'une femelle qui n'allait pas pendant la gestation : taux plus élevés de prolactine, d'ocytocine et de progestéronémie plus faible (Fortun et *al.*, 1993a).

Cette situation explique une partie des effets négatifs de la lactation sur l'ovulation et la mortalité prénatale (Fortun-Lamothe et *al.*, 1994a et 1994b). L'autre facteur impliqué dans la diminution des performances de reproduction chez les lapines allaitantes est le déficit énergétique qui survient au cours de la lactation.

Celui-ci semble impliqué dans les effets négatifs de la lactation sur le nombre d'ovules pondus, ainsi que dans le taux de gestation et de mortalité embryonnaire

De nombreux travaux montrent que le poids des foetus est corrélé avec le bilan énergétique des femelles, qu'elles soient allaitantes ou non (Fortun-Lamothe et Prunier, 1999a). Chez les femelles simultanément gestantes et allaitantes une compétition dans la répartition des nutriments s'effectue entre l'utérus gravide et la glande mammaire. Celle-ci se réalise, en général, au détriment de la croissance foetale.

Toutefois, il existe une croissance foetale compensatrice durant les quelques jours qui séparent le sevrage de la parturition suivante, qui reste partielle.

En effet, la composition corporelle des lapereaux à la naissance est affectée par la superposition de la lactation et de la gestation.

Ainsi, la teneur en eau est plus élevée (+2,2 points) et les teneurs en protéines (-0,3 points) et en lipides (-2 points) sont plus faibles chez les lapereaux issus de lapines allaitantes comparativement à ceux issus de lapines non allaitantes (Fortun-Lamothe et *al.*, 1999b).

III. Stratégies d'alimentation et d'élevage pour une meilleure maîtrise de la reproduction :

Le déficit énergétique engendré par la production de lait explique en grande partie les problèmes de fertilité et d'état corporel insuffisant des femelles en élevage cunicole. Plusieurs stratégies peuvent être envisagées pour résoudre ce problème, il convient d'essayer d'augmenter les apports ou de diminuer les besoins.

Enfin, on peut envisager des schémas de sélection qui intègrent plus les aspects de gestion des réserves corporelles au cours du cycle de reproduction (Fortun-Lamothe, 2003).

III.1. Stratégies d'alimentation :

L'ingestion d'énergie d'un animal dépend à la fois de sa capacité d'ingestion et de la teneur en énergie de l'aliment. Plusieurs travaux ont porté sur la distribution d'un aliment riche en fibres aux lapines futures reproductrices entre le sevrage et la mise à la reproduction dans le but d'augmenter leur capacité d'ingestion ultérieure et de limiter leur mobilisation corporelle (Fortun-Lamothe, 2003).

Au cours de ces dernières années, de nombreux travaux ont porté sur l'influence d'une augmentation de la teneur en énergie de l'aliment sur l'état corporel et/ou les performances de reproduction de la lapine.

Les stratégies envisagées consistent à distribuer un aliment plus énergétique, soit sur une période courte (méthode du flushing), soit sur la totalité de la lactation ou du cycle de reproduction (Fortun-Lamothe, 2003).

Le déficit énergétique chez la femelle allaitante a une action à court terme sur l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien et diminue le nombre d'ovules pondus et le taux de gestation. La technique du flushing alimentaire, qui consiste à augmenter les apports énergétiques pendant les jours qui précèdent la mise à la reproduction est couramment utilisée chez d'autres espèces (Khireddine et *al.*, 1998).

Fortun-Lamothe (1998) a montré que la distribution à des femelles allaitantes d'un aliment riche en énergie (12,2 MJ/kg MS) pendant les 10 jours qui précèdent la mise à la reproduction permet effectivement d'accroître l'ingestion d'énergie chez les femelles multipares (+8 %), et d'augmenter leur taux de gestation (97,1 % vs 78,4 %) comparativement aux lapines recevant un aliment modérément énergétique (9,9 MJ/kg MS) pendant la même période.

En conclusion, il convient de veiller à ce que les femelles, notamment les jeunes, aient des apports énergétiques suffisants, en raison de l'importance de leurs besoins. Une augmentation de la concentration énergétique de l'aliment distribué aux femelles est complètement justifiée (10,5 à 11,5 MJ/Kg pour les aliments distribués aux femelles vs 9,2 à 10,5 MJ/Kg pour les aliments distribués aux lapereaux en engraissement). En l'état actuel des connaissances, on peut recommander l'utilisation d'un aliment riche en amidon au début de la lactation (0-18 jours) afin de :

1/ Limiter le déficit énergétique et la mobilisation corporelle en début de lactation.

2/ Améliorer la fertilité au moment de la saillie.

A l'inverse, en fin de lactation il semble préférable d'utiliser un aliment pauvre en amidon et plus riche en fibres, l'énergie étant alors d'origine lipidique, afin de favoriser la préparation nutritionnelle des jeunes sans trop pénaliser les femelles. Toutefois, cette solution reste un compromis et la voie alimentaire seule n'offre pas de solution pleinement satisfaisante au problème du déficit énergétique et de la mobilisation corporelle des lapines allaitantes. Il convient donc de rechercher parallèlement des solutions complémentaires, portant notamment sur les méthodes d'élevage, et qui pourraient limiter les besoins nutritionnels des femelles.

III.2. Méthodes d'élevage :

Une modification du rythme de reproduction et/ou de l'âge au sevrage apparaissent à l'heure actuelle comme des moyens efficaces pour diminuer les besoins nutritionnels de la lapine reproductrice.

Les travaux de Theau-Clément (2001) montrent que le stade de lactation influence de manière importante le statut ovarien et l'aptitude des lapines à la reproduction. La productivité des lapines allaitantes observées 24 heures après la saillie ou insémination artificielle (nombre d'oeufs fécondés / IA) croît quand l'intervalle mise bas insémination augmente (entre 1 et 19 jours de lactation).

Castellini et *al.*, 2003 ont comparé, sur 8 cycles consécutifs, les performances de deux groupes de femelles soumises à un rythme de reproduction fixe (rythme 42 jours) ou alternatif (un cycle sur deux : IA le lendemain de la mise bas ; un cycle sur deux : IA le lendemain du sevrage).

Toutes les femelles primipares étaient inséminées 1 jours après le sevrage (toujours pratiqué à 26 jours de lactation). La taille de la portée était égalisée à 8 lapereaux. Au final, l'intervalle réel moyen entre deux mise bas était identique dans les deux groupes de femelles (57,4 vs 58,1 jours pour le rythme classique ou alternatif, respectivement). Comparé au rythme de reproduction classique, le rythme de reproduction alternatif a permis de réduire le déficit énergétique des femelles de 6,7% (140 vs 150 kJ / jour / kg^{0,75}).

En parallèle, le taux de remplacement annuel des femelles (80 vs 90%) était plus faible tandis que le nombre et le poids de lapins vendus par femelle et par an étaient significativement supérieurs (+6%). Ces résultats sont expliqués aussi par une plus faible mortalité des lapereaux entre la naissance et la vente (25% vs 30%).

Cet exemple n'est probablement pas directement applicable en élevage, car le rythme de reproduction alternatif proposé ne permet pas une organisation du travail à jour fixe (intervalle entre deux mise bas variable en fonction du cycle de reproduction et qui n'est pas un multiple de 7). Par contre, il a le mérite de montrer qu'un rythme de reproduction laissant aux femelles des périodes de moindre sollicitation peut permettre d'améliorer la productivité d'un élevage. Le sevrage

précoce semble également une solution pertinente pour limiter la mobilisation corporelle des lapines allaitantes, en limitant la durée de la lactation.

Une combinaison de ces deux solutions est également envisageable : réduction du rythme de reproduction associée à un sevrage précoce voire insémination après un sevrage précoce.

En effet, les résultats de Theau-Clément (2001) et Lamothe (2003) montrent que les femelles non allaitantes ont de meilleures potentialités que les femelles allaitantes (Figure 28). En cela, ils confirment l'antagonisme partiel entre lactation et mise en place d'une nouvelle gestation.

Principaux mécanismes impliqués dans les effets de la nutrition sur la reproduction (Lamothe 2003)

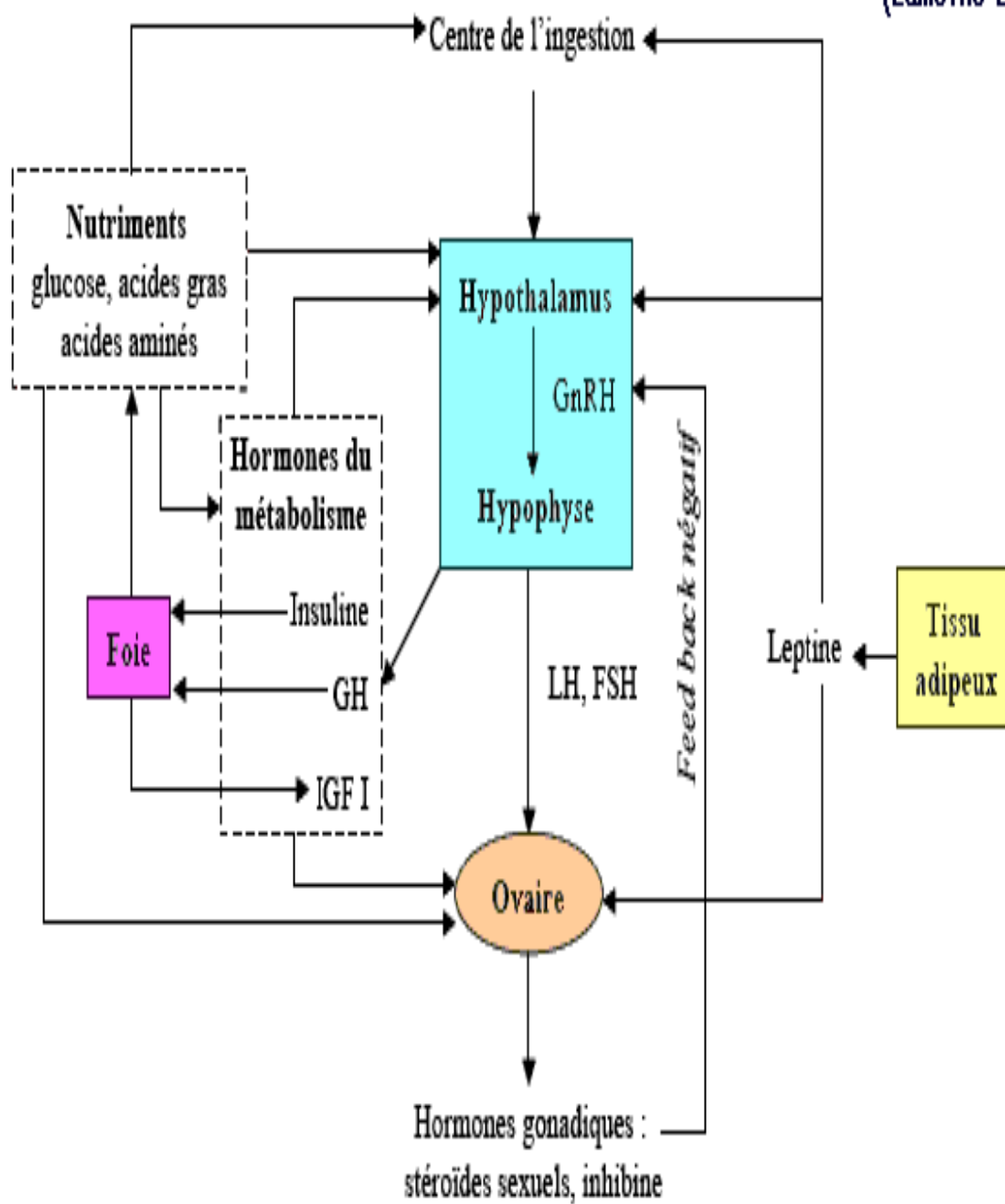


Figure 28 : Principaux mécanismes impliqués dans les effets de la nutrition sur la reproduction (Fortun-Lamothe, 2003)

MATERIELS ET METHODES

Objectifs :

A travers l'étude bibliographique, l'influence du rythme de reproduction sur la productivité de la lapine a été largement démontrée par plusieurs travaux.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques de la lapine de population locale, sur la production laitière, la qualité du lait, le profil métabolique et sur la composition corporelle des lapereaux.

1. Lieu et durée de l'expérimentation :

L'expérimentation a duré huit mois (de la mi-avril à la mi-novembre 2005) et s'est déroulé au niveau de la station expérimentale de l'ITELV à Baba Ali.

2. Les animaux :

Les animaux sont de population locale (Nullipares) de phénotypes différents (Annexe), les seuls critères de choix sont l'âge (10 mois), le poids (2100-3400g) et l'état sanitaire.

Les femelles et les mâles mis en place sont au nombre respectivement de 43 et 7, issus de l'élevage de parents maintenus en population locale fermée depuis six générations, dans la station expérimentale de l'ITELV à Baba Ali.

3. Le bâtiment d'élevage :

L'élevage est conduit dans un bâtiment construit en dur, d'une superficie de 120m², avec un SAS servant au stockage de l'aliment.

L'aération est statique (assurée par six fenêtres de chaque côté du bâtiment).

En plus de la lumière naturelle, un éclairage artificiel est assuré durant toute la période de l'essai.

4. Le matériel d'élevage :

Les animaux sont logés dans une batterie de type Flat Deck, composée de cages individuelles, en grillage métallique, mesurant 70cm de long et 40cm de largeur. Elles sont munies de mangeoire individuelle, de tétine pour l'abreuvement et d'une boîte à nid pour les femelles (Annexe).

Dans la boîte à nid sont disposées des mangeoires et des abreuvoirs pour mesurer l'ingestion des lapereaux (annexe).

La température et l'humidité enregistrées sont comprises entre 17C°-32C° et 34%-83% respectivement.

5. L'alimentation :

L'aliment utilisé durant l'expérimentation est granulé (4 mm de diamètre et 5-7mm de long). Les quantités distribuées ont été testées préalablement sur le même cheptel, au niveau de la Station de l'ITELV. Elles sont recommandées comme suit :

- Les reproducteurs mâles : 100g/jour
- Les reproductrices avant la saillie : 100g/jour
- Après palpation positive : 200g/j
- Après la mise bas : alimentation à volonté

La formule alimentaire comprend les matières premières représentées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Composition de la formule alimentaire de l'aliment (%).

Maïs	9.5
Orge	13
Son de blé	21
Luzerne	44
Tourteau de soja	8
Calcaire	2
Phosphate bicalcique	1,5
CMV	1
Total	100

6. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment granulé :

Un aliment granulé de type standard (mixte) est distribué pour les lapines reproductrices et les lapereaux en période pré sevrage.

Le Tableau 18 rapporte les résultats de la composition chimique de l'aliment.

La teneur moyenne en matières azotées totales estimée à 13.8 % de la matière brute est inférieure aux recommandations nutritionnelles de la lapine en semi intensif (17 – 17.5%) et en intensif (18 – 19%) (Lebas, 2004).

Le taux de matières grasses et de cellulose sont conformes aux normes énoncées par Lebas (2004) comprises entre 3 et 5% pour les matières grasses et un minimum de 11% de cellulose brute exprimés par rapport à la matière brute.

Tableau 15 : Composition chimique de l'aliment.

Matière sèche %	90,98
Matière minérale %	4,2
Matière grasse %	3,38
Protéines %	13,84
Cellulose brute %	11,19

7. Conduite de la reproduction :

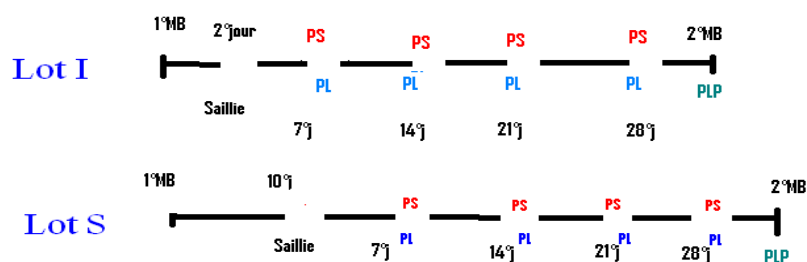
Les saillies sont réalisées vers la fin du mois d'Avril et la constitution des lots est faite après la première mise-bas.

- Le lot intensif ((I), n=10) : la femelle est représentée au mâle le deuxième jour post partum.
- Le lot semi intensif ((S), n=10) : les femelles sont saillies 10 jours après la mise-bas.

Le contrôle de la gestation se fait par palpation transabdominale 14 jours après la saillie. Trois jours avant la date présumée de la mise-bas, la boîte à nid est tapissée de copeaux de bois sur lequel la femelle ajoute ses propres poils.

Le sevrage est pratiqué à 28 jours pour le lot (I) et à 35 jours pour le lot (S) (Figure 29).

Schéma expérimental



PS: Pélèvement sanguin
 PL: Prélèvement de lait
 PLP: Prélèvement d'un lapreau

Figure 29 : Schéma expérimental adopté.

8. Paramètres zootechniques étudiés :

8.1. Paramètres zootechniques

Les caractéristiques zootechniques mesurées sur les deux lots sont :

- Le taux de réceptivité globale (%) représente le nombre de femelles acceptant la saillie sur le nombre total des femelles présentées aux mâles rapporté à 100.
- La prolificité à la naissance concerne le nombre total de lapereaux nés par mise-bas (Deuxième mise bas).
- Le poids de la portée à la naissance est obtenu par la pesée de la portée.
- Evolution de la croissance du lapereau est mesurée par la différence de poids final et initial du lapereau chaque semaine
- l'ingestion individuelle de lait est mesurée par différence de poids du lapereau avant et après tétée.
- la consommation hebdomadaire d'aliment des lapereaux pré sevrés est mesurée par la différence entre le distribué et le refus chaque semaine.
- la production laitière quotidienne est estimée par différence de poids de la femelle avant et après tétée.
- la consommation hebdomadaire des femelles est mesurée par la différence entre le distribué et le refus chaque semaine.

8.2. Paramètres sanguins et composition chimique du lait et du lapereau nouveau né :

Quatre prélèvements de sang et de lait sont effectués chaque semaine jusqu'à la mise-bas (Figure 29).

Le sang est prélevé au niveau de l'artère auriculaire médiane, à l'aide de vacutainers contenant 0.85 U.I d'héparine. Le sang recueilli est centrifugé (3500 tours/mn, pendant 15mn). Le plasma obtenu est aliquoté et conservé au froid (-20°C) afin d'effectuer les analyses biochimiques (Annexe).

Les paramètres sanguins mesurés sont : la glycémie, les protéines totales, les lipides totaux, les triglycérides, le cholestérol, l'urée et la créatinine.

Le prélèvement de lait est réalisé sur des femelles stimulées par un léger massage des mamelles et complétée par une brève tétée d'un lapereau (Annexe). Le lait est conservé au froid (-20°C) dans des tubes à essai stériles en vue de mesurer la matière sèche, la matière minérale et la matière grasse.

A la mise-bas un lapereau de poids moyen de chaque portée est pesé et sacrifié par dislocation cervicale, ensuite conservé au froid (-20°C). La matière sèche, la matière minérale et matière organique sont déterminées sur ces échantillons.

9. Les traitements et contrôles :

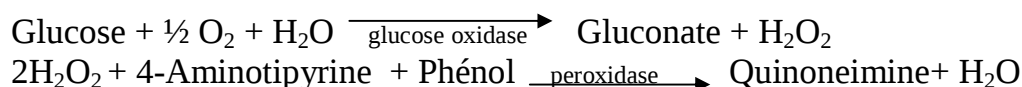
Les opérations pratiquées quotidiennement sont : la vérification des nids, l'évacuation des cadavres et l'observation de l'état général des animaux.

Les pathologies rencontrées et traitées au cours de l'essai sont : l'infection génitale, les mammites, Les troubles digestifs et les maux de pattes.

10. Dosages biochimiques des métabolites sanguins :

- **Glucose :**

Le glucose plasmatique est apprécié par la mesure de l'oxygène consommé au cours d'une réaction d'oxydation catalysée par la glucose oxydase.



Ce dosage est effectué sur 10µl de plasma. Le résultat est exprimé en g/l selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Standard}} \times C_{\text{Standard}} = C_{\text{Echantillon}}$$

- **Protéines totales :**

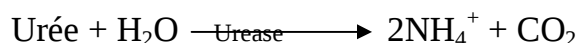
La protéine présente dans l'échantillon réagit avec les ions cuivre en milieu alcalin, pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.

Ce dosage est effectué sur 20µl de plasma. Le résultat est exprimé en g/l selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}}$$

- **Urée :**

L'urée présente dans l'échantillon donne selon les réactions décrites ci-dessous un indophénol coloré quantifiable par spectrophotométrie.



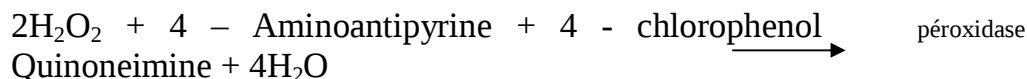
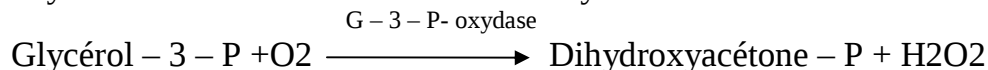
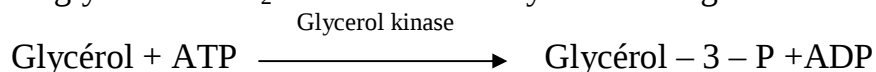
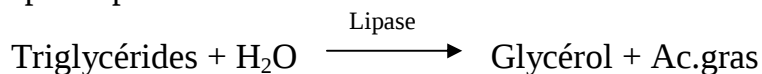


La concentration en urée est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

- **Triglycérides :**

Les triglycérides présents dans l'échantillon donnent selon les réactions décrites ci-dessous un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.

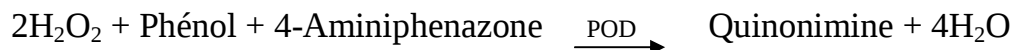
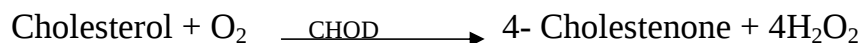


Sur 10µl de plasma la concentration en triglycérides est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

- **Cholestérol :**

Le Cholestérol présent dans l'échantillon donne un complexe coloré selon les réactions décrites ci-dessous :



Sur 10µl de plasma la concentration en cholestérol est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

- **Les lipides totaux :**

Les lipides insaturés réagissent avec l'acide sulfurique pour former les ions de carbonium.

Dans une seconde étape les ions carbonium réagissent avec le phosphovanilline donnant une couleur rose.

L'intensité de la couleur est proportionnelle avec la concentration de l'échantillon en lipides.

Ce dosage est effectué sur 100µl de plasma, leur concentration est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Calibrateur}} \times C_{\text{Calibrateur}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (g/l)}$$

- **Créatinine :**

La créatinine réagit avec les picrates alcalins de sodium formant un complexe rouge, l'intensité de la couleur est proportionnelle avec la concentration de l'échantillon en créatinine.

Le dosage se fait sur 100µl de plasma, la concentration en créatinine est calculée selon la formule suivante :

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

A₁ : l'absorbance lue après 30 secondes

A₂ : l'absorbance lue après 90 secondes

11. Analyse chimique de lait :

11.1. Matière sèche (MS):

- **Principe :**

Le produit est soumis à une dessiccation à 103°C±2 pendant 24 heures dans une étuve isotherme (type HERUS) à la pression atmosphérique. La teneur en eau est déterminée par la différence entre le poids de l'échantillon avant et après séchage.

- **Expression des résultats :**

$$H\% = [(H1 - H2)/P] \times 100$$

H : humidité

H1 : poids de la coupelle avec la matière fraîche avant séchage.

H2 : poids de l'ensemble après séchage.

P : poids de la prise d'essai.

$$\text{Matière sèche (MS\%)} = 100 - H\%$$

11.2. Matière minérale (MM):

- **Principe :**

La teneur en matière minérale d'une substance est conventionnellement le résidu de la substance après incinération (Audige, 1978).

- **Expression des résultats :**

$$MO\% = [(M1 - M2)/P] \times 100$$

MO : matière organique.

M1 : poids du creuset avec la prise d'essai.

M2 : poids du creuset avec les cendres.

P : poids de prise d'essai.

$$\text{Cendres \%} = 100 - MO$$

11.3. Matière grasse (MG) : Méthode acidobutyrométrique dite de GERBER

- **Principe :**

Il consiste en la dissolution des éléments du lait, matière grasse exceptée, par l'acide sulfurique. Sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une quantité de 1ml d'alcool iso-amylique, la MG se sépare en une couche claire (Thieulin et Willaume, 1987).

- **Mode opératoire :**

- a) Préparation du butyromètre :

Dans un butyromètre on introduit successivement :

5ml de lait qui sont complétés à 10ml par de l'eau distillée, 10 ml d'acide sulfurique, en évitant d'agiter prématurément le lait avec l'acide sulfurique. Par la suite 1 ml d'alcool iso-amylique est ajouté à l'aide d'une la pipette en plaçant la pointe en contact avec le col du butyromètre. Agiter le butyromètre préalablement bouché, en retournant lentement 4 à 5 fois, jusqu'à la dissolution complète de la caséine. Le mélange brunit et s'échauffe et devient homogène.

- b) Centrifugation :

Centrifuger le butyromètre en plaçant le bouchon en haut vers la périphérie, de manière que la colonne grasse se trouve dans l'échelle graduée (1200 tours/mn pendant 5mn).

- c) Lecture :

A la sortie de la centrifugeuse, placer le butyromètre le bouchon vers le bas, assurant que la colonne grasse est entièrement dans l'échelle graduée, et lire le niveau le plus bas.

d) Expression des résultats :

La teneur en matière grasse est déterminée par la formule suivante :

$$MG = (n1 - n2) \times 10$$

n1 : la valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.

n2 : la valeur atteinte par le niveau inférieur la colonne grasse.

12. Analyse corporelle des lapereaux nouveaux nés :

12.1. La matière sèche :

• **Mode opératoire :**

Les lapereaux sont pesés et mis dans l'étuve à $105^{\circ} \pm 2$ pendant 24 heures.

Les lapereaux desydratés sont broyés et la matière sèche est refaite sur ce broyat

L'humidité est déterminée par la différence de poids.

$$H\% = [(H1 - H2)/P] \times 100$$

H : humidité

H1 : poids du creuset avec la matière fraîche avant séchage.

H2 : poids de l'ensemble après séchage.

P : poids de la prise d'essai.

$$\text{Matière sèche (MS\%)} = 100 - H\%$$

12.2. Matière minérale (MM):

• **Mode opératoire :**

2g de matière sèche sont introduits dans un four à moufle (type MR 170) à $550 \pm 5^{\circ}\text{C}$ pendant 5 heures.

• **Expression des résultats :**

•

$$MO\% = [(M1 - M2)/P] \times 100$$

MO : matière organique.

M1 : poids du creuset avec la prise d'essai.

M2 : poids du creuset avec les cendres.

P : poids de prise d'essai.

$$\text{Cendres \%} = 100 - MO$$

13. Analyses statistiques :

L'analyse de variance à un facteur a été appliquée pour les performances zootechniques et l'analyse de variance à deux facteurs pour les résultats biochimiques.

RESULTATS

1. Présentation du cheptel :

L'effectif total des lapines nullipares mises à la reproduction durant toute la période de l'essai est de 43 femelles. Au cours de cette période, le taux de réceptivité globale enregistré est de 48,82%. Il a été procédé également à l'élimination et au remplacement de 13 lapines pour différentes causes : maux de pattes, cannibalisme, diarrhée, paralysie, infection génitale et mammites. Après la première mise bas vingt lapines ont été retenues et sont suivies durant un cycle de reproduction (10 lapines par lot).

2. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques :

2.1. Performances de la lapine :

Les résultats de productivité des lapines de population locale selon le rythme de reproduction intensif (I) et semi-intensif (S) sont regroupés dans le tableau 16. Les femelles retenues en expérimentation ont enregistré un poids moyen à la saillie fécondante respectivement de 3053,9g et 3188,4g pour les lots I et S. Par ailleurs, les poids à la mise-bas ont diminué de 7,03 % pour le lot (I) et de 8,94 % pour le lot (S). Toutefois l'analyse statistique n'a pas révélé de différence entre les lots.

Tableau 16 : Les performances zootechniques globales obtenues pour la lapine de population locale selon le rythme de reproduction (intensif (I) et semi-intensif (S)).

	Lot I	Lot S
Nombre de femelles	10	10
Age à la 1 ^{ère} saillie (mois)	10	10
Poids des femelles à la saillie (g)	3053.9 a $\pm$ 298 (9,8)	3188,4 a $\pm$ 287 (9)
Poids des femelles à la mise-bas (g)	2839,3 a $\pm$ 270 (9,4)	2903,3 a $\pm$ 186 (6,4)
Mortinatalité %	6	4
Taille de portée à la naissance (n°2)	4,30 a $\pm$ 1,37 (31.8)	7,40 b $\pm$ 2,37 (32)
Poids de la portée (g)	276 a $\pm$ 117,8 (42)	356,5 a $\pm$ 65 (18)

*Les chiffres suivis d'indices différents (a, b) sont significativement différents.
(CV)

La taille de la portée à la naissance moyenne est supérieure dans le lot (S), l'écart estimé à 41% est différent ($p < 0,05$). La répartition des tailles de portée à la naissance montre que 60 % des portées sont comprises entre 1 et 3 lapereaux dans le lot intensif, alors que 50% des portées du lot (S) enregistrent une taille entre 7 et 9 lapereaux (Figure 31).

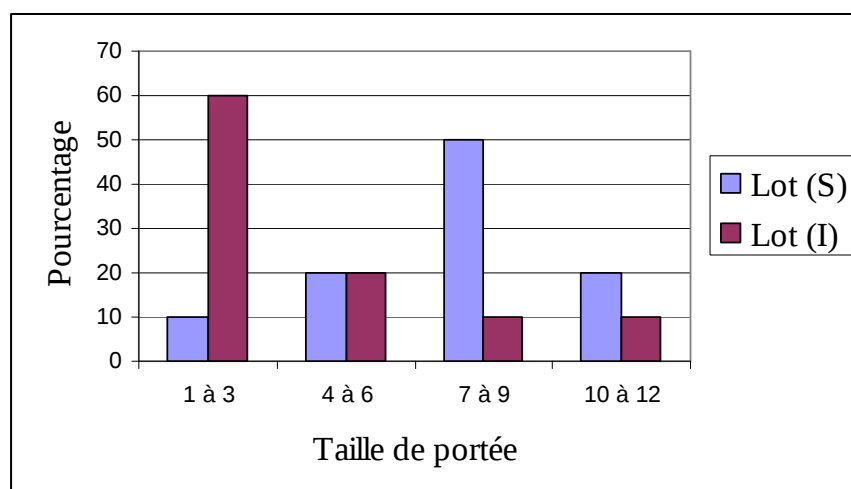


Figure 30 : Distribution des fréquences (%) de la taille de portée des deux lots (n = 10/lot).

2.2. La production de lait totale:

En 4 semaines de lactation, la quantité de lait moyenne mesurée par la pesée de la lapine est respectivement de $2209,5 \pm 1175\text{g}$ et $3130 \pm 775\text{g}$ pour les lots (I) et (S). L'analyse statistique a révélé une différence significative ($p < 0,05$) entre la production laitière totale des femelles des deux lots I et S (Tableau 20). Aussi, il est à remarquer que la variabilité des valeurs est plus importante dans le lot (I).

Tableau 17 : La production laitière totale (g) des femelles du lot I et du lot S durant quatre semaines de lactation (g ; n = 10/lot).

Lot	PL totale	CV %
I	$2209,5 \pm 1175\text{a}$	53
S	$3130 \pm 775\text{b}$	24,7

a) Evolution de la courbe de lactation (g/j) durant quatre semaines d'allaitement :

La pesée de la lapine allaitante a débuté le lendemain de la mise-bas afin d'estimer la quantité de lait produite par jour. La figure 32 montre une évolution des courbes de lactation similaires pour les deux lots. Le pic de production de lait se situe au 14^{ème} jour pour le lot (I) et le 15^{ème} jour de lactation pour le lot (S). La production de lait chute brutalement dans le lot (I) ce qui correspond à l'approche de la mise-bas.

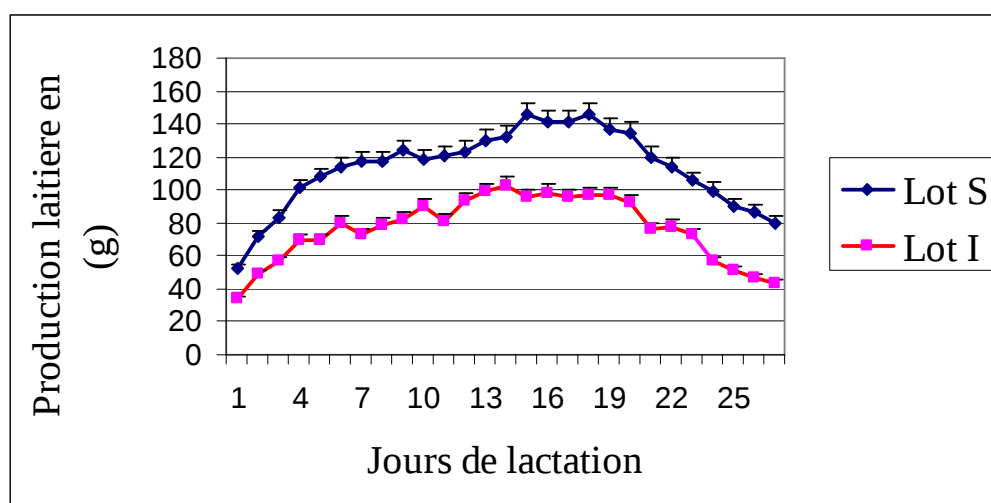


Figure 31 : Courbe de lactation des femelles des deux lots (I et S)
(g ; n = 10/lot).

b) Composition chimique du lait :

Le tableau 21 décrit la composition chimique du lait de lapine en fonction du rythme de reproduction. Les femelles du lot I produisent un lait plus gras que celui des femelles du lot S (192,5 g/kg contre 133 g/kg) ($p < 0,05$).

Tableau 18 : Composition moyenne de lait de lapine (% de la matière brute)
(n = 5)

Lot	Matière sèche	Matière minérale	Matière grasse	Matière organique
I	27,2 ± 6,41 (23,6)	6,56 ± 3,09 (47)	19,2 a ± 14	93,4 ± 3,09 (3)
S	28,9 ± 9,77 (33)	6,48 ± 2,62 (40)	13,3 b ± 10	93,5 ± 2,62 (2)

(CV)

La teneur en matière sèche de lait de lapine augmente avec l'évolution de la lactation (Figure 32). Les taux enregistrés progressent 24,8 % en première semaine à 38,3 % à la quatrième semaine pour le lot (S), et de 30,1 % à 39,1 % pour le lot (I).

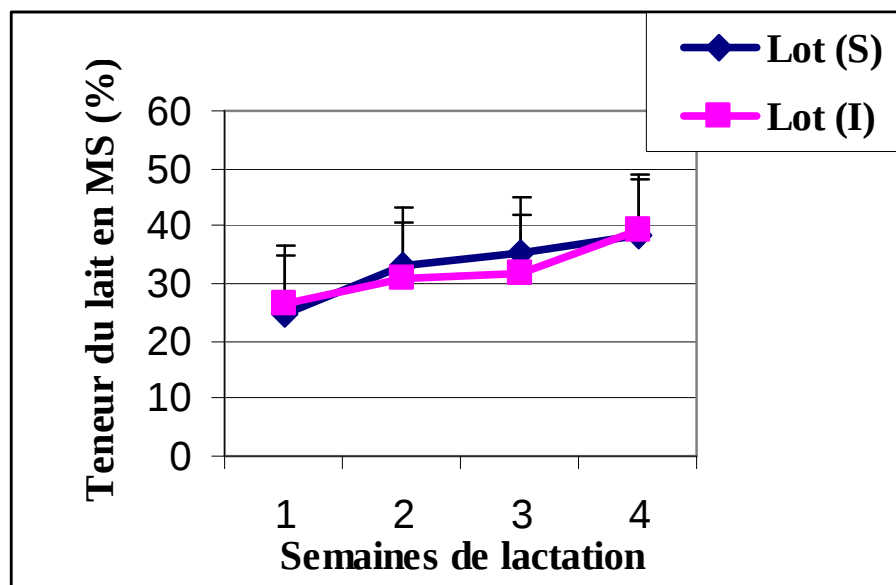


Figure 32: Evolution de la matière sèche (%) du lait de lapine au cours de lactation des deux lots (n=5)

2.3. Consommation alimentaire des femelles :

La consommation moyenne journalière des femelles enregistrée dans les deux lots est identique (Tableau 19).

Tableau 19 : Consommation moyenne des femelles d'aliment (g/j ; n = 10/lot)

Lot	Consommation (g/j)	CV %
I	356,72 a ± 14,81	4,1
S	357,29 a ± 10,43	3

La figure 33 montre que la consommation des femelles (I) augmente régulièrement jusqu'à la fin du cycle de 1,54 % entre la première semaine et la quatrième. Alors que celle des femelles (S) passe par un pic situé à la deuxième

et la troisième semaines pour revenir presque à la même valeur en première semaine (2446g/semaine).

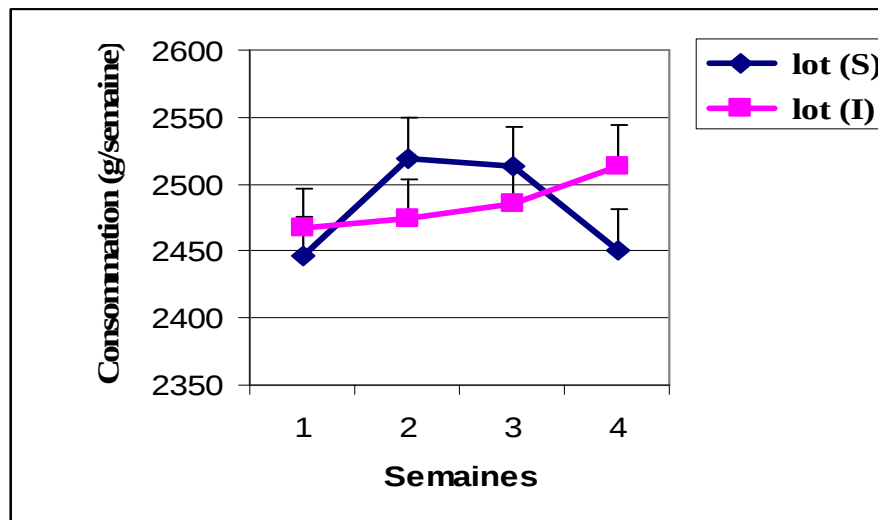


Figure 33 : La consommation d'aliment des femelles (g/semaine ; n = 10/lot).

2.4. Les performances zootechniques des lapereaux :

a) Poids de la portée et poids moyen à la naissance :

Le poids de la portée est élevé dans le lot (S), contrairement au poids moyen du lapereau. Ce dernier montre un écart de +5,71 % dans le lot (I) qui n'est toutefois pas significatif (Tableau 20).

Tableau 20 : Les performances zootechniques enregistrées chez les lapereaux de population de locale.

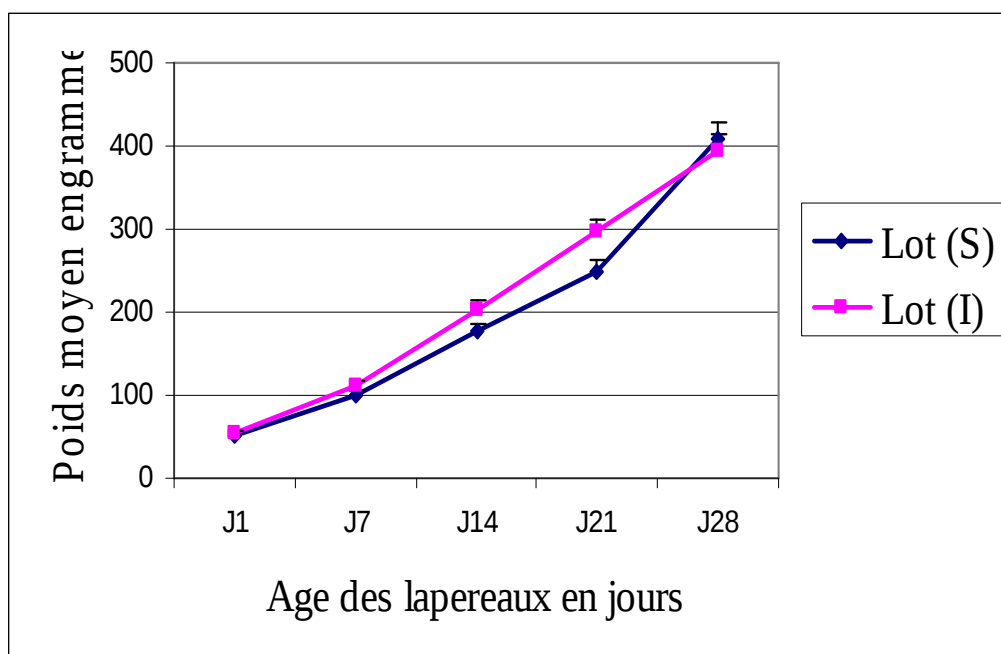
Paramètres	Lot I	Lot S
Poids de la portée (g)	276 a ±117,8 (42)	356,51 a ±65 (18,23)
Poids moyen des lapereaux à la naissance (g)	55,11 a ±9,88 (17,9)	51,96 a ±14,12 (27,1)
Poids moyen du lapereau au sevrage (g)	394.53 a ±81 (20)	408 a ±121 (29)

*les chiffres avec indices ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$).
(CV)

b) Evolution de la vitesse de croissance des lapereaux :

L'évolution du poids vif hebdomadaire des lapereaux dans les deux lots (I et S) est présentée dans la figure 34.

En première analyse, les deux graphes semblent présenter une évolution régulière du poids moyen des lapereaux. La différence de croissance s'établit entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine où l'écart moyen est de + 13,3 % au profit du lot (I), pour rejoindre au 28^{ème} jour le lot (S).



Figures 34 : Evolution du poids vif des lapereaux dans les deux lots I et S (g /lapereau ; n = 36 (I) et n = 61 (S)).

c) Ingestion de lait, consommation d'aliment par les lapereaux et indice de consommation:

Le tableau 21 regroupe les données relatives à l'alimentation lactée et solide des lapereaux respectivement pour les périodes de 28 et 13 jours.

Tableau 21 : Ingestion de lait et d'aliment solide des lapereaux (g) et indice de consommation (g/g) selon le rythme de reproduction

Lot	I	S
Paramètres		
Ingestion totale de lait par lapereau et par jour (g)	23,6 a $\pm$ 3,15 (13)	21,5 a $\pm$ 7,7 (35)
Ingestion de lait (g/lapereau/jour) 16 au 28j	22,4 a $\pm$ 5,5	21,2 a $\pm$ 6,8
Consommation d'aliment (g/lapereau/jour) 16 au 28j	5,5 a $\pm$ 3,6	4,9 a $\pm$ 2,7
Ingestion totale de lait (g/lapereau)	638 a $\pm$ 85	583 b $\pm$ 177
Consommation de lait + aliment /lapereau/28jours	696,5 $\pm$ 100,4	588,6 $\pm$ 185,2
Poids moyen des lapereaux à 28 jours	394 a $\pm$ 81	354,5 a $\pm$ 95,3
IC 28 jours	1,82 a $\pm$ 0,46	1,44 a $\pm$ 0,13

c1) Ingestion de lait :

L'ingestion totale de lait par lapereau pendant la période d'allaitement (28 jours) montre un écart de 8,6 % en faveur des lapereaux du lot (I). Ceci induit une quantité de lait ingéré par lapereau et par jour de 23,6 g pour le lot (I) et 21,5 g pour le lot (S).

L'évolution de l'ingestion du lait (g/j/lapereau) au cours des quatre semaines montre que les lapereaux du lot (I) ingèrent une plus grande quantité de lait à partir de la deuxième semaine (Figure 35), bien que cette augmentation ne soit pas significativement différente pour chaque période.

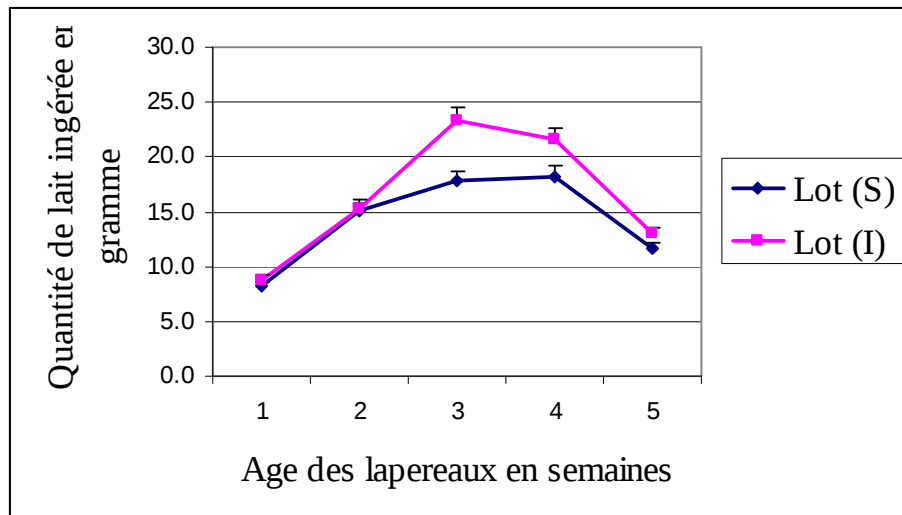


Figure 35 : Evolution de la quantité de lait ingérée par lapereau en fonction de l'âge (g/j/lapereau ; n=36 (I), n=61 (S)).

c2) Consommation d'aliment des lapereaux et Indice de consommation :

L'indice de consommation est défini comme la quantité de lait ingérée et/ou d'aliment correspondant au gain de poids unitaire (Lebas, 1968).

Le tableau 21 montre que l'indice de consommation mesuré à 28 jours d'âge est augmenté de 20% chez les lapereaux du lot (I) induit par une consommation de lait et d'aliment supérieure de 15%, pour un poids vif similaire.

2.5. Composition corporelle moyenne des lapereaux nouveaux nés :

Dans le tableau 25 sont regroupées les teneurs en MS, MO et MM des lapereaux nouveaux nés des lots (I) et (S). Celles-ci ne révèlent aucune différence significative entre les deux lots.

Tableau 22 : La composition chimique des lapereaux nouveaux nés des lots I et S.

Lot	Matière sèche (%)	Matière organique (% MB)	Matière minérale (% MB)	Teneur en eau (%)
I	20,5 ± 1,51	89,4 ± 0,97	10,6 ± 0,97	79,45 ± 1,5
S	22,01 ± 2,61	89,44 ± 3	10,63 ± 3,2	77,99 ± 2,6
SS	NS	NS	NS	NS

2.6. Taux de mortalité naissance-sevrage :

Le taux de mortalité enregistré durant la période naissance–sevrage dans les lots I et S est respectivement de 14% et 2%. Il en résulte un nombre de sevrés par portée de $3,60 \pm 2,16$ et $6,1 \pm 2,47$ toujours pour les lots I et S (Tableau 23). Il est à noter la variabilité très importante au niveau de la taille de la portée au sevrage (50% en moyenne).

Tableau 23: Mortalité N-S et taille de la portée au sevrage.

Paramètres	Lot I	Lot S	SS
Mortalité N-S (%)	14 a	2 b	P<0,05
Taille de la portée au Sevrage (lapereau)	$3,60 \pm 2,16$ (60)	$6,1 \pm 2,47$ (40)	P<0,05

3. Effet du rythme de reproduction sur le profil métabolique des femelles:

3.1. Métabolites énergétiques :

Les principales composantes du métabolisme énergétique (glucose, triglycérides, cholestérol et lipides totaux) ne semblent pas être affectés par le rythme de reproduction (Figures 36, 37, 38 et 39). L'évolution des concentrations du glucose et des triglycérides, au cours du cycle et pour les deux rythmes de reproduction, montre des pics à la 3^{ème} semaine. Par contre, le pic des concentrations du cholestérol survient à la deuxième semaine (Figure 38).

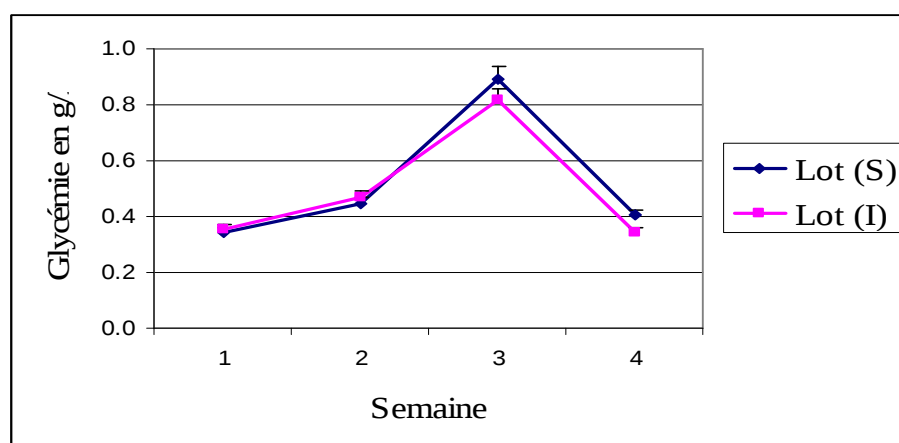


Figure 36: Evolution de la glycémie chez les femelles des lots I et S.

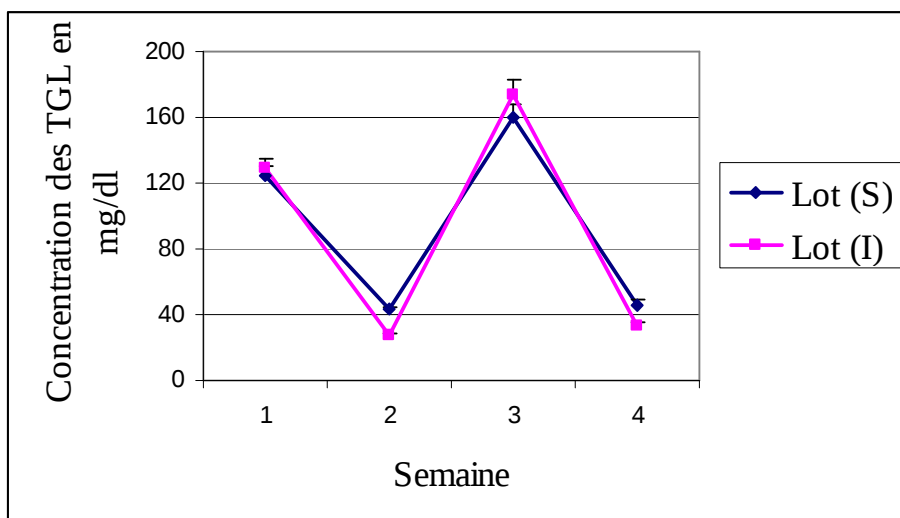


Figure 37 : Evolution de la concentration plasmatique des triglycérides chez les femelles des deux lots I et S.

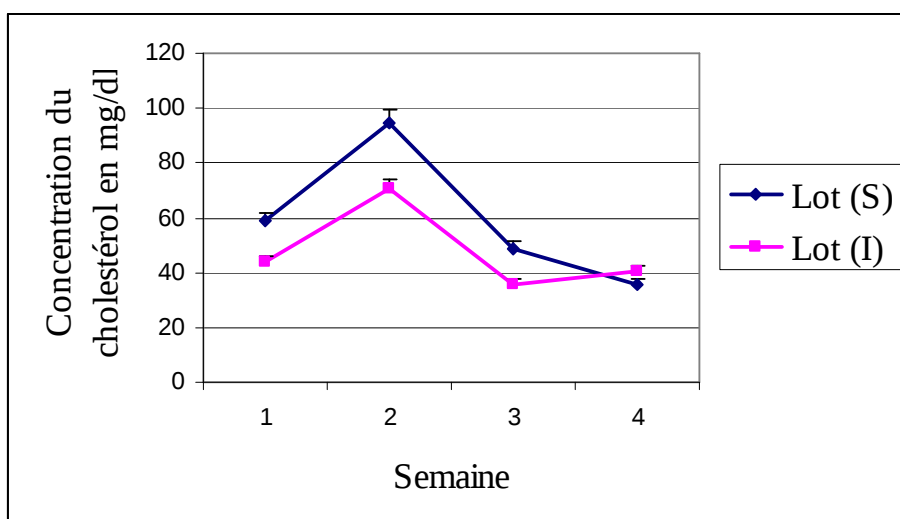


Figure 38 : Evolution de la concentration plasmatique du cholestérol chez les femelles des deux lots I et S.

Les concentrations des lipides totaux enregistrées durant les trois premières semaines dans le lot S sont plus élevées que celles enregistrées dans le lot I mais ne diffèrent pas significativement. En quatrième semaine la valeur enregistrée est de 331,9 et 310,3g/l dans les lots I et S respectivement (Figure 39).

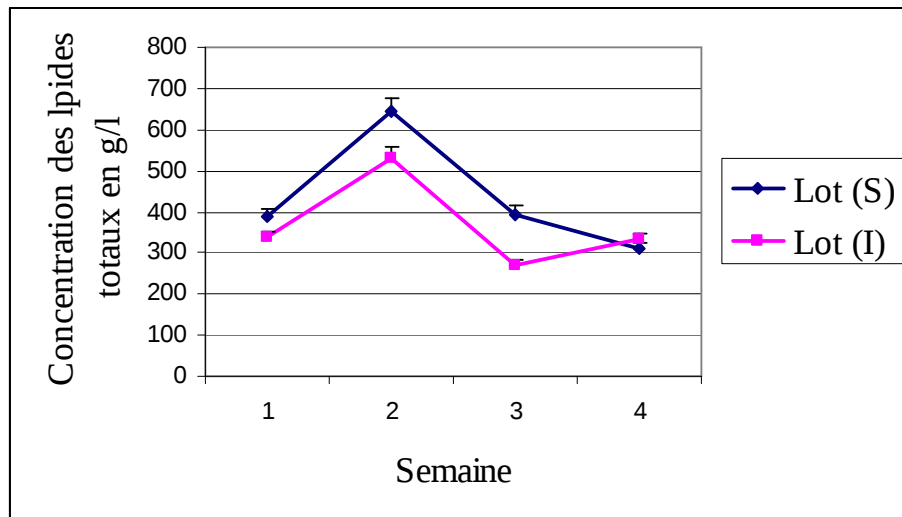


Figure 39 : Evolution de la concentration plasmatique des lipides totaux chez les femelles des deux lots I et S

3.2. Protéines totales :

La figure 40 révèle une augmentation de la teneur du plasma en protéines totales à la 3^{ème} semaine dans le lot intensif. L'analyse statistique montre une différence significative entre les concentrations des deux lots au cours de cette semaine (+56 % au profit du lot I).

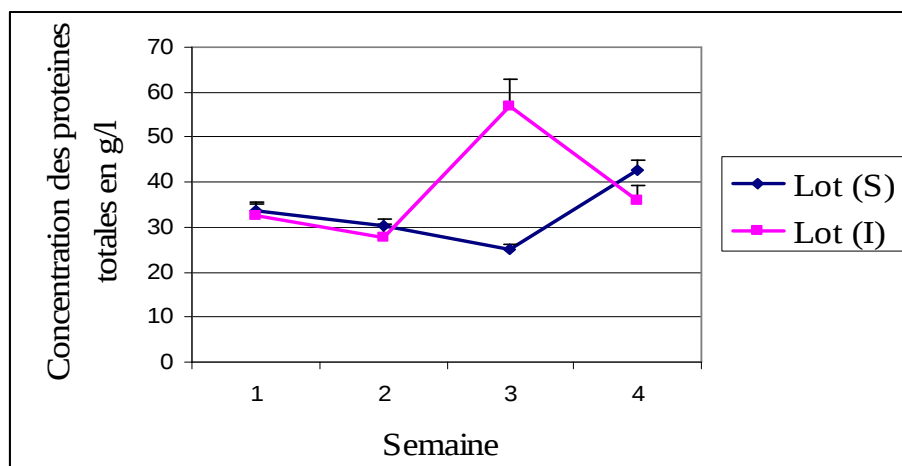


Figure 40 : Evolution de la concentration plasmatique des protéines totales chez les femelles des deux lots I et S.

3.3. Créatinine et urée :

Par ailleurs, la concentration en créatinine est élevée en première semaine chez les lapines du lot (S) (3.2 mg/dl contre 2,5 mg/dl dans le lot (I)). Les concentrations sont similaires au cours des trois dernières semaines (Figure 41).

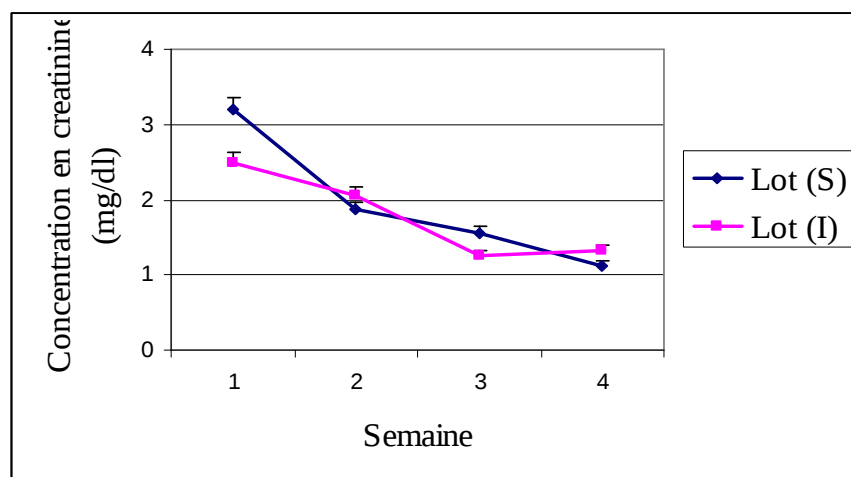


Figure 41 : Evolution des taux plasmatiques de la créatinine chez les femelles des deux lots I et S.

L'urée est la forme d'élimination de l'azote. Les concentrations enregistrées dans les deux lots évoluent dans le même sens au cours du cycle (Figure 42), avec toutefois un écart à la 3^{ème} semaine qui n'est pas significativement différent.

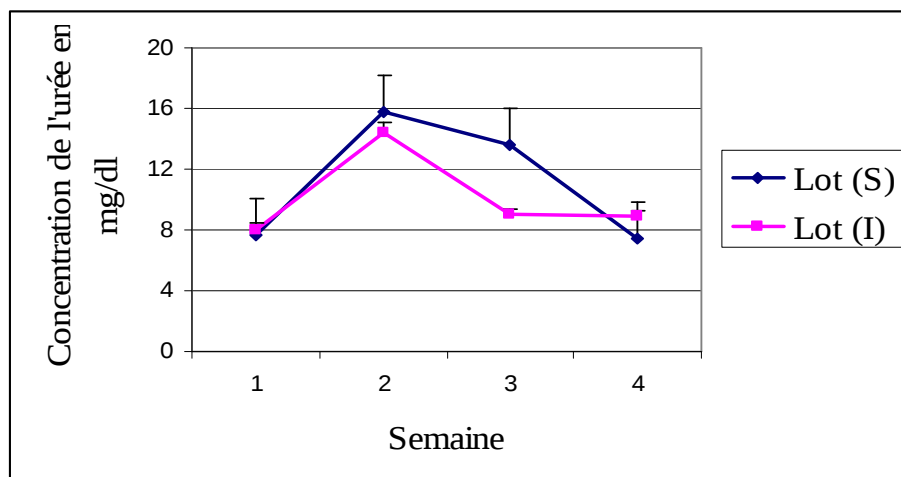


Figure 42: Evolution de la concentration plasmatique de l'urée chez les femelles des deux lots I et S.

DISCUSSION

Chez la lapine, l'ovulation est induite par le coït et sa réceptivité élevée après le part laisse dérouler une gestation et une lactation simultanée dont la durée dépend du mode de reproduction auquel elle est soumise.

La lapine est susceptible à un déficit énergétique intense durant la lactation dû à une ingestion alimentaire insuffisante pour couvrir les besoins de la production laitière et la croissance fœtale ce qui conduit à de faibles taux de fertilité. Cette situation explique en partie le problème de la fonte du cheptel en cuniculture très élevé (120%) (Fortun-Lamothe, 2003). Cependant, la relation entre la nutrition et la fertilité est bien connue, mais l'action des ressources alimentaires sur la reproduction reste encore à déterminer (Xiccato, 1996).

Notre étude a pour objectif de déterminer le comportement de la lapine de population locale face à deux rythmes de reproduction, et tenter de comprendre en partie la stratégie de répartition des nutriments entre la lactation et la gestation entreprise par la lapine.

I. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques des femelles :

I.1. Poids des femelles à la saillie et à la mise bas :

L'altération du poids des femelles entre la saillie et la mise bas a été mise en évidence par plusieurs travaux. Sur la même population locale utilisée dans nos essais, Meskin (2003) enregistre une perte de poids de 7,4 et 6,6 % respectivement avec des rythmes de reproduction intensif et semi intensif, avoisinant ainsi nos résultats. Par ailleurs, Moulla (2006) indique une diminution de poids de 3,1 % en semi intensif.

Selon Xiccato (1999), la chute de poids entre la saillie et la parturition peut être expliquée par la proportion du contenu du tube digestif, plus faible à la mise bas puisque les femelles réduisent leur ingestion alimentaire durant la dernière semaine de gestation.

Le contenu digestif varie fortement selon l'état physiologique de la femelle (gestation ou lactation). Ceci ne semble pas être le cas pour nos résultats puisque la consommation des femelles enregistrée n'est pas modifiée, elle tend même à augmenter pour le lot de lapines soumis au rythme intensif. Dans nos conditions expérimentales, si le poids diminue quand même, il est probable que la lapine utilise jusqu'à 7% de ses réserves corporelles.

I.2.Taille de portée à la naissance:

La taille de portée correspond au nombre de nés totaux (lapereaux nés vivants + lapereaux nés morts). Remas (2001), Maziz (2001) et Moulla (2006) rapportent respectivement une taille de portée de la population locale de 7,4 et 8,4 et 7,3 similaire à celle enregistrée durant notre expérimentation. Cependant la variabilité de ce paramètre reste importante (30% en moyenne). Comparée aux souches améliorées (INRA line A2006 x A 1077), la population locale présente une taille de portée inférieure de 23% (Fortun et Prunier, 1999).

L'effet du rythme de reproduction sur la taille de la portée de la lapine a été déterminé par Meskin (2003). Cet auteur souligne que le rythme intensif a tendance à diminuer la taille de portée. Cette diminution s'explique, selon Bonanno et *al.* (2004), par un phénomène d'alternance de portée de faible et de fort effectif qui apparaît comme un mode d'adaptation à des conditions difficiles. L'entretien d'une portée réduite n'est pas coûteux pour la mère qui arrive même à reconstituer ses réserves corporelles et entamer une nouvelle conception.

I.3.Consommation d'aliment des femelles :

Les résultats obtenus à travers notre expérimentation montrent que la consommation d'aliment ne varie pas au cours de la lactation et gestation et cela quelque soit le rythme de reproduction. Aussi, ce dernier n'affecte pas le niveau d'ingéré de la lapine.

Il est admis que la consommation de la femelle diminue durant la dernière semaine de gestation et n'ingère pas d'aliment durant le jour de la mise bas (Xiccato et *al.*, 1999).

Selon Parigi Bini (1990a), la consommation d'aliment des femelles durant la gestation augmente de 25 à 50%. Pendant les trois premières semaines de gestation les besoins de croissance sont faibles et le bilan énergétique de la femelle est positif, il se traduit par une augmentation des réserves lipidiques (+65g).

Néanmoins, durant la dernière semaine de gestation les besoins énergétiques pour le développement de l'utérus gravide augmentent rapidement alors que la consommation baisse dans les jours précédant la mise bas donnant un bilan énergétique négatif Ceci entraîne un transfert de la matière grasse corporelle vers les fœtus (Fortun et Lebas, 1994a ; Figure 44).

Durant la lactation, la consommation des femelles s'élève rapidement après parturition (60 à 75%), mais cette augmentation est insuffisante pour couvrir les besoins d'entretien, de production laitière et entraîne un bilan énergétique négatif et une considérable mobilisation de gras corporel (-50%) (Fortun-Lamothe, 2005).

Parigi Bini et *al.* (1990b ; 1992) montrent qu'environ 80% de l'énergie de reproduction provient de la ration alimentaire et 20% de la mobilisation des réserves corporelles, ce qui augmente le déficit énergétique lorsque les femelles sont simultanément gestantes et allaitantes.

II. Effet du rythme de reproduction sur la production laitière et de la composition chimique du lait :

Maziz (2001) rapporte que la production totale de lait de la lapine de population locale durant 28 jours, subissant un rythme de reproduction semi-intensif est de 3190g, en accord avec nos résultats. Par ailleurs, Zerrouki et Lebas (2004) notent que la population locale kabyle produit en 21 jours 2180g contre 2166g mesurée sur notre cheptel pour la même période et pour le rythme semi intensif. La répétitivité de ces valeurs témoigne de la stabilité de ce paramètre à l'intérieur de cette population au cours de ces années.

Cependant, notons que le pic de lactation varie d'une étude à une autre : 19^{ème} jour pour Maziz (2001), 17^{ème} jour pour les résultats obtenus par Meskin (2003), et enfin 14^{ème}-15^{ème} jour pour nos résultats. Chez les lapines de race Californienne le maximum se situe au 17^{ème} jour, alors que le fauve de Bourgogne le pic est atteint au 21^{ème} jour après la mise bas (Lebas, 1970).

Les courbes de lactation des femelles soumises aux deux rythmes de reproduction, obtenues au cours de nos essais, ont une allure proche de la courbe de référence de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes, énoncée par Lebas (1968 et 1972). Elles présentent, toutefois, quelques irrégularités dues aux conditions d'élevage survenues au cours de l'essai (manque d'eau, températures élevées).

Cependant nos résultats indiquent que la production laitière totale enregistrée en 28 jours chez les femelles soumises au rythme intensif est significativement plus faible ($p < 0.05$) que celles des femelles en semi-intensif. Le même effet est relevé par Meskin (2003) chez la population locale élevée dans les mêmes conditions d'élevage à ambiance contrôlée.

Il est bien connu que la production laitière entraîne des dépenses énergétiques très élevées due au nombre de lapereaux allaités et à la valeur énergétique élevée de lait de lapine (Xiccato, 1995) entraînant ainsi un bilan négatif à la fin de gestation.

Parmi les facteurs de variation de la production laitière, la taille de la portée serait le plus probable dans nos conditions d'expérimentation du fait de la différence de cette dernière au niveau des deux lots étudiés. Pour cela nous avons tenté de déterminer l'effet de ce facteur en équilibrant la taille de la portée dans les deux rythmes.

La comparaison de la production laitière du sous-groupe de femelles du lot semi intensif ayant une taille de portée identique au lot de femelles soumis au rythme intensif indique toujours un écart de PL au profit des femelles du lot semi intensif. Il semblerait qu'il n'existe pas d'interaction de la taille de portée sur la PL, et que la diminution de cette dernière soit un effet propre au rythme de reproduction (Figure 43).

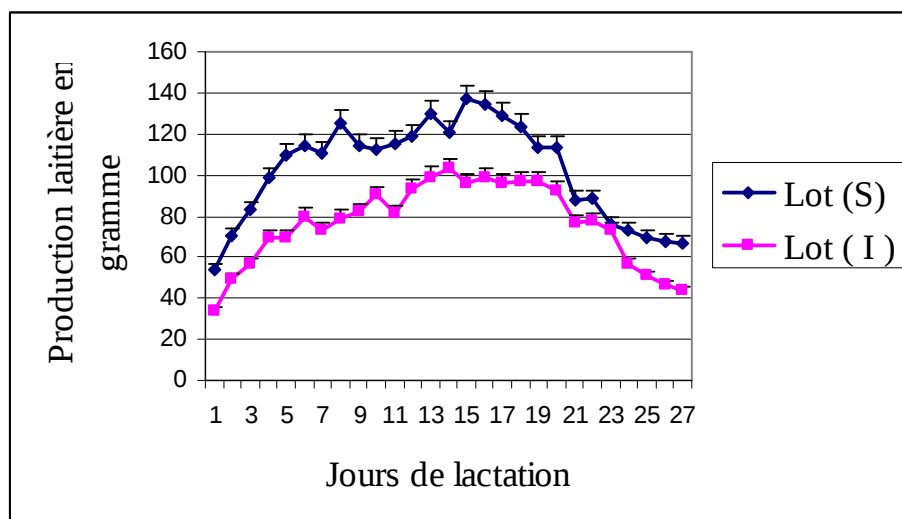


Figure 43 : Effet du rythme de reproduction sur la production laitière

Fortun-Lamothe et *al.* (2000) montrent que la lapine, allaitant une portée importante, a un tractus digestif significativement plus grand (+10%) alors que le tissu adipeux est moindre (-41%), ce qui altère l'activité de reproduction. Aussi, le poids du tissu adipeux péri rénal est plus faible chez la femelle ayant allaité une portée importante que ce soit pendant une seule ou plusieurs portées successives (Fortun et *al.*, 2002).

Bien que la PL augmente avec la taille de portée, la quantité de lait disponible pour chaque lapereau diminue linéairement avec cette dernière et cela durant les quatre semaines d'observation.

La composition de lait de chaque espèce est destinée à couvrir les besoins que nécessite la croissance des petits. La vitesse de croissance très rapide des lapereaux exige un lait plus riche en nutriments (Khalil et *al.*, 2004). Par conséquent, comparé au lait de vache, de la chèvre ou de la brebis, le lait de la lapine est beaucoup plus riche en nutriments à l'exception de la teneur en lactose (Lebas, 2002).

La composition en MS et de MG obtenue dans notre étude semble concorder avec les valeurs énoncées par Lebas (2002), à l'exception de la teneur en MM qui est trois fois supérieure à celle de la bibliographie.

Les facteurs de variation influençant la composition chimique du lait de la lapine sont nombreux (Khalil et *al.*, 2004 ; Xiccato et *al.*, 1999). Nos résultats montrent que le rythme de reproduction intensif semble modifier la teneur en matières grasses du lait (+30%). Ainsi, au cours de ce rythme les besoins pour la production de lait et ceux pour la croissance s'additionnent sur une période relativement plus longue. Il semble que la compétition entre l'utérus gravide et la glande mammaire semble être au profit de cette dernière en rythme intensif (Fortun-Lamothe, 2003) et plus particulièrement sur la qualité du lait.

La MG du lait est composée principalement de triglycérides, mais contient de faibles quantités d'acides gras libres, de phospholipides et de cholestérol.

La teneur en acides gras du lait varie en fonction de la nature du régime alimentaire et de l'origine des animaux (Kowalska et Bielanski, 2004).

Il convient d'en retenir la forte proportion d'acides gras à chaîne courte (C8 : 0 – C10 : 0) dont le total peut dépasser la moitié des AG totaux (Lebas, 2002) (Tableau 24).

Tableau 24 : Composition en acides gras du lait de lapine selon différents auteurs et différentes situations physiologiques ou nutritionnelles (Lebas, 2002).

Auteurs	Christ et al. (1996)		Fraga et al. (1989)		Lebas et al. (1996)	
Critère étudié	Stade de lactation -1		% de fibres dans aliment -2		source d'énergie -3	
	1er jour	21e jour	18% ADF	24% ADF	amidon	huile
% lipides du lait	20,4	13,1*	14,1	12,3	10	9
Unité	% des acides gras		g / 100 g de lipides		% des acides gras	
C4:0	-	-	0,3	0,2	-	-
C6:0	-	-	0,3	0,4*	0,5	0,3*
C8:0	5,2	17,6*	20,6	23,3	32,5	26,6*
C10:0	6,2	12,8*	17,5	18,9	26,4	23,3*
C12:0	1,4	0,8*	2,9	2,9	4,1	3,7
C14:0	-	-	2,6	2,1*	1,6	1,2*
C15:0	-	-	0,6	0,6	0,3	0,2*
C16:0	17,6	9,7*	16,4	14,6	11,4	8,9*
C16:1	1,4	0,8*	3,1	2,2*	1,4	0,7*
C17:0	-	-	0,7	0,8	0,4	0,3*
C18:0	3,1	2,7*	3,5	3,5	2,5	2,8*
C18:1	29,3	23,3*	13	11	7,6	9,1*
C18:2	18,1	17,6	12,3	13,4	7,8	9,1*
C18:3	3,5	4,8*	1,6	2,1	1,9	1,8*
C20:0	0,2	0,1*	-	-	-	-
C20:1	0,6	0,4*	-	-	-	-
C22:0	0,7	0,1*	-	-	-	-
C22:1	-	-	-	-	1	1

- (1) aliment moyen riche en huile de colza (8,8% de lipides totaux) - Lapines de souche Zika.
- (2) lapines croisées Néo-Zélandais x Californien - Prélèvement entre 15e et 19e jour de lactation.
- (3) lapines croisées commerciales INRA 1067 - Prélèvement le 16e ou le 17e jour de lactation - aliments contenant respectivement 2,0 et 5,2% de lipides totaux.

Aussi, la composition chimique du lait varie durant la lactation (Figure 47) selon les résultats de deux auteurs synthétisés par Lebas (2002). Ce dernier rapporte qu'à partir de la quatrième semaine de lactation, le lait de lapine s'enrichit en protéines et surtout en lipides, par contre sa teneur en lactose déjà faible, diminue encore pour devenir quasi nulle au delà du 30^{ème} jour de lactation (Lebas, 2002).

Il est à souligner la richesse relative et absolue en calcium et en phosphore du lait de lapine (Lebas, 2002).

III. Rythme de reproduction et croissance des lapereaux :

III.1. Mortinatalité et mortalité naissance-sevrage :

Durant notre essai, les valeurs de mortinatalité et de mortalité naissance-sevrage sont inférieures à celles enregistrées à l'ITELV sur la population locale en 2000 et 2001. Lamothe et Rochambeau (2002) enregistrent un taux de mortinatalité de 5,5% chez la souche 1077.

Le taux de mortalité élevé en intensif peut être expliqué par les aptitudes maternelles des femelles ainsi qu'à la production laitière insuffisante, notons que le plus grand nombre de mortalité a lieu durant la période d'allaitement exclusif.

III.2. La croissance pondérale :

III.2.1. Poids individuel du lapereau et poids de portée à la naissance (MB2) :

Le poids du nouveau né est inversement proportionnel à la taille de la portée. Plus la taille de la portée est importante, plus le poids du lapereau est faible. Selon Marai (2000), le poids à la naissance est affecté par la saison de mise bas, il est plus faible en été qu'en hiver. Khalil (1980) indique que le poids le plus élevé est obtenu en début printemps.

Les résultats obtenus au cours de nos essais montrent que le poids moyen à la naissance enregistré est de 53 g. Il reste inférieur au poids obtenu chez la lapine de population marocaine (75g) et celui du lapin Californien (92g) (Barkok, 2004). Habeeb (1999), enregistrent un poids à la naissance de 48g chez le lapin de population Egyptienne. Par ailleurs, les lapereaux des femelles

hybrides (INRA souche A2066 x A 1077) ont un poids à la naissance de 48.8g (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000).

Le rythme de reproduction intensif a induit un poids du lapereau plus élevé (+5%), mais cet écart n'est pas significatif. Meskin (2003) montre que le poids du lapereau né ne varie pas selon le rythme de reproduction, chez des femelles ayant une taille de portée identique.

Etant donné que la taille de la portée a un effet sur le poids du lapereau et que celle-ci est différente dans les deux lots étudiés au cours de notre essai, nous avons vérifié si ce facteur a interagit. La comparaison des femelles à portée égalisée montre un poids de lapereau à la naissance dans le lot (S) plus élevé de 13%. Ceci dénote, probablement, un effet du rythme sur le poids du lapereau nouveau né. Ainsi, dans ce cas la femelle subissant un rythme de reproduction intensif privilégie la production laitière, et plus précisément l'enrichissement du lait en matières grasses notamment, que le développement foetal. Ceci reste à déterminer par la mise en place d'autres protocoles.

III.2.2. Croissance des lapereaux :

Les lapereaux âgés de 28 jours en semi intensif sont plus légers (354 g (S) contre 394g (I)) puisque la quantité de lait disponible pour chaque lapereau est plus faible qu'en intensif malgré l'introduction de l'aliment solide. Ces poids sont similaires à celui enregistré par Marai (2000) sur le lapin californien (28jours) est de 371g mais supérieur au poids indiqué par Habeeb (1999) qui est de 267g sur une population Egyptienne au même âge (28jours).

Remas (2001) enregistre sur la même population des poids au sevrage plus élevés 629,1 et 697,7g en semi intensif, supérieur à celui obtenu au cours de nos essais qui est de 408 g. Par ailleurs, Bassuny (1999) enregistre un poids de 604g sur une population locale Egyptienne à l'âge de 35 jours.

Gu et *al.* (2004) montrent une corrélation positive entre le gain de poids et la quantité de lait ingérée par les lapereaux et une corrélation positive entre le poids au sevrage et la teneur en protéines du régime des femelles.

Xicatto et *al.*, (2003) montrent que le poids à 32 jours d'âge est positivement corrélé avec l'âge de sevrage (sevrage à 21, 25, ou 28 jours d'âge) mais devient similaire à 56 jours d'âge.

Les lapereaux sevrés à 35 jours d'âge ingèrent plus de protéines brutes et lipides que ceux sevrés à 28 jours alors que l'énergie ingérée est similaire (dans des conditions expérimentales précises).

Il est admis que le lait est entièrement digéré contrairement à l'aliment solide, donc l'énergie digestible doit être plus faible chez les lapereaux sevrés précocement ce qui peut expliquer en partie la différence de gain de poids. (Di Meo , 2003).En outre, les composés non nutritifs présents dans le lait

comme les facteurs de croissance et les immunoglobulines influencent probablement la croissance (Xicatto *et al.*, 2003).

III.3. Ingestion individuelle et consommation d'aliment :

Un premier point important à souligner est la capacité d'ingestion considérable d'un lapereau. En une seule tétée, il ingurgite un poids de lait égal à 16% de son poids en 10 à 15 minutes au cours de la première semaine.

Si la quantité ingérée à chaque tétée est importante, celle-ci augmente rapidement la troisième semaine : 23g, et 18g, pour les lots I et S malgré la mise en place de l'aliment solide.

Un lapereau du lot (I) a une consommation trois fois plus importante à la troisième semaine qu'à la naissance (8g contre 23g), mais pour le lot (S) la quantité est seulement deux fois plus importante (8g contre 18g).

La Figure 44 montre l'ingestion de lait chez un lapereau au sein d'une portée de même taille (4) mais le rythme de reproduction est différent (intensif et semi intensif).

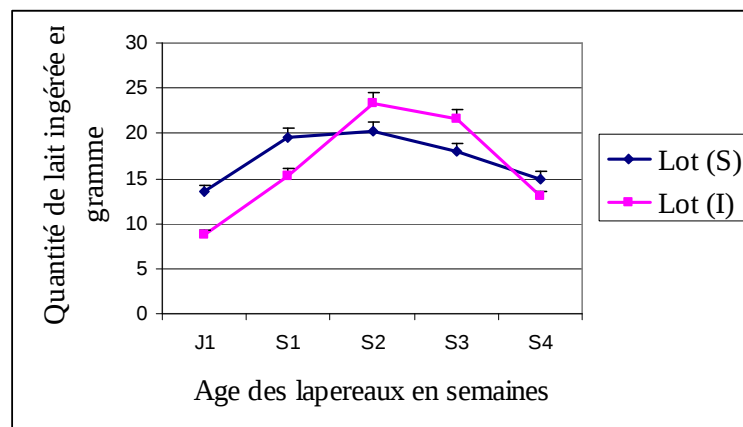


Figure 44: Effet du rythme de reproduction sur l'ingestion de lait chez des lapereaux issus de portée de taille identique (4).

Le lapereau a donc une consommation de lait à chaque tétée relativement plus importante et plus variable avec l'avancement de la lactation.

La diminution de l'apport lacté après le stade maximum est également très rapide (surtout dans le lot I, le déclin de la production laitière est survenu après la deuxième semaine), ce qui implique une augmentation de la consommation d'aliment solide.

Lorsque le nombre de lapereaux au sein de la portée augmente, la consommation moyenne de lait diminue.

Maziz (2001) enregistre une ingestion de lait à 21 jour de 20.3g/jour/lapereau alors qu'à cet même âge et même rythme de reproduction nous avons enregistré 18.25g/jour /lapereau.

Durant la période pré sevrage la consommation d'aliment est de 5.5g/jour/lapereau et 4.9g/jour/lapereau dans les lots I et S. Les lapereaux régulent leur consommation d'aliment solide selon la quantité de lait disponible (Di Meo et *al.*, 2004).

La différence de consommation entre les deux groupes réside dans la taille de portée qui est réduite dans le lot I, donc la quantité de lait disponible pour chaque lapereau est importante ce qui n'est pas le cas dans le lot S, les portées sont importantes ce qui implique des quantités de lait plus faibles, cette dernière est compensée par une consommation précoce et élevée d'aliment solide (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000).

En effet, le lapereau commence à ingérer de l'aliment solide vers 18 jours d'âge (Figure 45). Ainsi, la ration alimentaire évolue progressivement quantitativement et qualitativement (Gallois, 2006).

La transition de l'alimentation lactée à l'alimentation solide non adaptée aux capacités digestives des lapereaux est la cause majeure de troubles digestifs, de mortalité et de morbidité chez le lapereau autour du sevrage (Martier, 2003). La réalisation d'un sevrage entre 28 et 35 jours permet au lapereau une transition progressive du lait maternel à l'aliment granulé (Figure 49). Le tube digestif du lapin est le siège de plusieurs changements autour du sevrage, il y a un développement anatomique important de la partie distale par rapport à la partie proximale du tractus digestif associé au développement des fermentations microbiennes de la caecotrophie (Lebas, 2002).

La maturation de la fonction digestive est illustrée par la baisse de l'activité enzymatique de la lactase et l'augmentation de celle de l'amylase, trypsine avec l'âge (Dojana et *al.*, 1998).

Au cours de la deuxième semaine de lactation, les lapereaux commenceraient à consommer les crottes dures que la lapine dépose dans le nid, ainsi que le matériel végétal présent dans celui-ci (Hudson et *al.*, 2000). En effet, les lapereaux commencent à quitter le nid entre 13 et 18 jours d'âge lorsqu'ils sont capables de maintenir une température corporelle stable et possèdent une meilleure coordination motrice. Ce phénomène est très variable selon les portées, il dépend probablement de la quantité de lait disponible pour les lapereaux. En effet, une réduction de la taille de portée de 10 à 4 lapereaux retarde l'ingestion d'aliment solide (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002).

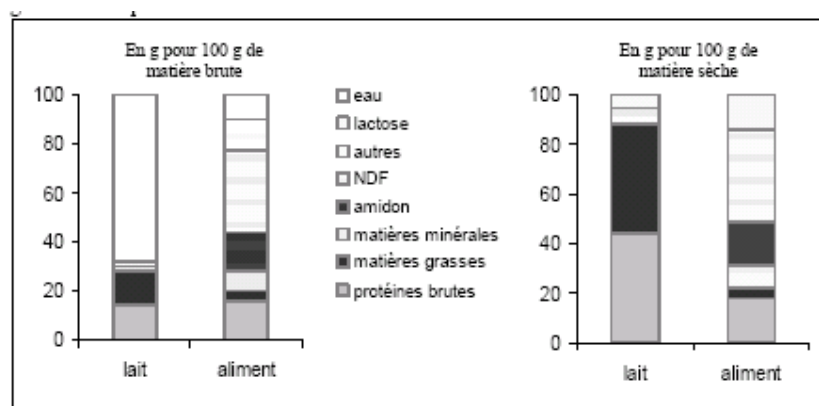


Figure 45 : Comparaison de la composition chimique moyenne du lait maternel et de l'aliment granulé des lapines (Gallois, 2006).

III.4.. Composition corporelle moyenne des lapereaux nouveaux nés :

La composition corporelle des lapereaux nouveaux nés mesurée dans nos conditions montre qu'il n'existe pas de différence avec les valeurs rapportées par Fortun-Lamothe et Lebas (1993b) à l'exception de la matière minérale (Tableau 25).

A la naissance, le lapereau fait partie des nouveaux nés « gras ». Ainsi, au 28ème jour de gestation, le lapereau contient 3,4% de lipides et atteint 5,8% de lipides par rapport au poids vif le jour de la naissance (Lebas, 2002).

L'ensemble du tissu adipeux est constitué principalement de tissu adipeux brun (5,5% de poids vif) situé sur le cou et les épaules et par le tissu adipeux blanc (1,4% du poids vif).

Le tissu adipeux brun, riche en mitochondries, sert au lapereau à maintenir sa thermorégulation. Le tissu adipeux blanc est la réserve énergétique prévue pour assurer toutes les autres fonctions (Lebas, 2002).

La composition corporelle des lapereaux nouveaux nés est affectée in utero par le déficit nutritionnel lorsque la femelle est simultanément gestante et allaitante. Ces derniers démontrent que la simultanéité de gestation et de lactation affecte le poids et la composition des lapereaux.

Tableau 25 : Comparaison de la composition corporelle des lapereaux de population locale et des lapereaux de la souche A 1066x A2077.
Fortun-Lamothe et Lebas (1993b)

	Lapin de population locale		Souche A 1066x A2077	
	Lot I	Lot S	Gestante et allaitante	Gestante et non allaitante
Poids moyen à la naissance (g)	55 ,11	51,96	51,8	52,9
Teneur en eau (%)	79,45	77,99	81	79,56
Matière sèche (%)	20,5	22,01	18,23	20,44
Matière minérale (%)	10,6	10,63	2,55	2,48
Protéines (%)	---	---	11,60	11,87
Lipides (%)	---	---	4,09	6,10

IV. Effet du rythme de reproduction sur le profil métabolique des femelles :

IV.1. Métabolites énergétiques :

L'état nutritionnel d'un individu peut également être appréhendé à l'aide de marqueurs sanguins. Les adaptations digestives et métaboliques en réponse à la sous nutrition ont été décrites chez plusieurs espèces et notamment les ruminants (Lamothe, 2003). Les nutriments lipidiques ou glucidiques affectent ainsi la répartition de l'énergie entre les différents compartiments corporels, modifiant ainsi les apports énergétiques à la fois sur le plan quantitatif et qualitatif (Hocquette et, 1998)

1. Glycémie :

Nos résultats montrent que les femelles des deux lots (I et S) ont une glycémie initiale moyenne similaire, cette dernière augmente durant la 3^{ème} semaine de gestation (4,89mmol/l (I) et 4,45mmol/l (S)) puis diminue jusqu'à la parturition. Durant la même période (4^{ème} semaine) la glycémie est plus faible dans le lot (I). Cette glycémie faible peut être due au rythme intensif appliqué, durant lequel la lapine utilise plus de nutriments énergétiques.

Chiericcato (2000), enregistre un taux de glucose moyen de 7 mmol/l chez des femelles âgées de 5 semaines à 4 mois. Chiericcato et al (2004), indiquent des glycémies de 6,97 mmol/l sur des lapines de génotype Grimaud alimentés à

volonté. Cette dernière reste supérieure aux valeurs obtenues dans les lots I et S comprises entre 1,87 et 4,89 mmoles/l.

La glycémie peut être un bon reflet de la balance énergétique des animaux (Fortun-Lamothe, 2005). Chez le lapin, plusieurs auteurs observent une diminution de la glycémie au cours de la gestation en réponse à l'augmentation progressive des besoins pour la croissance foetale (Fortun-Lamothe, 2003).

Les taux de glucose sanguin sont plus faibles chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes (Fortun, 1994b) puisque la glande mammaire est un capteur important de glucose pour la synthèse des lipides de lait.

En effet, la glycémie est affectée par le régime alimentaire, l'âge et l'état physiologique de la femelle (gestation, lactation).

Le taux d'insuline, qui favorise l'utilisation du glucose par le tissu adipeux et donc le stockage d'énergie sous forme de graisses, augmente très fortement en début de gestation pour revenir à un niveau basal en fin de gestation. A l'inverse, le glucagon qui favorise le déstockage des réserves corporelles augmente très fortement en fin de gestation (Fortun-Lamothe, 2003). La mesure de ces hormones pourrait nous renseigner sur le degré de mobilisation et d'utilisation du glucose, selon le rythme de reproduction et par conséquent définir les besoins des lapines en énergie.

2. Triglycérides :

Les triglycérides sont un des constituants des lipoprotéines. L'hydrolyse par la lipoprotéine-lipase des triglycérides circulants en acides gras libres captés par les tissus sous jacents, en particulier le muscle, est considéré comme une étape limitante pour l'utilisation des triglycérides à des fins énergétiques (Hocquette et *al.*, 2000).

Les résultats enregistrés montrent une augmentation de la concentration plasmatique en TGL durant la 3^{ème} semaine de gestation dans les deux lots ce qui indique une mobilisation des lipides corporels pour assurer le développement foetal plus important à cette période.

En général, le niveau circulant de TGL diminue en début de gestation lorsque le métabolisme est orienté vers le stockage d'énergie et augmente en fin de gestation lorsque les tissus adipeux sont mobilisés (Chiericcatto, 2004).

3. Cholestérol :

La cholestérolémie diminue dans les deux lots à partir de la deuxième moitié de gestation jusqu'à la mise bas.

Cette baisse peut être expliquée par l'utilisation du cholestérol pour la synthèse des hormones stéroïdiennes. Des variations semblables observées chez d'autres espèces et chez le lapin (Chiericcato et Rizzi, 1999).

4. Lipides totaux :

Concernant les lipides totaux, il y a une forte mobilisation du gras corporel durant la deuxième semaine dans les deux lots (lot I : 529,2g/l ; lot S : 644,6g/l) avec une légère supériorité du lot S due au maintien des portées importantes entraînant des besoins énergétiques plus importants.

Les lipides produisent davantage d'énergie par molécule que le glucose, mais l'oxydation des lipides nécessite une consommation d'oxygène plus élevée que l'oxydation complète du glucose : 147 ATP sont produits et 26 molécules d'oxygènes sont consommées par molécule d'acide stéarique contre 38 molécules d'ATP et six molécules d'oxygènes par molécule de glucose. Cependant, par unité de temps la quantité d'ATP produite est bien plus importante à partir de glucose qu'à partir des lipides (Hocquette et *al.*, 2000).

IV.2. Protéines totales :

La concentration des protéines totales suit une cinétique différente dans les deux lots, on note une légère diminution en deuxième semaine puis augmente en troisième semaine pour atteindre 57,03g/l dans le lot (I) et 42,84 g/l dans le lot (S) en quatrième semaine.

La cinétique de la protéinémie va de paire avec la croissance fœtale qui est accélérée à partir de la deuxième moitié de gestation.

Chiericcato (2004) enregistre des taux de protéines totales de 54,72g/l et 54,73g/l sur des femelles de génotype Grimaud alimentées de deux types d'aliment différent par la teneur en électrolytes.

La littérature indique un effet d'âge sur le taux des protéines, Chiericcato et Rizzi, 1999 enregistrent sur des lapines âgées de 36, 56, 77, 98 et 119 jours les taux suivant : 45.73, 58.60, 59.22, 62.45 et 61.57g/l. Le même effet est démontré par Franchini (1990) chez le poulet en croissance.

Le type génétique et l'état physiologique affectent les protéines totales.

IV.3. Créatinine et urée :

L'urée et la créatinine sont deux molécules éliminées par le rein chez les mammifères.

Si la créatinémie est relativement constante chez un individu mais variable d'une race à l'autre suivant la masse musculaire, en revanche l'urémie peut varier en fonction de facteurs extra rénaux (les apports protéiques, le fonctionnement hépatique) (Vade-mecum, 2002).

La créatinémie enregistrée est proche des normes physiologiques (0,5-2,6mg/dl). On constate une urémie faible dans les deux lots par rapport aux normes physiologiques qui sont compris entre 17 et 23,5 mg/dl.

Ce taux faible peut être expliqué par l'apport protéique insuffisant pour couvrir les besoins des femelles simultanément allaitantes et gestantes, représentant ainsi une ingestion de 49,3 g de protéines totales par jour, ce qui semble insuffisant (INRA, 1984).

CONCLUSION

- De la synthèse bibliographique, nous retiendrons que la réussite d'un élevage cunicole suppose au préalable, la prise en compte des particularités physiologiques et comportementales propres à cette espèce qui ont des incidences directes sur son alimentation, sa croissance et sa reproduction.
- la production laitière est responsable d'une mobilisation intense des réserves corporelles et d'une hypofertilité en période d'allaitement.
- La faible prolificité est due à des pertes embryonnaires à un stade assez avancé de la gestation, il serait intéressant d'étudier les origines de ces pertes embryonnaires.
- Il y a une compétition nutritive entre la glande mammaire et l'utérus gravide au détriment de la croissance fœtale.
- Une modification du rythme de reproduction et ou de l'âge de sevrage, doivent permettre de réduire les besoins de la femelle de façon sensible.
- Une meilleure gestion du besoin nutritionnel des femelles devrait permettre d'améliorer leur état corporel et leur longévité.
- Elever des lapereaux légers à la naissance en portées homogènes permet de les sevrer sans pertes excessives et à un poids satisfaisant.
- La viande de lapin possède de bonnes valeurs nutritives et diététiques, car elle est riche en protéines et pauvre en lipides, présente un taux élevé d'acides gras polyinsaturés et un rapport entre acides gras oméga 6 sur oméga 3 proche des recommandations actuelles.
- Les résultats de cette étude font ressortir un effet défavorable du rythme intensif sur les performances de reproduction (surtout la production laitière et la prolificité), mais cet effet reste à confirmer sur un effectif plus important et sur plusieurs cycles de reproduction et portant sur d'autres facteurs intervenants (ex : les facteurs hormonaux).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALSANIER C., Remignon H., Gandemer G., 1996. Lipid characteristics associated with oxydative and glycolitic fibres in rabbit muscles. *Meat Sci.*, 43, 213-224.

ANGELOS et **SRIVASTAVA**, 1977. The study of the development of proteases in rabbit

AUROUSSEAU B., 2002. Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage: conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRA Prod. Anim.* 15, 67-82.

BAUMAN.D.E., and **W.B. Currie.** 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514-1529.

BARKOK A; **BOUZEKRAOUI A;** **BOUYAMJJANE Z,** 2000. Evolution of some production parameters in rabbit. Comparative study of local morocan rabbit .7th WRC, Valencia (Spain), pp 1194-1197.

BARONE R., PAVAUX C., BLIN P.C., Cuq P.,1973. Atlas d'anatomie du lapin. Masson et Cie Eds, Paris, France, 220 pp.

BARONE R., 1984. Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 3, Splanchnologie 1, Appareil digestif, Appareil respiratoire, Vigot Eds, Paris, France, 879 pp.

BARRETO, G., DE BLAS, J.C., 1993. Effect of dietary fibre and fat content on the reproductive performance of rabbit does bred at two remating times during two seasons. *World Rabbit Sci.* 1, 77-81.

BASSUNY S. A, 1999. Performance of doe rabbit and their weanling as affected by heat stress. *Egyptian J. Rabbit Sci*, pp.61-72.

BELLIER, R. GIDENNE, T. and M Collin, 1995. In vivo study of circadian variation of the caecal fermentation pattern in posiweaned and adult rabbit. *Journal of Animal Science.* 73, 128-135.

BERNADAC et al, 1991 in **F Lebas,** 2002. Biologie du lapin. *Eur. J. Cell Biol.*, 55, 149-157

BESNARD C., 1985. Météorologie et reproduction dans l'espèce bovine. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 161p.

BOITL.C; **CHIERICATO.G.M;** **FILOTTO.N;** **CONALI.C,** 1992. Effect of high environmental temperature on plasma testosterone, cortisol, T3 and T4 levels in the growing rabbit. *J.Appl.Rabbit.Res.* pp.447-455.

BOLET.G, **FORTUN-LAMOTHE L.** 2002. Relationship between body condition and reproductive performances in rabbit does. Proc. 3rd meeting of workgroups 3 and 4. COST action 848, Ispra, Italy, 24-25 October. Comm n° 23.

BOLET.G, 1998. Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice. INRA. Prod.Anim.11, 235-238.

BOLET G., Brun J.M., Monnerot M., Abeni F., Arnal C., Arnold J., 2000. Evaluation and conservation of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genetic resources. First results and inferences. Proc. 7th World Rabbit Congress, Valence, Espagne, A,281–315.

BONANNO et al, 2004.cité par MONTESSUY S (2004). Effect of specific feeding program based on high energy lactation and pregnancy diet on rabbit does and young rabbits performance.

BOUSSIT.D, 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture.

BOUTINAUD.M, 2004. The number and activity of mammary epithelial cells, determining factors of milk production. Reprod.Nutr.Dev.44 (2004) 499-508.

BUTCHER C., BRYANT M.J., OWMEN E., 1983. The effect of dietary metabolizable energy concentration upon the pre and post weaning performance of growing rabbits. Anim. Prod., 36, 229-236.

CALAS A., PERRIN J.F., PIAS C., VANNESTE P.,1997. Précis de physiologie, Doin Eds., 439 pp.

CAPUCO.A. V, D. L. Wood, R. Baldwin, 2001. Mammary Cell Number, Proliferation, and Apoptosis during a Bovine Lactation: Relation to Milk Production and Effect of bST1 J. Dairy Sci. 84:2177–2187.

CARABAÑO R and J IQUER, © CAB International, 1998. The nutrition of the rabbit.

CASTELLINI, C., DAL BOSCO, A., MUGNAI, C., 2003. Comparison of different reproduction protocols for rabbit does: effect of litter size and mating interval. Livest. Prod. Sci.

CAVANI C., Bianchi M., Lazzaroni C., Luzi F., Minelli G., Petracci M., 2000. Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain. July 4-7. A, 567-572

CERVERA, 1993. Effect of remating interval and diet on the performance of rabbit does and their litters. Anim.Prod, 56: 399-405.

CHIERICCATO.G.M, RIZZI, 1999. Étude de l'évolution du profil métabolique, enzymatique et minéral de la lapine. 8^o Journ.Rech.Cunivole.Fr, 9-10 Juin, Paris, 155-158.

CHIERICCATO.G.M, RIZZI.C, ROVALOTTO.C, ZAKARIA.H, 2000. Circulating levels of metabolites, enzymes and minerals of Grumaud females rabbits from weaning to 120 days of age.7th WRC, Valencia (Spain), p: 111-116.

CHEEKE P.R., 1987. Rabbit Feeding and Nutrition. Academic Press Inc. éd., Orlando USA,, 376 p.

CHIERICCATO.G.M, RIZZI, BRECCHIAG, 2004. The effect of the dietary electrolyte balance on the plasma energy, protein, mineral variables and endocrine profile of pluriparous rabbit does.8th WRC (Mexico) pp 251-257.

CHILLIARD, Y., BOCQUIER, F., DELAVAUD, C., FAULCONNIER, Y., BONNET, M., GUERRE-MILLO, M., MARTIN, P., FERLAY, A., 1999. La leptine chez le ruminant. Facteurs de variation physiologiques et nutritionnels. INRA - Prod. Anim., 12, 225-237.

COMBES S., Lepetit J., Darche B., Lebas F., 2004. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner-Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. Meat Sci., 66, 91-96.

CHRISTINE MEDAVILLE, 2002. Vade-mecum des analyses veterinaries, pp: 56-57.

CYNOBER,L., AUSSEL,C.,1998. Exploration de l'état nutritionnel.Technique et documentation, Explorations fonctionnelles et humaines, Editions Médicales Internationales,172 p.

DALLE-ZOTTE A., 2004. Avantages diététiques : le lapin doit apprivoiser le consommateur.Viandes Prod. Carnés, 23, 161-167.

DEBRAY L, 2002. Besoins nutritionnels du lapereau en période de sevrage : interaction avec les besoins de la femelle. Anim. Res., 51, 63-75.

De BLAS et MTEOS, 1998. Feed Formulation. In : The Nutrition of the Rabbit. C.de Blas et J. Wiseman Eds, CABI Publishing, Oxon, Royaume-Uni, 344 pp. : 241-253.

DeNIGRIS.S.J, HAMOSH.M, KASBEKR.D.K, Lee .T.C, HAMOSH.P, 1988. Lingual and gastric lipases: species differences in the origin of prepancreatic digestive lipases and in the localization of gastric lipase. *Biochim Biophys Acta*, 959 : 38-45.

DE RENSIS F., MARCONI P., CAPELLI T., GATTI F., FACCIOLONGO F., FRANZINI S.,SCARAMUZZI RJ, 2002. Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrus synchronization and fixed time AI after the induction of an LH surge with GnRH or hCG. *Theriogenology* **58**, 1675-1687.

DE RENSIS F., SCARAMUZZI RJ, 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow. a review. *Theriogenology* **60**, 1139-1151

Di MEO.C., BAVERA.F; PICCOLO.G; GAZNEO.M.P; NIZZA.A, 2004. Effect of pre-weaning diet on rabbit performance.8th WRC, Mexico. p 792-797.

Di MEO.C, 2003. Productive performance of rabbit according to pre-weaning solid feed and milk intake. *J.Anim.Sci*, 2; 51-58.

DOBSON H., **TEBBLE J.E.**, **SMITH R.F.** et **WARD W.R.**, 2001. Is stress really all that important? *Theriogenology* 55, 65-73.

DOJANA.N; **COSTACH.M**; **DIMICHOTU.A**, 1998. The activity of some enzymes in domestic rabbit before and after weaning. *Anim.Sci*, 66; 501-507.

DUFY BARBE L., **FRANCHIMONT P.**, **FAURE J.M.A.**, 1973. Times courses of LH and FSH release after mating in the female rabbit. *Endocrinology*, 92(5), 1318-1321.

DUGGAL, **P.S.**, **VAN DER HOEK**, **K.H.**, **MILNER**, **C.R.**, **RYAN**, **N.K.**, **ARMSTRONG**, **D.T.**, **MAGOFFIN**, **D.A.**, **NORMAN**, **R.J.**, 2000. The in vivo and in vitro effects of exogenous leptin on ovulation in the rat. *Endocrinology*, 141, 1971-1976.

ELMAGHAWRY.A.M, **SOLIMAN.M.M**, **EM SAYID.G.A**, **MAHROUS.K.M**, 2000. Effect of breed, season of kindling on pregnancy status on some blood measurement of rabbit does raised in Egypt. *Egyptian Journal of Rabbit Science*.10: 295-306.

FRANCHINI.A, cité dans **CHIERICCATO**, 1999.

FEKETE, **S.**, 1992. The rabbit body composition: methods of measurement, significance of its knowledge and the obtained results a critical review. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 72-85.

FERRAH.A, 2003. Les systèmes d'élevage en Algérie : cas des petits élevages.

FERGUSON .A., **MacNITT J.I**, 1997. A technical note on artificial milk feeding of rabbit kits weaned at 14 days. *World Rabbit Sci.*, 5, 65-70.

FERNANDEZ-CARMONA, **J.**, **CERVERA**, **C.**, **SABATER**, **C.**, **BLAS**, **E.**, 1995. Effect of diet composition on the production of rabbit breeding does housed in a traditional building and at 30°C. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 52, 289-297.

FINZI A., **NYVOLD S.**, **El AGROUDI M.**, 1992. Evaluation of heat stress in rabbit under field conditions. 5th World Rabbit Congress, *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 739-744.

FORTUN, **L.**, **PRUNIER**, **A.**, **LEBAS**, **F.**, 1993. Effects of lactation on foetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *J. Anim. Sci.*, 71, 1882-1886.

FORTUN, **L.**, **LEBAS**, **F.**, 1993b. Effect of simultaneous pregnancy and lactation in primiparous rabbit does on weight and composition of new born rabbits. *CIHEAM – Option Mediterraneennes*. P103-106

FORTUN, **L.**, 1994a. Influence of progesterone supplementation on foetal survival in concurrently pregnant and lactating rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.*, 34, 125-131.

FORTUN, **L.**, **LEBAS**, **F.**, 1994b. Estimation of the energy balance in concurrently pregnant and lactating rabbit does during their second pregnancy. *Proc. Symposium on Animal and Human Nutrition, Comparative physiology of digestion and metabolism*, 34, 632.

FORTUN, **L.**, 1998. Effet de la lactation, du bilan énergétique et du rythme de reproduction chez la lapine primipare. 7^{ème} Journées de la recherche cunicole. Lyon.

FORTUN-LAMOTHE, L., PRUNIER, A., BOLET, G., LEBAS, F., 1999. Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and survival in the rabbit. 50th annual meeting of the European Association for Animal Production, 5, 161.

FORTUN-LAMOTHE, L., PRUNIER, A., 1999. Effects of lactation, energetic deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 55, 289-298.

FORTUN-LAMOTHE, L., PRUNIER, A., 1999. Physiological mechanisms involved in the effect of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and mortality in the rabbit. *Livestock Production Science*. 60 (1999) 229-241.

FORTUN-LAMOTHE L., et T GIDENNE, 2000. The effect of size suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.* 49(2000) pp 517-529.

FORTUN-LAMOTHE L., 2000. Influence of number suckling young on reproductive performance in intensively reared rabbit does. *Proceeding 7th WRC, Valencia (Spain)*, p.125-132.

FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T., CHALAYE F., DEBRAY L., 2001. Stratégie d'alimentation autour du sevrage: effet du ratio amidon/fibres. 9^{èmes} Journ. Rech. Cunicoles France, ITAVI édition, Paris.

FORTUN-LAMOTHE L., De ROCHAMBEAU.H, LEBAS.F, TUDELA.F, 2002a. Influence of number suckling young on reproductive performance in intensively reared rabbit does.

FORTUN-LAMOTHE L., 2003. Bilan énergétique et gestion des réserves corporelles de la lapine : mécanismes d'action et stratégies pour améliorer la fertilité et la longévité en élevage cunicole. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.

FORTUN-LAMOTHE L., 2005. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim .Reprod.Sci.* 2796 (1-16).

FUCHS A.R., CUBILE L., DAWOOD M.Y., 1981. Effects of mating on levels of oxytocin and prolactin in the plasma of male and female rabbits. *J. ndocrinol.*, 90, 245-253.

GALLOIS.M, 2006. Thèse de doctorat N° d'ordre 2330 : Statut nutritionnel du lapereau : maturation des structures et des fonctions digestives et sensibilité à une infection par une souche entéropathogène d'*Escherichia coli*.p 35-36.

GIANNETI.L, 1984. L'élevage rentable du lapin. 350 pp.

GIDENNE.T et, LEBAS.F, 1987. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance : variations en fonction de l'âge. *Ann Zootech*, 36 : 225-236.

GIDENNE T ; J M PEREZ, 1994. Apport de lignine et alimentation du lapin en croissance. I. conséquences sur la digestion et le transit.

- GIDENNE** et PEREZ, 1994. Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 2. Starch hydrolysis in the small intestine, cell wall degradation and rate of passage measurements. *Anim Feed Sci Technol*, 42 : 249-257.
- GIDENNE T.**, 1996. Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez le lapin en croissance : vers une meilleure définition des besoins. *Prod Anim*, 9 (4) : 243-254.
- GIDENNE.T**, FORTUN-LAMOTHE.L, 2002. Feeding strategy for young rabbit around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim Sci*, 75 : 169-184.
- GILBERT**, M., HAY, W.W., JOHNSON, R.L., BATTAGLIA, F.C., 1984. Some aspects of maternal metabolism through out pregnancy in the conscious rabbit. *Pediatr. Res.*, 18, 854-859.
- GONDRET F.**, 1998. Lipides intramusculaires et qualité de la viande de lapin. 7e Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, 13-14 mai, 101-109.
- GONDRET F.**, Mourot J., Lebas F., Bonneau M., 1998. Effects of dietary fatty acids on lipogenesis and lipid traits in muscle, adipose tissue and liver of growing rabbits. *Anim. Sci.*, 66, 483-489.
- GONDRET F.**, 1999. La lipogenèse chez le lapin. Importance pour le contrôle de la teneur en lipides de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 12, 301-309.
- GU.Z.L**; BAI.Y.F; CHEN.B.J; HUO.G.C; HAO.C, 2004. Effect of protein level on lactating performance, daily gain and fur density in Rex Rabbit, 8th WRC.Mexico (1289-1294).
- GYOVAI. M**; SZENDRO .Z; MAERTENS .L; BIRO-NEMETHE; RADMOI.I; PRINCZ .Z; HORU.P, 2004. Effect of the rearing method on the performance of rabbit doe, 8th WRC.MEXICO.
- HABEEB**, 1998. Physiological thermoregulation mechanism in rabbit drinking saline water under hot summer condition. Proceeding of 1st International Conference on Indigenous Versus Acclimatized Rabbit. El Arich, North Sinai, Egypt (1998), pp.443-456.
- HABEEB. A.A.M.**, El-Maghawry A.M., Marai I.F.M., Gad A.E., "Interaction effects between drinking saline water and ambient temperature on t3, survival rate, kidney function and some productive traits in two breeds of acclimatized rabbits", Proceedings of 1st International Conference on Indigenous Versus Acclimatized Rabbits, El-Arish, North Sinai, Egypt (1999), pp. 265-280.
- HENAFF.R**, MARIONNET.D, LEBAS.F, 1991. La production du lapin. Techniques et documentation. Lavoisier (3ème édition), p206.
- HENRY**, B.A., GODING, J.W., A.J., T., DUNSHEA, F.R., CLARKE, I.J., 2001. Intracerebroventricular infusion of leptin elevates the secretion of luteinizing hormone without affecting food intake in long-term food-restricted sheep, but increases growth hormone irrespective of bodyweight. *J. Endocrinol.*, 168, 67-77.

- HOQUETTE.J.F** 1998a. Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat producing animals. *Livest.Prod.Sci.*56, 115-143.
- HOQUETTE.J.F**, **ORTIGUES.I**, **MARTY-MARTY**, **DAMON.M**, **HERPIN.P**, **GEAY.Y**, 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *INRA.Prod.Anim*, 13, 185-200.
- HUDSON.R**, **SCHAAL.B**, **MARTINEZ-GOMEZ.M**, **DISTEL.H**, 2000. Mother-young relations in the European rabbit: physiological and behavioural locks and keys. *World Rabbit Sci*, 8 (2): 85-91.
- INRA**, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volaille 282 pp.
- INRA**. 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. 2nd ed. INRA, Paris, 282 pp.
- INRAP**, 1992. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. p : 247-259.
- JEHL N.**, **Delmas D.**, **Lebas F.**, 2000. Influence of male rabbit castration on meat quality.1. Performances during fattening period and carcass quality. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain. July 4-7. A, 607-612
- JONES.C.S**, **PARKER.D.S**, 1988. Mammary blood flow and cardiac output during initiated involution of mammary gland in the rabbit. *Comp.Biochem.Physiol.*, 91,21-25.
- JONSSON N.N.**, **McGOWAN M.R.**, **McGUIGAN K.**, **DAVISON T.M.**, **HUSSAIN A.M.**, **KAFI M.** et **MATSCOSS A**, 1997. Relationships among calving season, heat load, energy balance and postpartum ovulation of dairy cows in a subtropical environment. *Animal Reproduction Science* **47**, 315-326.
- KHALIL M**, 1980. Genetic and environmental studies on some productive traits in rabbit. Faculty of Agricultural. Zagazig University.Egypt.
- KHALIL.M.H**, **MEHAIAM.A**, **AL HOMIDAN.A.H**, **AL-SOBYIL.K.A**, 2004. Genetical analysis for milk yield and component and milk conversion in crossing of Saudi rabbits with v-line. 8th WRC. Valencia (Spain), p: 82-89.
- KHIREDDINE**, **B.**, **GRIMARD**, **B.**, **PONTER**, **A.A.**, **PONSART**, **C.**, **BOUDJENAH**, **H.**, **MIALOT**, **J.P.**, **SAUVANT D.** AND **HUMBLOT**, **P.**, 1998. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenol.*, 49, 1409-1423.
- KNIGHT C. H.** and **C.J. WILDE**, 1993. Milk yield in rats in relation to activity and size of the mammary secretory cell population. *J. Dairy Res.* 51:29-35.
- KOHEL**, **PF** (1997) *GTE Renalap 96* : une lapine produit 118 kg de viande par an. *Cuniculture* 24, 247-252.

KRAUS A., ROTH H.P. et KIRCHGESSNER M, 1997. Supplementation with vitamin C, vitamin E or β -carotene influences osmotic fragility and oxidative damage of erythrocytes of zinc-deficient rats. *J. Nutr.* **127**, 1290-1296.

KOVER.G, SZENDRO.Z, ROMVARI.R, 1998. In vivo measurement of body parts and fat deposition in rabbits. *World Rabbit Sci.*, **6**, 231-235.

KOWALSKA.D, et **BIELANSKI.P,** 2004. Effect of supplemental dietary fat for rabbits on milk composition and rearing performance of young rabbits. 8th WRC. Valencia (Spain).p 869-873.

LACASSE.P, and **C.G. PROSSER,** 2003. Mammary Blood Flow Does Not Limit Milk Yield in Lactating Goats. *J. Dairy Sci.* **86**:2094-2097.

LAPLACE, 1978 et **PETER ; CHARLES,** 1984 in **T GIDENNE et PEREZ,** 1994.

LEBAS, F., 1970. Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. *Ann.Zoot.*, **17**(2), 169-182.

LEBAS, F., 1987. Influence de la taille de la portée et de la production laitière sur la quantité d'aliment ingérée par la lapine allaitante. *Reprod. Nutr. Dev.*, **27**, 207-208.

LEBAS F., COUDERT P., De ROCHAMBEAU H., THEBAULT R.G., 1996. *Le Lapin, Élevage et Pathologie* (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome, 227 pp.

LEBAS F, 2000. Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du lapin. *INRA Prod. Anim.* **13** (2), 109-116.

LEBAS F, 2002. **Cite web:** <http://www.cuniculture.info>

LEBAS.F, 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. 8th World Rabbit Congress. MEXICO.

LEBAS, 2006. **Cite web :** [http// www .cuniculture.info](http://www.cuniculture.info)

LEBRET.B, MOURROT, 1999. Influences des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaires. *INRA .Prod.Anim*, **12**, 11-28.

LIÇOIS, D. GUILLOT, J.F. MOULINE, C. REYMAUD, A., 1992. Susceptibility of the rabbit to an enteropathogenic strain of *Escherichia coli* O-103: effect of animal' age. *Annales. Recherches Veterinaires* **23**, 225-232.

MacNITT J.I., MOODY G. L, 1992. A method for weaning rabbit kits at 14 days. *J. Appl. Rabbit Res.*, **15**, 661-665.

MADARA J.L., TRIER J.S., 1987. Functional morphology of the mucosa of the small intestine. In : *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. L.R. Johnson Eds, 2^{ème} éd., Raven Press, New-York, Etats-Unis : 1209-1249.

MAERTENS L., De GROOTE G., 1988. The influence of the dietary energy content on the performance of post partum breeding does. 4th World Rabbit Congress, Vol C, 42-52.

MARAI.M, 2000. Young doe rabbit performance trait as affected by dietary zinc, calcium, or magnesium supplement under winter and summer condition of Egypt; proceeding of 7th World Rabbit Congress. Valencia (Spain).pp 313-320.

MARAI.M, 2002. Rabbit productive and physiological performance traits as affected by heat stress.

MARTIN A., 2001. Apport nutritionnel conseillé pour la population française, Technique et Documentation (3e éd.). Paris, France, 650p.

MARTIER.D, 2003. Description des principales étiologies des maladies digestives chez le lapin Européen (*Oryctolagus Cuniculus*).Ann.Med.Vet, 147 : 385-392.

MARTINET et HOUDEBINE, 1993.Dans "Biologie de lactation", Les Editions INSERM/INRA, Paris, France. pp.587.

MASOERO.G., BERGOGLIO.G, RICCIONI.L, 1992. Near infrared spectroscopy applied to living rabbits to estimate body composition and carcass and meat quality. J.Appl.Rabbit Res., 15, 810-818.

MAZIZ.S, 2001. Thèse de magister : Influence de la production laitière et de l'âge de sevrage sur la viabilité et la croissance des lapereaux.

MENTESSUY, 2004. Effect of specific feeding program based on high energy lactation and pregnancy diets on rabbit does and young rabbits performances. 8th WRC Valencia (Spain) p 909-914.

MESKIN.R, 2003. Mémoire de fin d'étude: Comparaison des trois rythmes de reproduction chez la lapine locale (*Oryctolagus Cuniculs*).

MEUNIER M., HULOT F., POIRIER J.C., TORRES S., 1983. A comparison of ovulatory gonadotropic surge in two rabbit strains : no evidence for a relationship between LH or FSH surge and factors of prolificacy. Reprod. Nutr. Dev., 23, 709-715.

MONGET, P., MARTIN, G.B., 1997. Nutrition et reproduction des animaux d'élevage. Cah. Nut. Diet, 32, 166-172.

MOULLA.F, 2006. Thèse de magister: Evaluation des performances zootechniques de l'élevage cunicole de la ferme expérimentale de l'institut technique des élevages (BABA ALI).

NURIA NICODEMUS et al, 2002. The effect of remating interval and weaning age on the reproductive performance of rabbit does. Anim, Res.51 (517-523).

PARIGI BINI , 1990a. Energy and protein retention rabbit does during first pregnancy. Cuniculture.Sci.6: 19-29.

PARIGI BINI, 1990b. Repartitions de l'énergie alimentaire chez la lapine non gestante pendant la première lactation. Proc. 5^oJourn.Rech.Cunicole.Fr, Paris, 12-13 Décembre, Comm. no.47.

PARIGI BINI et al, 1992. Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. Anim.Prod.55, 153-162.

PASCUAL. J.J., CERVERA C., BLAS E., FERNANDEZ CARMONA J., 1999. Effect of high fat diets on the performance, milk yield and milk composition of multiparous rabbit does. Anim. Sci., 68: 151-162.

PASCUAL, J.J., MOTTA, W., CERVERA, C., QUEVEDO, F., BLAS, E., FERNÁNDEZ-CARMONA, J., 2002b. Effect of dietary energy source on the performance and perirenal fat thickness evolution of primiparous rabbit does. Anim. Sci., 75, 267-273.

PEREZ J M ; GIDENNE T ; LEBAS F ; CAUDRON I ; ARVEUX P ; BOURDILLON A ; DUPERRAY J ; MASSAGERB, 1994. Apport de lignine et alimentation de lapin en croissance. II. Conséquences sur les performances et la mortalité.

PERROT.B, 1991. L'élevage des lapins.Collection verte. ARMAND COLIN.p127.

PIATTONI F; DEMEYER; L MAERTENS, 1996. In vitro study of the age dependent caecal fermentation pattern and methanogenesis in young rabbit.

PROTO V., 1980. Alimentazione del coniglio da carne. Coniglicoltura, 17(7), 17-32.

PRUD'HON M., CHERUBIN M., GOUSSOPOULOS J., CARLES Y., 1975. Évolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solides et liquides du lapin domestique nourri ad libitum. Ann. Zootech., 24(2), 289-298.

REMAS.K, 2001. Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique *Oryctolagus Cuniculus*.

ROBERT GIANNETTI, 1984.l'élevage rentable des lapins. p: 108-119.

ROMMERS , 2001a. Effect of different feeding levels during rearing and first insemination on body development, body composition and puberty. World.Rabbit.Sci, 9: 101-108.

ROMMERS.J.M. MEISERHOF; J.P.T; M.NOORDHUIZEN.B; KEMP, 2002. Relationship between body weight at first mating and subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of rabbit does. J.Anim.Sci; 2002.80: 29-35.

ROUGEOT.J, 2003. Origine et histoire du lapin; Aspect historiques, culturel et sociaux.Colloque société d'ethnozootechnie, Paris 15 Nov1981, 1-9.

SAMUEL BOUCHER et **LOIC NOUAILLE**, 2002.maladies du lapin.PFIN.2-855571076-X, Edi France 2002.p : 28-29.

SCHUMACHER.U., **DUKU.M.**, **KATOH.M.**, **JORNS.J.**, **KRAUSE.W.J.**, 2004. Histochemical similarities. of mucins produced by Brunner's glands and pyloric glands: A comparative study. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol, 278 (2) : 540-550.

SCOTT.T; WILLARD; RONALD.D; RAMDEL, 1999. Pregnancy detection and the effect of age, body weight and previous performance on pregnancy status and weaning rate of farmed fallow Deer (*Dama dama*). *J.Anim.Sci*, 1999.77: 32-38.

SERFILIPPI.D et DONALDSON.R.M, 1986. Production and secretion of intrinsic factor by isolated rabbit gastric mucosa. *Am J Physiol*, 251(3 Pt 1): G287-G292.

SIMPLICIO, J.B., FERNANDEZ, C., J., CERVERA, C., 1988. The effect of a high ambient temperature on the reproductive response of the commercial doe rabbit. *4 Th World Rabbit Congress, Budapest, Hungary*, 36-41.

SMITH R.F. et DOBSON H, 2002. Hormonal interactions within the hypothalamus and pituitary with respect to stress and reproduction in sheep. *Domestic Animal Endocrinology* **23**, 75-85

SZENDRÖ, Z., PAPP, Z., KUSTOS, K., 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. *Cah. Opt. Médit.*, 41,11-17.

THEAU-CLEMENT, M., ROUSTAN, A., 1992. A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performance. Congress, Corvallis, USA, 55-62. 5th World Rabbit.

THEAU-CLEMENT, M., 2001. Etude de quelques facteurs de contrôles de l'interaction entre la lactation et la reproduction chez la lapine conduite en insémination artificielle. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 101 p.

THIEULIN et WILLAUME, 1987. Eléments pratiques d'analyses et d'inspection du lait, produits laitiers et des œufs. Ed. Institut Universitaire de Technologie. Paris, 388p.

WILDE.C.J, ADDEY.C.V.P and FERNIG.D.G, 1997. Programmed cell death in bovine mammary tissue during lactation and involution. *Exp. Physiol.* 82:943-953.

XICCATO, G., PARIGI-BINI, R., DALLE ZOTTE, A., CARAZZOLO, A., COSSU, M.E., 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.*, 61, 387-398.

XICCATO.G.,BERNADINI.M., CASTELLINI.C., DALLE ZOTTE.A., 1999. Effect of postweaning on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *J.Anim.Sci.*1999.77 : 416-426.

XICCATO.G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., "Influence de l'âge, du sevrage précoce et de l'aliment sur le développement des organes digestifs et des fermentations caecales chez le jeune lapin", Proc. 9èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, (2001), pp. 199-202.

XICCATO.G, 1996. Nutrition of lactating does. Proceeding 6th WRC. Toulouse (29-47).

XICCATO, G; **TROCINO**.A; **SARTORIM**, 2003. Effect of weaning diet and weaning age, on growth, body composition and caecal fermentation of young rabbit. *Anim.Sci*, 77; 101-111.

ZERROUKI et **LEBAS**, 4004. Evaluation of milk production of Algerian local rabbit population raised in the TIZI OUZOU area (KABYLIA). 8th WRC.Mexico (378-384).

ZHANG, Y., **PROENCA**, R., **MAFEI**, M., **BARONE**, M., **LEOPOLD**, L., **FRIEDMAN**, J.M., 1994. Positionnal clonning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372, 425-432.

Les tableaux analytiques

Tableau 1 : Analyse chimique de l'aliment (granulé).

N°Echt alimt	pds echt (g)	Av incinération	AP		MO%	MN%
1	0.5	12.48	12.5	12.98	96	4
2	0.5	12.89	12.91	13.39	96	4
3	0.5	10.03	10.05	10.53	96	4
4	0.5	12.56	12.59	13.06	94	6
5	0.5	10.03	10.05	10.53	96	4
6	0.5	12.67	12.69	13.17	96	4
7	0.5	11.93	11.95	12.43	96	4
8	0.5	10.34	10.36	10.84	96	4
9	0.5	12.14	12.16	12.64	96	4
10	0.5	12.72	12.74	13.22	96	4
					95.8	4.2

Tableau 2 : Analyse chimique de lait de lapine.

Echt lait	H %	MS %	MO %	MN %
I	31.71	68.29	94.64	5.36
I	35.43	64.57	88.89	11.11
I	26.04	73.96	92.59	7.41
I	23.22	76.78	93.75	6.25
I	19.50	80.50	97.33	2.67
S	18.98	81.02	88.89	11.11
S	23.28	76.72	94.12	5.88
S	34.79	65.21	94.39	5.61
S	43.04	56.96	95.19	4.81
S	24.74	75.26	95.00	5.00

Tableau 3 : Evolution de la matière sèche de lait de lapine au cours de la lactation.

lot I	MS%(1°sem)	MS%(2°sem)	MS(3°sem)	MS%(4°sem)
	28.74	33.33	27.03	45
	20.00	25.00	44.44	40.74
	16.67	22.22	24.14	56.52
	56.00	30.77	26.92	33.33
	32.00	21.43	36.00	20.00
		26.55	31.71	
lot S				
	21.43	19.23	23.53	46.67
	34.62	46.15	47.83	50
	28.95	32.56	44.00	//
	18.75	34.78	35.14	44
	20.00	33.33	40.74	35

Tableau 4 : Analyse corporelle des lapereaux nouveaux nés.

N°femelle	Pm nais	H%	MO %	MN %
1	45	77.88	90	10
2	29.5	82.39	88	12
3	35	80.53	90	10
4	44	78.68	90	10
5	32.9	78.85	88	12
6	46	77.34	90	10
7	48.3	79.51	90	10
8	57.1	78.80	90	10
9	44.3	79.60	90	10
10	60.3	80.97	88	12
11	58.3	75.19	85	15
12	58	78.21	90	10
13	50.7	77.29	90	10
14	48.3	75.65	90	10
15	36.6	77.84	90	10
16	56.6	76.71	90	10
17	33.4	77.98	85	15
18	35	84.49	95	5
19	30	79.54	90	10
20	46.22	77.05	89.42	10.58

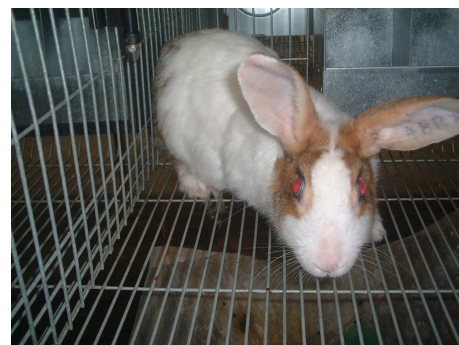
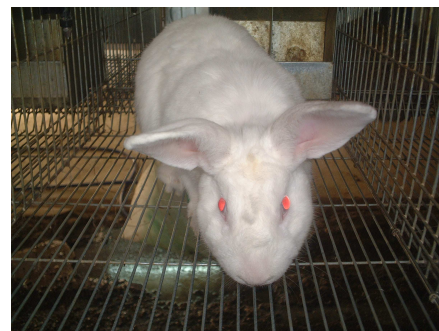
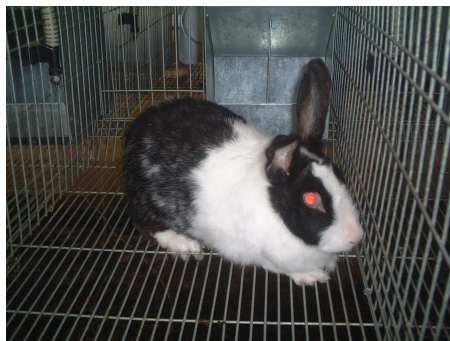
Tableau 5 : Les résultats des dosages biochimiques.

♀	1°prélèvement						
	poteines g/l	urée mg/dl	TGL mg/dl	choles mg/dl	lipides g/l	creat mg/dl	gluc g/l
F19	28.48	5.4	11.76	48.64	3.15	3	0.29
C4	22.38	4.2	2.35	59.45	2.85	3	0.39
F18	28.48	9.9	16.47	97.29	12.45	3	0.36
C11	33.57	9.3	9.41	75.67	8.85	4	0.28
C12	34.59	7.2	14.11	64.86	9.75	3	0.35
C5	31.54	9	9.41	37.83	8.55	3	0.39
B5	32.55	8.1	7.05	54.05	12.3	3	0.36
F16	67.15	9.6	9.41	75.67	11.1	3	0.29
C13	28.48	5.1	9.41	32.43	7.95	4	0.32
F14	28.48	9	21.17	43.24	8.25	3	0.42
moyenne lotS	33.57	7.68	11.06	58.91	8.52	3.2	0.35
F17	39.68	7.2	28.23	21.62	5.4	2	0.41
F6	28.48	7.5	14.11	32.43	3.15	1	0.38
B6	28.48	5.2	23.54	32.43	6.3	1	0.49
I1	31.54	9	18.82	64.86	5.7	2	0.28
B1	26.45	8.1	14.11	27.58	5.1	4	0.3
C7	27.47	7.5	21.17	59.45	7.2	3	0.32
H1	42.73	9.3	25.88	70.27	10.5	7	0.37
B9	23.4	8.4	9.41	54.05	7.35	2	0.28
B4	31.54	6.3	9.41	64.86	9.15	1	0.36
C17	44.76	12	9.41	10.81	0.9	2	0.34
moyenne lotI	32.453	8.05	17.409	43.836	6.075	2.5	0.353

2°prélèvement						
prot total g/l	uree mg/dl	TGL mg/dl	cholest mg/dl	lpid ttx mg/dl	creatinine	glucose g/l
20.29	8.33	17.47	78.26	403.3	1.33	0.39
28.84	11.76	11.65	60.86	481.13	1.33	0.4
32.05	25.49	7.76	139.13	912.73	2	0.44
32.05	20.58	23.3	121.73	856.13	2	0.44
35.25	15.19	17.47	69.56	658.01	4	0.62
29.91	17.64	13.59	113.04	827.83	2	0.46
16.02	9.8	5.82	78.26	629.71	1.33	0.4
35.25	17.15	36.89	130.43	771.22	1.33	0.41
40.59	14.21	13.59	69.56	417.45	1.33	0.5
32.05	17.64	40.77	86.95	488.2	2	0.4
30.23	15.78	18.83	94.78	644.57	1.87	0.45
26.7	11.76	42.71	17.39	360.84	1.33	0.39
5.34	14.21	64.07	86.95	629.71	0.66	0.58
44.87	17.64	38.83	113.04	601.41	2.66	0.62
36.32	20.09	9.7	95.65	792.45	2.66	0.5
36.32	13.23	9.7	60.86	721.69	2.66	0.42
3.2	14.21	7.76	43.47	226.41	5.33	0.35
34.18	20.58	16.98	95.65	820.75	1.33	0.76
37.39	12.25	73.78	86.95	353.77	1.33	0.51
24.57	10.78	3.88	60.86	445.75	0.66	0.28
29.91	8.82	7.76	43.47	339.62	2	0.29
27.88	14.357	27.517	70.429	529.24	2.062	0.47

3°prélèvement						
prot g/l	urée mg/dl	triglycérides	cholestérol	lipides	creatinine	glucose
24.74	22.81	51.28	41.02	324.32	2	0.92
31.48	21.35	76.92	20.51	247.34	2	1.26
29.23	10.19	30.76	66.66	466.21	0.66	1.19
33.73	2.91	25.64	51.28	290.54	0.66	0.7
16.86	6.79	15.38	30.76	486.48	1.33	0.63
13.49	11.16	20.51	82.05	472.97	1.33	0.68
26.98	15.53	23.07	76.92	567.56	3	0.85
26.98	17.47	17.94	56.41	412.16	1.33	1
24.74	18.44	64.1	30.76	304.05	1.33	0.91
22.49	9.22	128.2	30.76	371.62	2	0.79
25.07	13.59	45.38	48.71	394.33	1.56	0.89
49.01	17.47	97.43	30.76	287.23	2	0.81
55.55	7.76	20.51	51.29	344.59	1.33	1.06
72.64	9.7	15.38	66.65	249.99	2	1.11
47	3.39	17.94	30.75	277.02	0.66	0.75
66.23	9.22	7.69	20.5	405.4	1.33	1
36.32	8.73	64.1	10.25	108.1	0.66	0.49
44.87	10.67	30.76	25.64	344.59	1.33	0.8
57.69	12.62	15.38	30.66	162.16	0.66	1.19
47	absct	25.64	75.91	216.21	1.33	0.46
94.01	10.19	17.84	15.38	305.04	1.33	0.5
57.032	8.975	31.267	35.779	270.033	1.263	0.817

4°prélèvement						
poteines	urée	triglycérides	cholestérol	lipid mg/dl	creat mg/dl	gluc g/l
37.11	11.94	27.27	44	398.93	2	0.39
53.97	9.74	72.72	40	231.38	1.33	0.37
41.6	1.88	45.45	104	438.83	0.66	0.42
34.86	6.28	36.36	40	271.27	0.66	0.38
31.48	3.77	18.18	16	215.42	0.66	0.41
39.35	2.83	54.54	32	438.38	1.33	0.53
35.98	9.74	9.09	24	382.97	1.33	0.34
87.71	8.8	9.09	20	255.31	1.33	0.36
30.36	4.71	27.27	8	199.46	1.33	0.4
35.98	14.46	162.63	28	271.27	0.66	0.44
42.84	7.42	46.26	35.60	310.32	1.13	0.40
60.72	11.32	72.72	8	271.27	0.66	0.46
40.48	2.83	27.27	44	375	0.66	0.3
31.48	14.15	18.18	68	430.85	2	0.36
37.11	10.06	18.18	20	279.25	2	0.31
20.24	5.03	18.18	20	183.51	1.33	0.2
24.74	9.43	109.09	8	231.38	1.33	0.29
43.85	9.43	27.27	132	398.93	2	0.48
40.48	10.69	18.18	20	343.08	1.33	0.38
17.99	3.14	18.18	75	566.48	0.66	0.13
40.48	12.57	9.09	8	239.36	1.33	0.51
35.757	8.865	33.634	40.3	331.911	1.33	0.342



Les phénotypes de la race locale (*Oryctilagus Cuniculus Domesticus*)



Les phénotypes de la race locale (*Oryctilagus Cuniculus Domesticus*)



Le bâtiment d'élevage (à l'intérieur).