

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE

En vue de l'obtention du

Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Option : Alimentation Animale et Produits Animaux

Thème

**Effets de deux aliments granulés sur les performances
de reproduction des lapines**

Présenté par

Mademoiselle AKKACHE Samira

Devant le jury composé de :

Président	Mr	BOUKHEMZA	Mohamed	Professeur	UMMTO
Rapporteur	Mr	BERCHICHE	Mokrane	Professeur	UMMTO
Examineurs	Mme	AIN BAZIZ	Hacina	Professeur	ENV-Alger
	Mr	AMRANE	Rachid	M. Conférence	UMMTO
Invité	Mr	AIRED	Salem	Maître Assistant A	UMMTO

SOMMAIRE

Introduction	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
I- Physiologie de la reproduction	3
II- Régulation nutritionnelle de la fonction ovarienne.....	4
II-1 Alimentation et performances de reproduction	4
II-1-1 Effet du poids sur le cycle de reproduction.....	4
II-1-2 Effet du déficit nutritionnel sur la régulation ovarienne.....	5
II-2 Mécanismes physiologiques de la régulation nutritionnelle de la fonction ovarienne	5
II-2-1 Mécanismes physiologiques agissant au niveau central	6
II-2-1-1 Déficit énergétique	6
II-2-1-1-1 Effets du glucose et de l'insuline.....	7
II-2-1-1-2 Effets du système IGF	9
II-2-1-1-3 Effets de la leptine	9
II-2-1-1-4 Effets des autres médiateurs nutritionnels	10
II-2-1-2 Déficit protéique	11
II-2-2 Mécanismes physiologiques agissant au niveau ovarien	11
III- Gestation	14
III-1 Développement embryonnaire et fœtal	14
III-1-1 Phase de blastocyste	15
III-1-2 Stade embryonnaire	15
III-1-3 Stade fœtal	16
III-2 Croissance fœtale	16
III-2-1 Phase de croissance lente	17
III-2-2 Phase de croissance rapide	17
III-3 Régulation hormonale de la gestation.....	17
III-4 Régulation nutritionnelle de la gestation.....	18
III-4-1 Mécanismes d'adaptation à la gestation	18
III-4-2 Apports nutritionnels spécifiques à la gestation	18
III-4-2-1 Apports en énergie	19
III-4-2-2 Apports en protéines	19
III-4-2-3 Apports en lipides	20
III-4-2-4 Apports en minéraux	20
III-4-2-5 Apports en vitamines	21
III-4-3 Facteurs nutritionnels influençant le déroulement de la gestation	22
III-4-3-1 Les radicaux libres	23
III-4-3-2 Les phyto-oestrogènes	24
III-4-3-3 Les micotoxines	24

IV- Alimentation des reproductrices	25
IV-1 Alimentation des futures reproductrices	27
IV-2 Alimentation au cours d'un cycle de reproduction	28
V- Facteurs de variations des paramètres de reproduction	29
V-1 Poids à la saillie	29
V-2 Déficit nutritionnel	30
V-3 Origine de l'énergie	31
V-4 Flushing	31
V-5 Protéines et acides aminés	32
V-6 minéraux et vitamines	33
VI- Valorisation du grignon d'olive en alimentation animale	33
VI-1 Composition chimique	34
VI-2 Utilisation du grignon d'olive dans l'alimentation des animaux	35
VI-3 Valeur alimentaire des grignons	35

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et Méthodes	37
I- Culture de champignon	37
II- Incorporation du résidu dans l'aliment	38
II-1 Préparation de l'aliment.....	38
II-2 Essai de l'aliment	39
II-2-1 Evaluation des performances de reproduction	39
II-2-2 Détermination de la digestibilité	41
III Analyse Statistique	41
Résultats et discussion	42
I Caractéristiques des aliments expérimentaux	42
I-1 Composition chimique des grignons	42
I-2 Composition chimique des aliments expérimentaux	43
II Digestibilité	44
III- Evolution des paramètres de reproduction	46
III-1 Réceptivité	46
III-2 Fertilité	47
III-3 Taille de portée à la naissance	48
Conclusion	51
Références Bibliographiques	53

RESUME

L'étude a porté sur l'incorporation d'un résidu de culture de champignon comestible (pleurote) à base de grignon d'olive brut avec un taux de 20% dans l'aliment lapin (G) dans le but de déterminer sa digestibilité et d'évaluer les performances de reproduction des lapines de population locale alimentées avec cet aliment comparativement à celles alimentées avec un aliment standard du commerce (T).

La culture de champignons a permis de réduire le taux de cellulose brute 53 à 39% et d'améliorer la valeur nutritive du grignon ainsi que celle du taux protéique de ce dernier (2,8 à 7%). Le test de digestibilité de l'aliment G et T réalisé sur 24 animaux a montré que la digestibilité de l'aliment G est similaire à celle de l'aliment T (63,9 vs 63,7 %).

L'analyse des performances de reproduction a été réalisée sur 40 lapines réparties en deux lots homogènes G et T de 20 lapines chacun recevant respectivement l'aliment G et l'aliment T.

Il ressort que les femelles alimentées avec l'aliment G présentent de meilleures performances que celles alimentées avec l'aliment T. Le taux de réceptivité est de 64% pour les femelles du lot G contre seulement 52% pour celles du lot T et une meilleure fertilité (77,8 vs 73%). Le nombre de nés vivants est supérieur chez les femelles ayant reçues l'aliment G (6,75 vs 5,67).

L'incorporation du résidu de culture de champignon ne semble pas avoir d'effets néfastes sur la reproduction des lapines de population locale. Il constitue une alternative à la réduction de l'utilisation des matières premières importées. C'est aussi un moyen de recycler le grignon afin d'éviter son impact néfaste sur l'environnement.

Mots clés : Lapin, champignon, Aliment, Reproduction, Paramètres, digestibilité.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I	: Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en Production intensive.	26
Tableau II	: Composition chimique indicative des différents types de grignons.	34
Tableau III	: Composition centésimale des aliments.	39
Tableau IV	: Composition chimique des grignons avant et après culture.	42
Tableau V	: Composition chimique des deux aliments.	43
Tableau VI	: Valeurs de la digestibilité de l'aliment T et G.	44
Tableau VII	: Taille de portée à la naissance des lapines alimentées avec les aliments T et G.	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1	: Mécanismes de l'insuffisance gonadotrope fonctionnelle (aménorrhée hypothalamique) observée dans les états de maigreur et/ou de déficit des apports nutritionnels.	7
Figure 2	: Effet d'une injection ou d'une restriction de glucose sur la fréquence des pulses de LH chez les cochettes pré pubères.	8
Figure 3	: Insulinorésistance, hyperinsulinisme et hyper androgénie.	12
Figure 4	: Action de l'insuline et du système IGF-I –IGFBP.	13
Figure 5	: Principaux mécanismes physiologiques impliqués dans les effets de la nutrition sur la reproduction.	15
Figure 6	: Schéma montrant la compétition des différents tissus de l'organisme vis-à-vis des nutriments circulants dans sang.	16
Figure 7	: Fructification du <i>P.ostreatus</i> sur un substrat à base du grignon d'olive brut	38
Figure 8	: Digestibilité (CUDa) de la MS, MAT et CB l'aliment T et G.	45
Figure 9	: Taux de réceptivité des lapines alimentées avec les aliments T et G.	46
Figure 10	: Taux de fertilité des lapines alimentées avec les aliments T et G.	47
Figure 11	: Taille de portée à la naissance des lapines alimentées avec les aliments T et G	49

LISTE DES ABREVIATIONS

ADF	: Acid Detergent Fiber
ADL	: Acid Detergent Lignin
CB	: Cellulose Brute
CMV	: Complexe Minéralo –Vitaminique
CRH	: Corticotropin Releasing Hormone
CUDa	: Coefficient d'Utilisation Digestive apparente
ED	: Energie Digestible
FSH	: Follicle Stimulating Hormone
GH	: Growth Hormone
GnRH	: Gonadotropin Releasing Hormone
HCG	: Hormone Chorionic Gonadotropin
HPL	: Hormone Placentaire Lactogène
IGF	: Insulin like Growth Factor
LH	: Luteinizing Hormone
MAT	: Matière Azotée Totale
MM	: Matière Minérale
MO	: Matière Organique
MS	: Matière Sèche
NA	: Noradrénaline
NPY	: Neuropeptide Y
PB	: Protéines Brutes
PGE₂	: Prostaglandine E ₂
T₃	: Triiodothyronine
TGFB₂	: Cytokine Transforming growth factor

INTRODUCTION

L'Algérie présente un déficit en protéines animales, la cuniculture rationnelle pourrait contribuer à combler ce déficit et ce à moindre coût. Le recours à la cuniculture peut se justifier par les avantages qu'elle présente, entre autres, la prolificité, le cycle biologique court des animaux et leurs capacité à valoriser plusieurs sources végétales et sous-produits des industries agro-alimentaires. Toutefois, la rentabilité de l'élevage cunicole nécessite une meilleure maîtrise de sa conduite en particulier l'alimentation et la reproduction.

La cuniculture en Algérie rencontre plusieurs problèmes dont l'alimentation qui représente la charge la plus importante de l'élevage en raison des matières premières utilisées dans l'aliment qui sont presque importées en totalité. Une des solutions afin de produire des aliments à moindre coût serait la substitution par des matières premières et sous produits de l'industrie agroalimentaire locaux à certaines des matières importées.

Plusieurs travaux ont été réalisés dans le but d'incorporer des matières premières et sous produits locaux (féverole, sulla, grignon d'olive...) dans l'alimentation du lapin en reproduction et en croissance dans des élevages rationnels en Algérie (Berchiche, 2009).

L'Algérie, pays Méditerranéen, producteur d'olives pourrait faire appel aux sous produits de l'olive pour réduire les coûts de production des aliments du bétail. Les grignons d'olive qui sont utilisés traditionnellement dans la plupart des pays producteurs comme moyens de chauffage et dans l'alimentation animale peuvent représenter pour l'Algérie un moyen de substitution des matières premières composant les aliments du bétail. Cependant peu d'études ont été effectuées afin d'évaluer l'effet de leur incorporation dans l'alimentation animale. Les travaux effectués ou en cours de réalisation ont pour but d'aboutir à une meilleure valorisation pour l'alimentation animale.

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'utilisation des sous produits locaux dans l'alimentation du lapin. En effet, notre étude a pour objectif l'incorporation d'un résidu de

culture de champignon comestible (*Pleurotus ostreatus*) à base de grignon d'olive brut dans un aliment unique (reproduction, croissance).

L'étude a porté sur la détermination de la digestibilité de cet aliment comparé à celle d'un aliment standard du commerce ainsi que l'évaluation des performances de reproduction des lapines alimentées avec cet aliment.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Physiologie de la reproduction

L'activité de l'ovaire consiste à la fonction gamétogène d'où résultent les gamètes fécondables et la fonction endocrine stéroïdogène contrôlant cette dernière et le développement du conceptus s'il y a eu fécondation.

Le stock de follicules se constitue dans l'ovaire pendant la vie intra utérine. A la naissance l'ovaire ne renferme que des ovocytes I entourés de quelques cellules folliculeuses, l'ensemble forme le follicule primordial.

A la puberté, des follicules primordiaux sortent continuellement de la réserve et entrent en phase de croissance et de maturation jusqu' à l'ovulation ou l'atrésie. Après l'ovulation, le follicule subit des modifications vasculoglandulaires qui le transforment en corps jaune.

La plupart des processus de reproduction sont sous dépendance hormonale. En effet, le principal centre de régulation de l'activité ovarienne est l'hypophyse antérieure par la sécrétion de deux gonadotrophines FSH et LH.

La FSH est sécrétée abondamment au début du cycle afin de permettre le recrutement d'une cohorte de follicules qui entrent en croissance accélérée et qui se traduit par la synthèse d'un niveau élevé d'œstradiol accompagné d'une faible quantité de progestérone.

L'œstradiol sécrété en grande quantité agit en synergie avec la FSH en accélérant la croissance folliculaire et en amplifiant la fonction stéroïdogène des follicules. Un taux élevé d'œstradiol exerce un rétrocontrôle négatif sur la FSH afin de permettre la sélection de quelques follicules de la cohorte recrutée pour pouvoir poursuivre leur croissance jusqu'au stade pré ovulatoire. Un tel taux d'œstradiol induit le comportement d'œstrus.

L'œstradiol exerce aussi un rétrocontrôle positif sur la décharge de LH qui agit sur le follicule dominant et induit l'ovulation. Chez la lapine, l'ovulation est provoquée par l'accouplement qui déclenche la décharge du pic de LH.

La synthèse et la libération de la FSH et de la LH sont étroitement contrôlées par la GnRH d'origine hypothalamique. Ainsi la pulsativité de LH est sous la dépendance de facteurs agissant sur l'activité des neurones à GnRH. Ces facteurs sont des neuropeptides

qui permettent d'intégrer les effets de l'environnement interne (stade de maturité, niveau nutritionnel, état sanitaire...) et externe (lumière, température...).

Le corps jaune formé après l'ovulation sécrète la progestérone et les œstrogènes sous l'action de LH. Chez la lapine le 17β œstradiol est l'hormone lutéotrophique qui assure la croissance des corps jaunes et la sécrétion de la progestérone par ces derniers même en absence de LH (Leymarie et Martal, 1991).

Pendant la phase folliculaire qui est œstrogénique, l'ovaire prépare la femelle à la réception des spermatozoïdes, la fécondation des ovocytes et la préparation de l'endomètre à la nidation, il la prépare aussi à accueillir et à nourrir le conceptus pour assurer sa croissance et son développement jusqu'au terme.

II- Régulation nutritionnelle de la fonction ovarienne

La reproduction comme toutes les fonctions biologiques dépend étroitement de ce qu'apporte l'alimentation en nutriments qui soient majeurs à savoir les glucides, lipides et protéines, ou autres comme les vitamines et les éléments minéraux qui ne sont utilisés qu'à de faibles quantités mais indispensables pour toutes les réactions métaboliques, par conséquent toute erreur dans l'alimentation que se soit sur le plan quantitatif ou qualitatif se répercute sur la reproduction.

II-1 Alimentation et performances de reproduction

La fonction de reproduction peut être altérée quand les besoins en énergie et/ou en protéines ne sont pas satisfaits. En effet, l'ensemble des stades physiologiques de la reproduction à savoir la puberté, les processus de maturation folliculaire, l'ovulation et la phase lutéale dépendent des apports alimentaires et des réserves énergétiques de l'organisme.

II-1-1 Effet du poids sur le cycle de reproduction

Le poids et la composition corporelle ont une influence importante sur la maturation sexuelle, le cycle ovarien et la fertilité des femelles (Bringer J. et *al.*, 1999).

En effet, une perte excessive du poids et de la masse grasse corporelle s'accompagne d'un retard pubertaire et d'une anomalie du cycle avec anovulation et infertilité (Frisch, 1987).

Selon Bringer J. et *al.* (1999) le tissu adipeux intervient dans la modulation des processus de régulation de l'ovulation.

II-1-2 Effet du déficit nutritionnel sur la régulation ovarienne

Plusieurs études ont montré la répercussion du déficit nutritionnel sur l'ovulation et le taux d'ovulation (Prunier et *al.*, 1998). En effet, un déficit énergétique et/ou protéique induit un retard d'oestrus en exerçant un effet dépressif sur la sécrétion de GnRH, ce qui induit la diminution de la pulsativité de LH, par conséquent la diminution de la maturation folliculaire (Quesnel, 2005) d'où résulte un retard ou l'arrêt de l'ovulation (Armstrong et *al.*, 1987). De même Van Den Brand et *al.* (2000), ont observé une réduction du taux d'ovulation (2 à 5 ovocytes) après un rationnement alimentaire chez la truie. Selon Quesnel (2005), l'inhibition de l'ovulation et la diminution des taux d'ovulation impliquent des mécanismes différents agissant au niveau hypothalamo-hypophysaire pour le premier et au niveau ovarien pour le second.

Chez la femme, plusieurs études ont mis en évidence l'impact de l'apport calorique sur la fonction ovarienne. En effet, Laughlin et *al.* (1998) ont montré qu'une réduction même modérée de l'apport calorique peut induire des irrégularités du cycle. De plus, lorsque les corps gras représentent moins de 25% des calories d'un régime riche en fibres, il survient une altération de la sécrétion des œstrogènes et des hormones gonadotropes (Loucks et *al.*, 1994).

Chez la lapine, plusieurs auteurs ont montré qu'une restriction alimentaire avant ou pendant la vie reproductrice de la femelle entraîne une augmentation significative du nombre de follicules primordiaux en croissance et une diminution du pourcentage de femelles qui ovulent (Fortun et *al.*, 1998) ainsi que le nombre d'ovules pondus et le taux de gestation (Fortun Lamothe, 2003). De même, la restriction nutritionnelle des femelles gestantes altère la folliculogénèse des lapines issues de ces dernières (Fortun Lamothe et *al.*, 1998).

II-2 Mécanismes physiologiques de la régulation nutritionnelle de la fonction ovarienne

La nutrition peut affecter le fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien soit au niveau central en modulant la sécrétion des hormones gonadotropes,

soit directement au niveau ovarien en affectant les régulations endocrines, paracrines et autocrines.

L'axe gonadotrope est informé de l'état nutritionnel des animaux via l'action des médiateurs métaboliques qui sont des nutriments issus de la digestion des aliments (glucose, acides aminés, acides gras) et des hormones impliquées dans la régulation du métabolisme (insuline, GH, IGF, cortisol, hormones thyroïdiennes, leptine, neuromédiateurs).

II-2-1 Mécanismes physiologiques agissant au niveau central

Dans cette partie nous traitons séparément l'impact du déficit énergétique et du déficit protéique sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Bien que certaines conséquences métaboliques sont communes aux deux, il existe d'autres qui sont propres à chacun.

II-2-1-1 Déficit énergétique

Le déficit énergétique a une action sur l'axe hypothalamo-hypophysaire via les médiateurs métaboliques ; ces médiateurs réagissent fortement à des modifications de la balance énergétique des animaux. En effet, la restriction énergétique induit la mobilisation des lipides du tissu adipeux et donc une augmentation des concentrations des acides gras libres circulants ainsi qu'une réduction des concentrations plasmatiques du glucose, de l'insuline, des IGF, et de la leptine (fig. 1).

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'influence de ces molécules sur la fréquence et l'amplitude des pulses de GnRH et de LH chez plusieurs espèces (Grimard *et al.*, 2002).

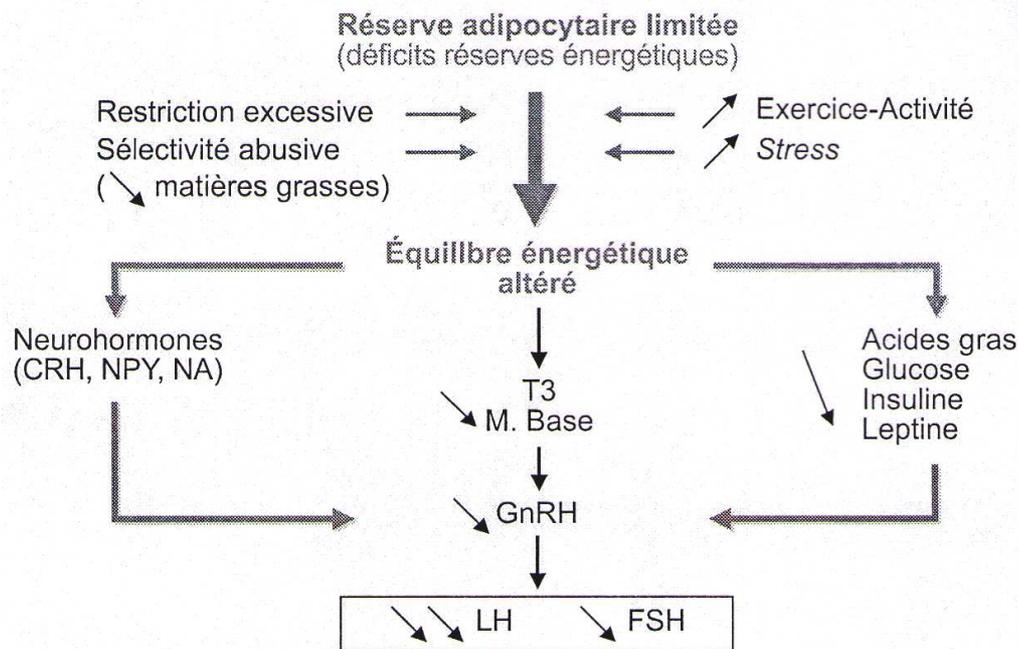


Figure 1 : Mécanismes de l'insuffisance gonadotrope fonctionnelle (aménorrhée hypothalamique) observés dans les états de maigreur et/ou de déficit des apports nutritionnels (J. Bringer et al. 1999)

II-2-1-1-1 Effet du glucose et de l'insuline

Le glucose et l'insuline jouent un rôle important dans la régulation gonadotrope. Leurs teneurs dépendent de l'apport d'énergie par l'aliment, mais également de la source énergétique. En effet, un aliment riche en amidon induit un pic post prandial de glucose et d'insuline plus élevé qu'un aliment riche en lipides.

Le glucose et l'insuline semblent agir au niveau hypothalamique, du fait que des récepteurs à insuline ont été localisés dans des zones du cerveau qui contiennent les neurones à GnRH (Monget et al., 1997). La faible insulïnémie due à la restriction nutritionnelle limite l'entrée du glucose dans les cellules qui pourrait être la cause de la modification des sécrétions gonadotropes. L'insuline paraît ainsi capable de modifier l'expression des gènes responsables de la synthèse de diverses substances agissant au niveau hypothalamique en intervenant dans la régulation gonadotrope (IGF, neuropeptide Y) (Bringer J. et al., 1999).

L'effet du glucose et de l'insuline sur l'axe hypothalamo-hypophysaire a été démontré chez la ratte et la femelle du hamster. En effet, une restriction en glucose stoppe la cyclicité des femelles (Wade et al., 1996). Ainsi, le blocage de l'oestrus du hamster peut se faire corrigé par une simple prise d'eau sucrée (Morin, 1986).

De même, l'injection de glucose à des cochettes rationnées induit une augmentation de la fréquence des pulses de LH (fig. 2).

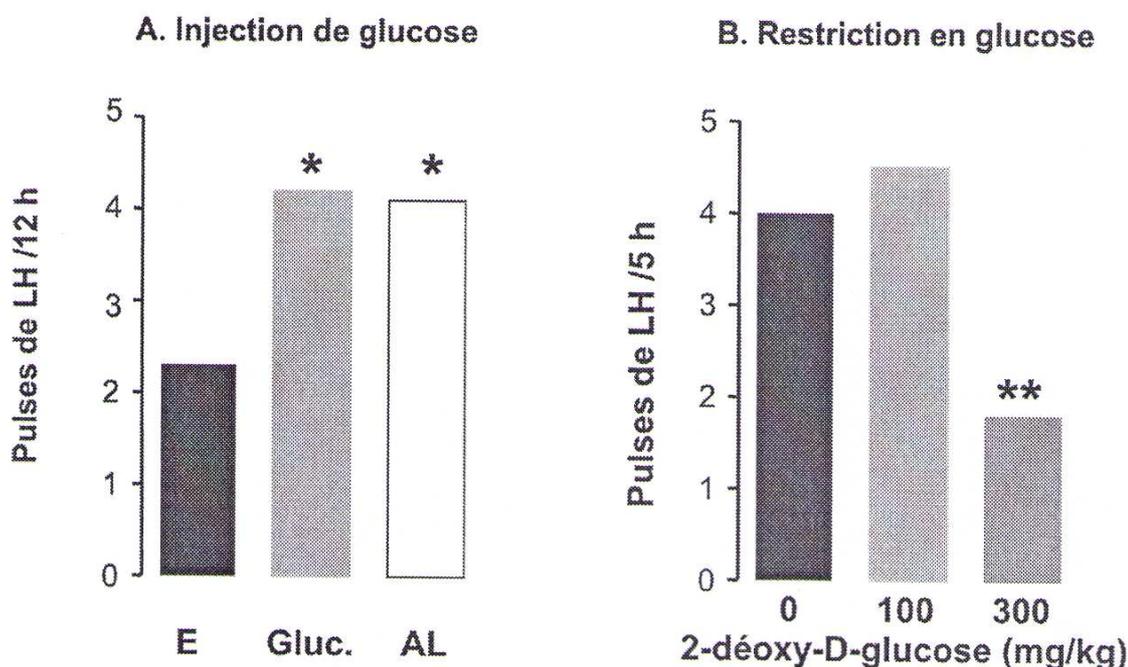


Figure 2 : Effet d'une injection ou d'une restriction de glucose sur la fréquence des pulses de LH chez les cochettes pré pubères (Quesnel H., 2005)

- A.** pendant 7 jours les cochettes reçoivent une ration alimentaire quotidienne qui couvre les besoins d'entretien. Le 8^{em} jour, un tiers des femelles sont nourries à volonté (AL). Les autres cochettes sont maintenues à l'entretien (E) et certaines d'entre elles reçoivent des injections i.v. de glucose (Gluc.). La quantité de glucose injectée apporte la même quantité d'énergie que le sur plus d'aliment consommé par les truies AL (Booth, 1990). **B.** Les cochettes ovariectomisées sont nourries de façon standard et reçoivent une injection i.v. de 2-déoxy-D-glucose, un inhibiteur de la glycolyse qui induit un déficit en glucose (Barb et al 2001a). * P<0.05, ** P<0.01.

Selon Bucholtz et al. (1996), chez l'agneau gonadectomisé, l'administration d'un antagoniste du glucose provoque une baisse de la fréquence de la pulsativité de LH sans modification de son amplitude, l'injection de GnRH prévient cet effet.

Le rôle primordial de l'insuline sur la sécrétion des hormones gonadotropes a été démontré chez les souris. En effet, l'inactivation des récepteurs à insuline dans le système nerveux central induit une baisse de fertilité et une altération de la folliculogénèse due à un dysfonctionnement hypothalamique (Brüning et al., 2000).

II-2-1-1-2 Effet du système IGF

Le système IGF comprend les IGF, leurs récepteurs et leurs protéines de liaison. Des récepteurs à IGF sont retrouvés au niveau de l'hypothalamus et de l'hypophyse or l'expérimentation animale ne donne pas de résultats univoques sur l'action des IGF au niveau central. En effet, Bringer J. et *al.*, (1999) ont montré que les IGF interviennent dans la neurosécrétion de GnRH au niveau de l'hypothalamus et sur la sécrétion des gonadotrophines hypophysaire. De même, Monget et *al.* (1997) montrent que des injections intracérébroventriculaires d'IGF augmentent la sécrétion de LH chez le rat mais pas chez des cochettes ovariectomisées (Barb et *al.*, 2001b). En ce sens, Booth et *al.* (1996) montrent que la baisse de LH dans le plasma précède celle d'IGF chez la cochette soumise à un rationnement alimentaire. De même, chez la truie rationnée, l'hypothèse d'un rôle direct de l'IGF dans l'inhibition de GnRH n'est pas étayée (Quesnel, 2005).

Les IGF circulant sont liés à des protéines de liaison spécifiques, de ce fait, leur action dépend de leur biodisponibilité qui est contrôlée par un mécanisme spécifique de protéolyse de ces dernières. Pour cela, l'augmentation de la concentration des protéines de liaison au cours de la malnutrition diminue les demies vies des IGF et module ainsi leur biodisponibilité au niveau des tissus cibles (Rajaram et *al.*, 1997).

II-2-1-1-3 Effet de la leptine

La leptine, hormone sécrétée par le tissu adipeux, régule le comportement alimentaire, augmente le métabolisme basal et elle est susceptible d'affecter la fonction de reproduction via une action directe sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et/ou via la modification du statut nutritionnel (Prunier et *al.*, 1998).

La leptine est capable d'agir sur les sécrétions gonadotropes en intervenant au niveau hypothalamique ((Bringer J. et *al.*,1999).), du fait que, des récepteurs à la leptine ont été localisés dans l'hypothalamus de plusieurs espèces (Lin et *al.*, 2000).

Plusieurs études ont montré que la leptine stimule la sécrétion de LH (Welt et *al.*, 2004 ; Henry et *al.*, 2001). En effet, l'injection de la leptine à des souris infertiles qui souffrent d'un déficit congénital induit l'augmentation du taux des gonadotrophines circulants et en particulier la LH et le développement folliculaire, par conséquent, la fertilité de ces femelles se trouve restaurée (Bringer

et *al.*, 1999). Ainsi, la leptine exogène restaure la sécrétion de LH chez des souris normales soumises à deux jours de jeûne (Ahima et *al.*, 1996). Elle stimule la sécrétion de LH et la croissance folliculaire chez les femmes qui présentent une aménorrhée d'origine hypothalamique (Welt et *al.*, 2004).

Le taux circulant de leptine est modulé par le niveau d'adiposité ainsi que par le bilan énergétique de l'animal (Chilliard et *al.*, 2001). Une masse adipeuse faible et une réduction des apports alimentaires énergétiques entraînent la baisse du taux de la leptine circulant et la perte de ses effets gonadotropes et ovariens (Karlsson et *al.*, 1997). En effet, la leptine pourrait donc être l'un des médiateurs essentiels entre le statut métabolique de l'animal et la régulation hypothalamique (Barb et *al.*, 2004).

II-2-1-1-4 Effets des autres médiateurs nutritionnels

L'influence des acides gras libres sur la sécrétion de LH a été moins étudiée, il semblerait qu'ils aient une influence inhibitrice au niveau hypophysaire (Barb et *al.*, 1991 et 1995).

L'action du cortisol et de la GH dont les niveaux de sécrétion augmentent sous l'effet du déficit nutritionnel est mal définie puisque des expériences réalisées pour rechercher leurs effets sur la sécrétion de LH ont donné des résultats contradictoires (Prunier et *al.*, 1998).

La dénutrition entraîne l'élévation des teneurs des neurohormones circulant (Corticotropine Releasing Hormone (CRH), noradrénaline, dopamine). L'insuffisance gonadotrope observée dans ces états peut résulter d'un effet supprimeur de ces neurohormones sur la sécrétion de GnRH ((Bringer J. et *al.*, 1999).

La balance énergétique négative entraîne une libération de peptides opiacés (enképhaline, β endorphine) au niveau du système nerveux central. Ceux-ci induisent la diminution de la sécrétion des hormones gonadotropes (Fortun Lamoth et *al.*, 1995).

Un déficit énergétique entraîne aussi la réduction de la T3 (Karlsson et *al.*, 1997). L'impact de cette réduction pourrait intervenir directement au niveau des structures

hypothalamiques en modifiant les sécrétions neurohormonales en particulier la GnRH ((Bringer J. et *al.*,1999).

II-2-1-2 En situation de déficit protéique

L'impact du déficit protéique sur la sécrétion de LH dépend du niveau d'apport en énergie. En effet, à un niveau énergétique constant, la réduction de l'apport en protéine et en lysine a une influence négative sur la sécrétion de LH (Tokach et *al.*, 1992a).

Le mécanisme d'action du déficit protéique au niveau central passe par les médiateurs nutritionnels. En effet, le rationnement protéique comme pour le rationnement énergétique induit une réduction des concentrations plasmatiques d'insuline. Enfin, l'insuline et le glucose constituent donc une voie d'action commune aux deux types de déficit dans l'interaction état métabolique et reproduction (Quesnel, 2005). Les résultats portant sur l'influence du déficit protéique sur les IGF diffèrent selon les travaux. Selon Quesnel et *al.* (2005b) le déficit protéique réduit les concentrations d'IGF. Alors que Clowes et *al.* (2003a et b) ont montré que ce déficit n'a pas d'effet significatif sur les teneurs en IGF. Le déficit en apport protéique agit indirectement sur la diminution de la concentration des IGF en augmentant les concentrations de leurs protéines de liaison (Bringer J. et *al.*, 1999).

Le rationnement protéique s'accompagne d'une forte mobilisation des protéines corporelles et d'une altération du profil plasmatique des acides aminés alimentaires. Or, la sécrétion de GnRH est régulée par de nombreux peptides dont certains nécessitent pour leurs synthèses des acides aminés précurseurs fournis exclusivement par les protéines alimentaires (Quesnel, 2005). Il a montré aussi que la lysine est indispensable pour la synthèse de la FSH.

II-2-2 Mécanismes physiologiques agissant au niveau ovarien

L'alimentation module l'activité de l'ovaire via les médiateurs métaboliques. En effet, la concentration en hormones qui interviennent dans la modulation de l'activité folliculaire dépend en grande partie du statut nutritionnel de l'animal. Parmi ces hormones, l'insuline et les IGF qui agissent en synergie sur la fonction ovarienne dont le rôle majeur dans la folliculogénèse a été clairement montré chez de nombreuses espèces de mammifères.

L'augmentation des concentrations plasmatiques d'insuline par injection ou suralimentation induit une augmentation du taux d'ovulation indépendamment des sécrétions gonadotropes (Cox et *al.*, 1987). Ainsi elle entraîne la diminution du taux d'atrésie folliculaire, soit par ses effets propres, soit par l'augmentation des concentrations folliculaires en IGF-I (Cox, 1997).

L'insuline intervient directement sur la physiologie ovarienne en stimulant l'entrée des lipides (notamment le cholestérol) nécessaire à la stéroïdogenèse, la sécrétion des androgènes comme elle augmente aussi la fraction libre des androgènes par la réduction des concentrations de leurs protéines de liaison (Fig. 3).

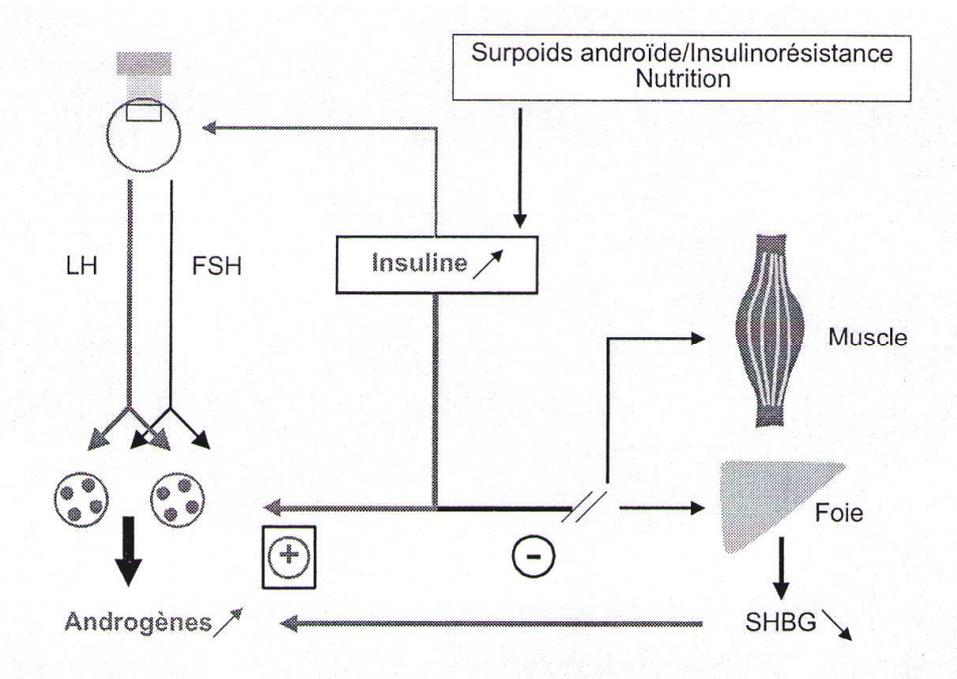


Figure 3 : Insulinorésistance, hyperinsulinisme et hyper androgénie (Bringer J. et *al.* 1999).

L'hyperinsulinisme pourrait agir directement sur le générateur du GnRH au niveau du système nerveux central et entraîne la libération des gonadotrophines LH et FSH. Au niveau de la thèque ovarienne, LH favorise la synthèse des androgènes. L'insuline pourrait aussi stimuler directement la synthèse des androgènes par l'ovaire. En outre, l'insuline réduit la concentration de SHBG (Sex Hormone Binding Globulin) augmentant ainsi la concentration des hormones stéroïdes libres, susceptibles de favoriser les effets biologiques de la sécrétion ovarienne d'androgènes.

Les IGF jouent un rôle primordial dans la croissance et la différenciation des cellules folliculaires en amplifiant l'action de la FSH sur les cellules de la granulosa qui se traduit par l'aromatation des androgènes thécaux en œstrogènes et la diminution du taux

entre les concentrations en certains acides aminés circulants et le taux d'ovulation notamment la méthionine.

La figure suivante représente un récapitulatif du mode d'action des différents métabolites nutritionnels et hormonaux qui régulent la fonction de reproduction (fig.5).

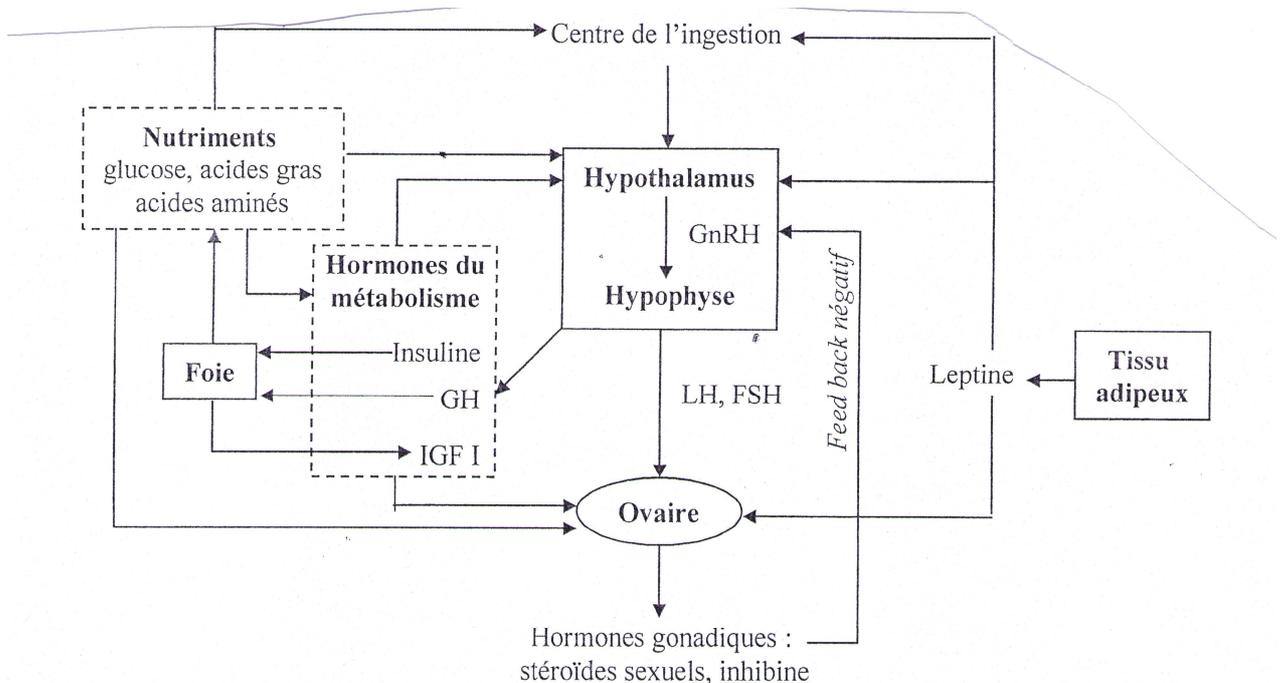


Figure 5 : Principaux mécanismes physiologiques impliqués dans les effets de la nutrition sur la reproduction (Monget et al., 1997).

III- Gestation

La gestation est un état physiologique caractéristique de la femelle, elle correspond à la période durant laquelle un ou plusieurs embryons se développent dans son utérus.

III-1 Développement embryonnaire et fœtal

Durant la gestation, il existe trois phases principales du développement embryonnaire et fœtal.

III-1-1 Phase de blastocyste

Le conceptus engendré après la fécondation est muni d'une vie libre dans l'utérus allant de la fécondation à l'implantation.

La nutrition des blastocystes pendant cette période est assurée par les sécrétion des glandes utérines en substances nutritives riches en glycogène, hydrates de carbones, acides aminés, pyruvates, bicarbonates, oxygène, afin d'assurer la survie et la croissance du fœtus (Hammoud, 1961). Il a montré que le taux de prolificté chez les espèces polytoques dépend de la survie des blastocystes qui est étroitement corrélée avec l'importance des sécrétions de l'utérus.

III-1-2 Stade embryonnaire

Durant cette période, l'embryon s'implante par la pénétration des cellules du trophoblaste dans la muqueuse utérine alors que le placenta n'est pas encore mis en place.

La nourriture de l'embryon à ce stade est assurée par l'érosion de la muqueuse utérine par le trophoblaste afin que l'embryon puisse baigner dans le sang maternel pour puiser sa nourriture. Suite à cette brève période, le placenta vient se mettre en place pour assurer cette fonction.

Le placenta est l'organe de la nutrition du fœtus, il met l'embryon en étroite relation avec la mère afin de lui fournir tous les nutriments nécessaires à sa croissance et à son développement et de le débarrasser de ses déchets. Il résulte de la croissance conjuguée des tissus d'origine fœtale et maternelle qui s'interpénètrent.

La croissance et le développent fœtal dépend de l'importance de la zone de placentation qui détermine la surface d'échange et de la vascularisation des cornes qui conditionne l'apport en nutriments (Harel et *al.*, 1978). Toutefois à ce stade, les besoins des fœtus ont la priorité sur les besoins des tissus maternels (Fig. 6).

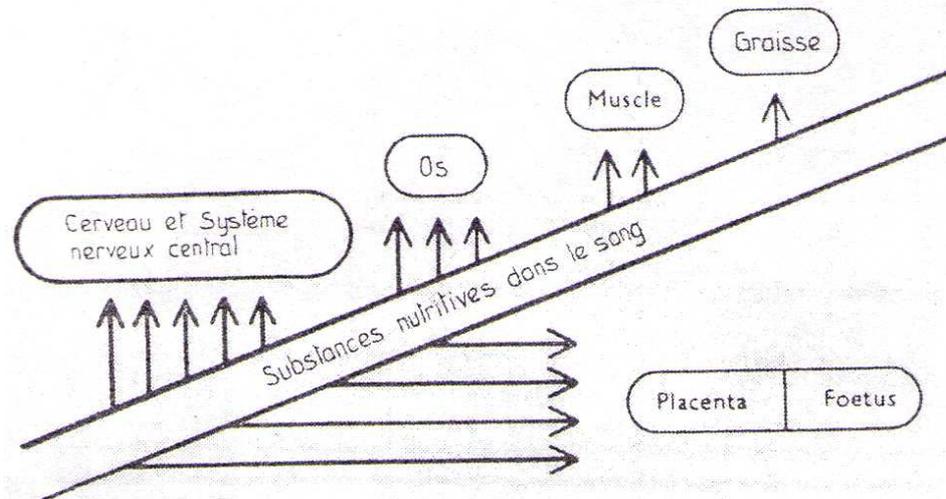


Figure 6 : Schéma montrant la compétition des différents tissus de l'organisme vis-à-vis des nutriments circulants dans sang (Hamoud, 1961)

Ce schéma montre comment les différents tissus de l'organisme entrent en compétition entre eux vis-à-vis des nutriments contenus dans le sang. La priorité de chacun des organes ou tissu est indiquée par les flèches, dans l'ordre de leur développement et de leur taux métabolique. Lorsque le niveau nutritionnel baisse (ce qu'on matérialise en retirant mentalement une flèche par tout) on voit que la croissance du tissu grasseux s'arrête, mais que le cerveau, l'os et le muscle continuent de croître, quoique plus lentement. Lorsque le niveau nutritionnel tombe encore (deux flèches en moins), le muscle cesse sa croissance et la graisse est reprise par le sang (flèches inversées) de façon à permettre la croissance ralentie du cerveau et de l'os. Au cours du début de la gestation, le placenta et le fœtus ont une priorité absolue (4 flèches), mais durant les 6 dernières semaines les changements de structure du placenta réduisent cette priorité ; le placenta et le fœtus entrent en compétition avec le muscle et le tissu grasseux de la mère.

En plus de son rôle nourricier, le placenta sécrète des hormones qui maintiennent la gestation (HCG) ainsi que d'autre telle que l'hormone placentaire lactogène (HPL) qui n'agit pas seulement sur la glande mammaire mais aussi sur le métabolisme de la mère en l'orientant vers un anabolisme protéique nécessaire à la croissance du fœtus ainsi que l'utilisation des lipides comme source principale d'énergie pour la mère afin d'épargner le glucose pour le fœtus qui en dépend étroitement.

III-1-3 Stade fœtal

La croissance du fœtus augmente rapidement surtout par l'augmentation de la taille des cellules, grâce à la nutrition qui provient du sang maternel. En effet, la croissance dépend directement de l'alimentation de la mère.

III-2 Croissance fœtale

La croissance fœtale consiste à l'augmentation de la taille de l'individu qui s'effectue en deux phases.

III-2-1 Phase de croissance lente

L'augmentation de la taille pendant les premiers stades embryonnaire et fœtal est due à la multiplication cellulaire d'où résulte un grand nombre de cellules de petite taille. C'est durant cette phase que se déroulent l'organogenèse et la différenciation des tissus. La croissance durant cette période détermine celle qui suit, or les besoins en nutriments ne sont pas importants pendant cette période.

III-2-2 Phase de croissance rapide

La croissance durant cette phase se caractérise par l'augmentation de la taille et du volume des cellules au détriment de leur nombre et l'acquisition de leurs fonctions spécialisées. Elle est caractérisée aussi par des changements de proportion entre les différentes parties du corps. Cette phase est appelée aussi phase de développement. Les besoins en nutriments pendant cette phase augmentent considérablement, pour cela, il est recommandé de suralimenter les femelles au cours de la deuxième moitié de gestation afin de fournir les éléments de la croissance fœtale et du développement mammaire.

III-3 Régulation hormonale de la gestation

Les différents stades de la gestation (transit, implantation et maintien) sont sous l'influence de plusieurs facteurs parmi eux, les stéroïdes ovariens "l'œstradiol et la progestérone".

Durant la première phase œstrogénique du cycle (phase folliculaire), les œstrogènes sécrétés préparent la femelle à la réception des spermatozoïdes, la fécondation ainsi que l'endomètre à la nidation par l'augmentation de l'activité mitotique et métabolique des cellules endométriales qui se traduit par la prolifération cellulaire et l'accumulation des réserves en protéines, lipides, glycogène et éléments minéraux. Ils interviennent aussi dans le développement d'un réseau vasculaire important nécessaire à l'irrigation des fœtus (Tepperman, 1976).

Durant la phase lutéale, la progestérone sécrétée stimule la muqueuse utérine, pour qu'elle se prépare à l'implantation de l'embryon et à le nourrir. Elle induit la différenciation des cellules glandulaires et leur conférer une activité sécrétrice, elle a aussi

une action catabolique sur les réserves accumulées sous l'effet des œstrogènes pour faciliter leur assimilation (Landan et Lugibilil, 1961).

III-4 Régulation nutritionnelle de la gestation

Après l'ovulation et la fécondation consécutives, pour que les embryons engendrés puissent survivre durant la gestation et se maintenir jusqu'à terme, plusieurs facteurs leur sont indispensables, parmi eux, la nutrition qui joue un rôle capital.

III-4-1 Mécanismes d'adaptation à la gestation

Au cours de la gestation, un ensemble de mécanismes se met en place pour couvrir les besoins en énergie, en protéines, en minéraux et en vitamines. Ces mécanismes d'adaptation sont les suivants.

- Un accroissement progressif de l'appétit entraîne l'augmentation des apports en nutriments qui contribuent à la couverture des besoins.
- La mobilisation des réserves corporelles maternelles afin de participer à la couverture des besoins des fœtus et limiter les effets des fluctuations de la consommation alimentaire maternelle. En raison du rôle que jouent les réserves corporelles dans la couverture des besoins de gestation, il est recommandable que la femelle soit en bon état nutritionnel avant la mise en reproduction.
- Une adaptation du métabolisme de nombreux nutriments à la gestation. En effet, les bilans azotés et calciques deviennent positifs, ainsi que l'absorption intestinale du fer est maximale au cours de la gestation.
- La mise en place du placenta et l'efficacité avec laquelle il assure les échanges entre le fœtus et la mère. Ainsi par exemple, le statut en fer, en calcium et en vitamines A du fœtus est indépendant de celui de sa mère.

III-4-2 Apports nutritionnels spécifiques à la gestation

Les troubles nutritionnels engendrés par le déphasage entre les besoins et les apports se répercutent sur le bon déroulement de la gestation.

III-4-2-1 Apports en énergie

Les besoins en énergie de la gestation correspondent à la quantité d'énergie utilisée pour la croissance et le maintien du fœtus et de ses annexes ainsi qu'aux modifications de la composition de l'organisme maternel.

Au cours de la gestation, un déficit énergétique entraîne la diminution de la qualité des ovocytes émis ainsi que la perturbation de l'environnement hormonal intra-utérin, ce qui induit une altération de la survie embryonnaire (Zak et *al.*, 1997a). En effet, il a été montré que, l'aptitude des ovocytes à maturité *in vitro* ainsi que celle du liquide folliculaire à stimuler la maturation ovocytaire est réduite lorsque les follicules et les ovocytes sont issus des truies rationnées (Yang et *al.*, 2000a).

De nombreux travaux montrent que le poids des fœtus est corrélé avec le bilan énergétique des femelles (Fortun et Lebas, 1994b ; Fortun et Prunier, 1999). En effet, selon Boden (1997), un apport énergétique très faible durant le dernier tiers de gestation provoque une réduction du poids placentaire ainsi que le poids et la taille des nouveaux-nés.

Le glucose est le substrat énergétique principal de l'unité foeto-placentaire (Battaglia et *al.*, 1988). Il représente 80% des substrats utilisés par le fœtus. Pour faire face à cette demande en glucose, le dernier tiers de gestation est caractérisé par l'augmentation de la lipolyse, fournissant le glycérol au foie maternel pour la néoglucogénèse et des niveaux élevés d'acides gras qui réduisent l'utilisation du glucose dans le muscle et le préservent pour le fœtus (Johnson et *al.*, 1994).

III-4-2-2 Apport en protéine

Les besoins en protéines des femelles correspondent à la quantité mobilisée par le fœtus et ses annexes ainsi que par l'organisme maternel. En effet, les besoins azotés s'élèvent à 60% des besoins d'entretien durant la gestation (Jacquot, 1963).

Plusieurs expériences ont été réalisées sur les mammifères afin de définir l'action d'une carence ou d'un excès protéique sur la fonction de reproduction.

Ces expériences montrent que la carence protéique a un effet certain sur la gestation. Un apport insuffisant en protéines durant la gestation entraîne l'augmentation de la mortalité embryonnaire et la résorption fœtale (Moustgaard, 1959). Ainsi Dushimimana et *al.* (1984) ont montré que la fertilité des souris alimentées avec un aliment carencé en

protéines est fortement diminuée. De même chez les ruminants, un apport insuffisant durant la gestation peut troubler la viabilité et la croissance fœtale (Ferrando., 1972).

La carence azotée agit de plusieurs manières sur la gestation ; d'une part, par son action directe sur l'hypothalamus en diminuant la sécrétion de GnRH par conséquent la diminution des sécrétions hypophysaires en FSH et LH ; d'autre part, par la diminution du taux d'acides aminés indispensables, notamment la tyrosine, qui pourrait être à l'origine d'une baisse des taux circulants d'hormones de croissance induisant la diminution des taux d'IGF (Lapairy, 1985) qui modulent l'activité stéroïdogène de l'ovaire. En effet, la diminution des gonadotrophines et des facteurs de croissance entraîne la diminution de la progestéronémie qui est à l'origine des pertes embryonnaires et fœtales.

L'action d'un excès d'azote sur la reproduction est certaine. La mortalité embryonnaire et fœtale précoce est due à l'imprégnation des fœtus par les amines toxiques résultants du catabolisme azoté. L'excès protéique agit également sur le contenu utérin en diminuant sa concentration en certains minéraux tels que (Ca^{++} , K, Mg, P, Zn...) et en augmentant sa concentration en urée (Ferguson et *al.*, 1989).

III-4-2-3 Apport en lipide

Les lipides sont indispensables pour le fœtus, ils constituent une réserve d'énergie utilisable dès la naissance, ainsi, certains acides gras (n-3 et n-6) sont indispensables au développement et au bon fonctionnement du système nerveux du fœtus. Ils servent également à maintenir un système immunitaire en bonne santé.

Les teneurs en acides gras poly-insaturés à longue chaîne sont plus élevés chez le fœtus. En effet, il met en réserve une fraction importante de ce qui lui est transféré via le placenta qui assure son approvisionnement par deux actions complémentaires, en mobilisant les réserves maternelles et en favorisant leur accumulation chez le fœtus grâce à un transport spécifique.

III-4-2-4 Apport en minéraux

Les minéraux agissent sur la fonction de reproduction directement ou indirectement à travers différents métabolismes. En effet, plusieurs métabolites interviennent dans la régulation de la reproduction dont les minéraux sont les principaux précurseurs de leurs synthèses.

Les troubles métaboliques résultants des déséquilibres nutritionnels ne se limitent pas aux éléments majeurs apportant l'énergie et les protéines, mais ils peuvent découler d'un déséquilibre d'apport en certains éléments minéraux.

Le calcium est un élément majeur indispensable pour l'organisme, il intervient dans la régulation de nombreuses réactions comme activateur d'enzymes, second messenger lors de la transmission de l'influx nerveux et des messages hormonaux, dans la contraction musculaire comme il intervient aussi dans la composition du squelette. De ce fait, un apport calcique faible peut entraîner une perte osseuse par conséquent sa carence est intolérable par l'organisme.

La gestation entraîne l'augmentation des besoins en fer liés à l'élévation de la masse sanguine, à la croissance fœtale et au développement placentaire (Favier et *al.*, 2004). La carence en fer en début de gestation augmente les risques d'avortement, de mortalité périnatale et d'hypotrophie fœtale.

Les besoins en iode de la femelle augmentent pendant la gestation, en raison d'une augmentation de la clairance rénale de l'iode chez la mère, du transfert foeto-placentaire et d'une stimulation de la thyroïde maternelle. Or une déficience iodée au cours de la gestation même modérée peut altérer le bon fonctionnement de la thyroïde maternelle, ce qui pourrait avoir des effets néfastes sur la croissance et le développement fœtal qui entraînent le nanisme, la différenciation sexuelle ainsi que la maturation du système nerveux fœtal régissant la fonction de reproduction (Dupouy et *al.*, 1992).

III-4-2-5 Apport en vitamines

Les vitamines sont des nutriments essentiels pour la croissance, l'entretien, la reproduction et la santé de l'animal. Chacune d'entre elle a des rôles métaboliques bien défini dont l'importance varie en fonction du stade physiologique de l'animal.

Certaines vitamines du groupe B jouent un rôle important au cours de la gestation.

L'acide folique (B9) est un facteur clé de la division cellulaire, en effet, sa carence entraîne un retard de croissance intra-utérine. Un déficit durant une phase critique du

développement embryonnaire et fœtal peut se traduire par des malformations graves surtout au niveau hypothalamique. C'est pour cela qu'un apport suffisant en folate au moment de la fécondation et au début de la gestation est indispensable.

Un déficit en acide folique a un effet sur la mortalité embryonnaire par son action à deux niveaux, d'une part, sur le développement embryonnaire par la stimulation de la synthèse des protéines, d'ADN ainsi que l'expression des gènes responsables de la synthèse des œstrogènes, d'autre part, il agit indirectement en stimulant les sécrétions utérines riches en facteurs de croissances telles que la Cytokine Transforming Growth Factor (TGFB₂) et les facteurs bénéfiques à l'acceptation des embryons par l'utérus comme les prostaglandine E₂ (PGE₂).

Les besoins en B12 pour la fonction reproductrice apparaissent particulièrement importants car le transfert de cette vitamine vers les sécrétions utérines est considérable en début de gestation, en effet, la concentration de la vitamine B12 dans l'utérus en début de gestation est de deux à trois fois plus élevée que dans la circulation sanguine totale. La vitamine B12 agit en synergie avec l'acide folique.

L'efficacité utérine conditionne le taux d'implantation embryonnaire et la survie fœtale. La survie post-implantatoire est liée à une compétition pour l'espace et les nutriments (Torres, 1982). En effet, la supplémentation des femelles reproductrices en biotine (vitamine B8) améliore la longueur des trompes utérines qui entraîne un bon développement des placentas maternels et fœtaux et une meilleure irrigation des fœtus, par conséquent les poids à la naissance sont plus élevés (M.Van Enckevort et *al.*, 2005).

La vitamine A joue un rôle indispensable dans la fonction ovarienne en stimulant la synthèse de la progestérone par le corps jaune. En effet, un déficit d'apport en vitamine A par l'alimentation se retentit sur le taux de progestérone sécrété, ce qui induit des pertes embryonnaires et fœtales importantes.

III-4-3 Facteurs nutritionnels influençant le déroulement de la gestation

L'alimentation qui constitue le modulateur principal de la fonction de reproduction par ses apports énergétiques, protéiques et minéralo-vitaminiques peut contenir d'autres facteurs dits antinutritionnels qui s'opposent au bon déroulement de la gestation. A ces

facteurs, s'ajoutent certains métabolites (radicaux libres) engendrés par le métabolisme de la femelle au cours de la gestation qui peuvent être à l'origine des pertes embryonnaires et fœtales.

III-4-3-1 Les radicaux libres

Les radicaux libres font partie intégrante du fonctionnement de l'organisme, ils jouent un rôle essentiel dans la reproduction, la nidation de l'œuf fécondé et le développement embryonnaire. En effet, la forte intensité du flux des radicaux libres observés au niveau de l'utérus et de l'embryon en début de gestation est indispensable pour déstabiliser les membranes de leurs cellules superficielles pour permettre la nidation ainsi que l'adaptation de la circulation sanguine foeto-placentaire en augmentant la perméabilité des membranes nécessaire au passage des nutriments vers l'embryon (Allen, 1991) et enfin, ils participent au contrôle de la différenciation et du développement fœtal.

Cependant, les radicaux libres produits en excès lors de la mobilisation des réserves lipidiques en cas de restriction alimentaire peuvent exercer des effets nocifs sur les tissus, notamment chez l'embryon. Leur élimination est assurée par certaines vitamines dites antioxydantes qui agissent en synergie avec une série d'enzymes piègeurs dont l'activité dépend de la présence de certains éléments minéraux.

Il est largement admis que les vitamines A, C, E et certaines vitamines du groupe B (B9, B12) sont spécialisées dans les attaques antiradicalaires. En effet, la diminution de leurs concentrations au cours de la gestation témoigne de l'intensité des réactions d'attaques.

Chez la vache sub-déficiente en vitamine E, l'attaque radicalaire des lipides demeure élevée lors du dernier tiers de gestation ; toutefois, une supplémentation en vitamine E entraîne rapidement sa diminution. De même Quirk et Norton (1987) ont constaté que la fertilité et la prolificité sont améliorées avec des supplément en vitamines B9 et B12.

Parmi les minéraux intervenant dans l'activation des enzymes piègeurs des radicaux libres, le calcium, le Manganèse et le Zinc. Ils interviennent dans l'activation de l'enzyme "superoxyde dismutase mitochondriale". Le Sélénium aussi joue un rôle dans l'activation du glutathion peroxydase. En effet, Gabryszuck et *al.*, (2002) ont montré qu'une supplémentation de brebis gestantes en sélénium améliore significativement leur fertilité.

Enfin, l'ensemble des phénomènes radicalaires est contrôlé par l'équilibre entre l'intensité des attaques radicalaires des tissus de l'embryon et leur protection par les vitamines et les minéraux apportés par l'organisme maternel ainsi que la mise en place des systèmes enzymatiques de défense dans les cellules. De ce fait, l'état des réserves corporelles de la femelle au moment de la fécondation et son alimentation pendant la gestation jouent un rôle particulièrement important pour le bon déroulement de la gestation.

III-4-3-2 Les phyto-œstrogènes

Les phyto-œstrogènes sont des substances antinutritionnelles présents dans certaines plantes, particulièrement le soja ; ils présentent une similarité de structure avec l'œstradiol et sont capables de se lier aux récepteurs œstrogéniques. Une partie des phyto-œstrogènes ingérée traverse le placenta et se retrouve chez le fœtus. En effet, plusieurs expériences ont montré des anomalies du développement des organes génitaux et des troubles de fertilité de la progéniture après exposition in utero ou néonatale aux phyto-œstrogènes (karabaghli, 1972).

III-4-3-3 Les mycotoxines

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires sécrétées par les moisissures, elles sont produites sur une large variété de matières premières avant, pendant et après la récolte. C'est une molécule très résistante aux traitements technologiques (Oswald, 2007). Les mycotoxines ingérées par l'animal se manifestent par une baisse de consommation de l'aliment et par la diminution de la vitesse de croissance des animaux (Etienne M., 2007). Les mycotoxines agissent au niveau central par leur action sur l'augmentation des concentrations de certains neuromédiateurs (noradrénaline, dopamine...) qui ont un effet dépressif sur la sécrétion de GnRH par conséquent celle de la FSH et de LH. Elles stimulent aussi la sécrétion des prostaglandines provoquant la lutéolyse du corps jaune qui entraîne la chute du taux de progestérone d'où résulte une interruption de la gestation.

IV- Alimentation des reproductrices

L'alimentation a pour rôle la fourniture à l'organisme des nutriments nécessaires à l'entretien, la croissance et la production (gestation, lactation). Les besoins nutritionnels de la gestation sont estimés d'après les quantités de nutriments (graisses, protéines, minéraux et vitamines) déposées dans l'organisme fœtal et maternel.

Selon Lebas, (2004) les recommandations en apports nutritionnels nécessaires à chaque catégorie de lapin sont présentées dans le tableau I.

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

Type ou période de production sauf indication spéciale unité = g/kg d'aliment	CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique (1)
	Périsévrage 18=>42 jours	Finition 42=>75 jours	Intensive	½ intensive	
GROUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel					
Énergie digestible (kcal / kg)	2400	2600	2700	2600	2400
(MJoules/ kg)	10,0	10,9	11,3	10,9	10,0
Protéines brutes	150-160	160-170	180-190	170-175	160
Protéines digestibles	110-120	120-130	130-140	120-130	110-125
rapport Protéines (g / 1000 kcal)	45	48	53-54	51-53	48
digest / Énergie (g / 1 MJoule)	11,0	11,5	12,7-13,0	12,0-12,7	11,5-12,0
Lipides	20-25	25-40	40-50	30-40	20-30
Acides aminés					
- lysine	7,5	8,0	8,5	8,2	8,0
- acides aminés soufrés (méthionine+cystine)	5,5	6,0	6,2	6,0	6,0
- thréonine	5,6	5,8	7,0	7,0	6,0
- tryptophane	1,2	1,4	1,5	1,5	1,4
- arginine	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0
Minéraux					
- calcium	7,0	8,0	12,0	12,0	11,0
- phosphore	4,0	4,5	6,0	6,0	5,0
- sodium	2,2	2,2	2,5	2,5	2,2
- potassium	< 15	< 20	< 18	< 18	< 18
- chlore	2,8	2,8	3,5	3,5	3,0
- magnésium	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
- soufre	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- fer (ppm)	50	50	100	100	80
- cuivre (ppm)	6	6	10	10	10
- zinc (ppm)	25	25	50	50	40
- manganèse (ppm)	8	8	12	12	10
Vitamines liposolubles					
- vitamine A (UI / kg)	6 000	6 000	10 000	10 000	10 000
- vitamine D (UI / kg)	1 000	1 000	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)
- vitamine E (mg / kg)	> 30	> 30	> 50	> 50	>50
- vitamine K (mg / kg)	1	1	2	2	2
GROUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel					
Ligno-cellulose (ADF) <i>minimum</i>	190	170	135	150	160
Lignines (ADL) <i>minimum</i>	55	50	30	30	50
Cellulose (ADF - ADL) <i>minimum</i>	130	110	90	90	110
rapport lignines / cellulose <i>minimum</i>	0,40	0,40	0,35	0,40	0,40
NDF (Neutral Detergent Fiber) <i>minimum</i>	320	310	300	315	310
Hémicellulose (NDF - ADF) <i>minimum</i>	120	100	85	90	100
rapport (hémicellulose+pectine) / ADF <i>maximum</i>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Amidon <i>maximum</i>	140	200	200	200	160
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

(1) Aliment Unique : Composition recommandée pour un aliment qui sera consommé par tous les lapins d'un élevage. Il n'est optimum pour aucune catégorie de lapins, les performances seront donc un peu altérées par rapport à l'usage d'aliments spécialisés. Par contre, son emploi peut être recommandé si la taille de l'élevage ne pas permet un renouvellement suffisant des aliments achetés. La rotation est toujours plus rapide si le même aliment est consommé par tous les lapins (consommation dans les 2 mois suivant la fabrication).

L'alimentation joue un rôle primordial sur le niveau de production et sur l'état de santé des animaux. En effet, les besoins nutritionnels de la lapine varient en fonction de son état physiologique.

IV-1 Alimentation des futures reproductrices

L'alimentation de la future reproductrice a une influence sur sa carrière ultérieure. En effet, il serait intéressant d'établir des plans d'alimentation adéquats afin de préparer les jeunes lapines à la vie reproductrice dès le sevrage jusqu'à l'âge de la 1^{ère} gestation (Parigi-Bini et Xiccato, 1993).

La puberté est en étroite corrélation avec le développement corporel de l'animal. Elle est atteinte lorsque les femelles ont entre 70 et 75 % de leur poids adulte, en effet, Hulot et *al.* (1982) a montré que les femelles alimentées à volonté sont pubères 3 semaines plus tôt que celle recevant que 75% du même aliment. De même Van Den Brand et *al.* (2000) ont constaté que le rationnement conduit à une décroissance de l'aptitude à ovuler qui est à l'origine du retard dans le démarrage de la puberté.

Certains auteurs préconisent une alimentation à volonté alors que d'autres recommandent le rationnement des futures reproductrices. En effet, Coudert et Lebas (1984), ont montré que des lapines alimentées à volonté à partir de 11 semaines peuvent sevrer jusqu'à 19% de lapereaux en plus sur les trois premiers cycles que celles soumises au rationnement avant la première mise bas. Par contre Maertens (1992), recommande pour les futures reproductrices mises à la reproduction tardivement (17-18 semaines) une alimentation rationnée avec un aliment engraissement suivie d'un flushing de 4 jours avant la mise en saillie afin d'éviter le risque d'engraissement excessif avec une alimentation ad libitum. De même Verdelhan et *al.*, (2005) ont montré qu'une adaptation des plans de rationnement en précheptel tenant compte de l'augmentation des besoins entre 11 et 18 semaines permet de faire face à la mise en place des tissus de reproduction et donc une amélioration des performances.

Selon, Verdelhan et *al.*, (2005) l'utilisation d'un aliment très peu énergétique distribué à volonté en précheptel a permis d'obtenir des résultats comparables voir meilleurs que ceux obtenus avec le rationnement ; cet aliment qui permet une croissance homogène des femelles constitue une alternative satisfaisante au rationnement du précheptel. Fortun-Lamothe (2003) a montré que l'alimentation des lapines futures

reproductrices avec un aliment riche en fibres dans le but d'augmenter leur capacité d'ingestion ultérieure tout en maintenant des niveaux énergétiques élevés permet d'augmenter le nombre de lapereaux sevrés par an (44,3 vs 40) par rapport à un rationnement alimentaire.

L'apport en énergie au cours de la phase d'élevage ne semble pas être impliqué dans les variations des performances de reproduction du fait qu'un aliment sevrage et maternité iso énergétique avec des taux protéiques différents présente des performances différentes en faveur du lot maternité. En effet, l'aliment maternité a permis une diminution du taux de fonte du cheptel, une amélioration de la fertilité et de la prolificité, par conséquent le nombre de lapereaux produits en comparaison avec des animaux recevant l'aliment sevrage durant la période de croissance. La quantité et la qualité des protéines jouent un rôle primordial dans le développement des organes liés à la reproduction.

IV-2 Alimentation au cours d'un cycle de reproduction

L'intensification de la production du lapin nécessite l'augmentation de la productivité numérique des lapines ; l'un des moyens qui permet d'obtenir ce résultat consiste à accélérer le rythme de reproduction. La lapine qui peut mener une gestation et une lactation simultanément doit exporter les nutriments nécessaires à la conception et à la production laitière au cours d'un cycle complet de reproduction. Dans ces circonstances la femelle doit puiser dans ses réserves corporelles qu'elle reconstitue ultérieurement.

Pour cette raison, la connaissance des réserves corporelles au cours d'un cycle complet est indispensable afin d'établir un plan d'alimentation adéquat.

Le déficit énergétique engendré par l'accroissement des besoins de la croissance fœtale et de la production laitière se traduit par une hypoglycémie et une augmentation des concentrations en acides gras non estérifiés constituant un indicateur du niveau de mobilisation des lipides corporels qui sont à l'origine du déséquilibre du rapport œstradiol/progestérone indispensable pour le maintien de la gestation. Ceci explique en partie, l'influence négative de la lactation sur les performances de reproduction des lapines (Fortun et *al.*, 1999). D'autre part lorsque la gestation et la lactation sont superposées la

capacité d'ingestion est insuffisante pour couvrir la totalité des besoins nutritionnels de ces femelles (Fortun et Lebas ,1994).

Pour cela, une meilleure gestion des besoins nutritionnels des femelles permet l'amélioration de leur état corporel et de leur longévité. En effet, la mobilisation ou le dépôt des réserves lipidiques peut s'enregistrer suivant le régime alimentaire.

Plusieurs stratégies sont envisagées, qui consistent à distribuer un aliment plus énergétique, soit sur une période courte (flushing), soit sur la totalité du cycle de reproduction, dans le but, de limiter le déficit énergétique et la mobilisation des réserves corporelle en début de lactation, afin d'améliorer la fertilité des femelles. En fin de lactation il semble préférable d'utiliser un aliment riche en fibres et un apport énergétique d'origine lipidique, afin de favoriser la préparation nutritionnelle des jeunes sans trop pénaliser les femelles.

Enfin, 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 limiter le déficit nutritionnel engendré par la lactation et pallier ses inconvénients.

V- Facteurs de variations des paramètres de reproduction

Plusieurs facteurs agissent sur les performances de reproduction dont l'un des principaux facteurs de variation de ces performances est l'alimentation.

V-1 Poids à la saillie

Le poids à la saillie est le facteur principal dans la détermination des performances de reproduction et laitières. En effet, de nombreux auteurs ont mis en évidence l'influence de ce facteur sur le nombre d'ovules pondus, de nés totaux et de nés vivants.

Selon Babile et *al.* (1982), le nombre de nés totaux est supérieur chez les femelles lourdes par rapport aux légères, ceci pourrait être expliqué par une meilleure sensibilité de l'ovaire aux gonadotrophines et une meilleure survie embryonnaire.

Le faible taux de prolificité enregistré chez les femelles légères du à un état de sous nutrition, pourrait s'expliquer par une faible sécrétion de FSH qui est à l'origine d'une faible stimulation du développement folliculaire et une plus grande sensibilité à l'atrésie

(Babile et *al.*, 1982). Le même phénomène a été aussi constaté chez la brebis où Theriez (1984) a montré que le poids à la saillie a une influence déterminante sur le taux d'ovulation, de fertilité et de la prolificité.

Bocquier et *al.* (1998) ont constaté que le pic pré ovulatoire de LH apparaît plus tôt chez les chevrettes en alimentation restreinte par rapport à celles correctement alimentées. Toutefois, la variabilité du moment de l'ovulation est à l'origine des écarts de fertilité. En effet, il existe une corrélation négative entre le moment d'apparition du pic pré ovulatoire de LH et le nombre d'ovules émis.

V-2 Déficit nutritionnel

Les performances de reproduction sont fortement perturbées si les besoins énergétique et protéique ne sont pas couverts (Monget et *al.*, 1997). En effet, la restriction alimentaire ou la lactation engendre un déficit énergétique important, ce qui entraîne une hypoglycémie et une hyperlipidémie (Fortun, 1998). Les concentrations plasmatiques des acides gras non estérifiés sont plus élevées chez les femelles qui refusent le mâle et qui n'ovulent pas que chez les autres femelles (Fortun, 1998).

Le déficit énergétique a une action sur l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien. En effet, il entraîne une diminution du nombre d'ovules pondus, du taux de gestation ainsi que l'augmentation du taux de mortalité embryonnaire (Fortun et Prunier, 1999). Il semble avoir aussi un effet sur la qualité des gamètes émis et la sécrétion de progestérone par conséquent la qualité de l'environnement utérin influence la croissance embryonnaire et fœtale (Fortun, 2003). Fortun, (1998) a montré que le nombre de fœtus vivants est plus faible et la mortalité embryonnaire plus élevée chez les femelles alimentées à volonté. Par contre Fortun et *al.*, (1994b) ont constaté qu'un déficit nutritionnel du à un rationnement des femelles n'affecte pas de façon significative le taux de survie fœtale tardive mais il entraîne la diminution du taux de survie précoce (-7,7% pendant la 1^{ère} moitié de gestation).

De nombreux travaux montrent que le poids des fœtus est corrélé avec le bilan énergétique des femelles (Fortun et Lebas, 1994b ; Fortun et Prunier, 1999). En effet, le déficit nutritionnel chez les lapines gravides entraîne une réduction du poids des fœtus au 28^{ème} jour de gestation comme il induit aussi une modification de la composition chimique

des fœtus par l'augmentation de la teneur en eau (+1,2%) et la diminution de la teneur en protéines (-12%) (Fortun et *al.*, 1994b).

V-3 Origine de l'énergie

Au cours d'un cycle de reproduction, la lapine peut être simultanément gestante et allaitante, par conséquent, les besoins nutritionnels augmentent. Cependant, la capacité d'ingestion de ces femelles est insuffisante pour couvrir la totalité de ses besoins. Pour cela, il convient d'augmenter la concentration d'énergie de l'aliment distribué pour ces femelles. En effet, chez la lapine reproductrice, l'ingestion alimentaire est supérieure lorsque l'aliment est supplémenté en graisse. Cependant, le nombre de lapereaux nés vivants diminue lorsque les lapines ingèrent un aliment énergétique additionné de graisse en raison de l'orientation du métabolisme des graisses vers la production laitière (Parigi-Bini et Xiccato, 1993). Quant à l'énergie provenant de l'amidon, bien qu'elle soit bénéfique pour l'état corporel et la fertilité des femelles, elle présente des effets défavorables sur la préparation nutritionnelle des jeunes lapereaux avant le sevrage ainsi que sur leur viabilité ultérieure (Fortun L. et Gidde, 2003).

Selon Fortun et Lebas, (1994), l'origine (amidon ou graisse) ou la teneur en énergie de l'aliment n'ont pas d'effet significatif sur les paramètres de reproduction.

V-4 Flushing

Le flushing qui consiste à augmenter la concentration énergétique de la ration alimentaire avant la saillie est couramment pratiqué chez le lapin (Theau-Clement, 2005). Fortun Lamonth (1998), suggère qu'un flushing alimentaire sans restriction préalable est susceptible d'améliorer la fertilité. En effet, elle démontre qu'une restriction alimentaire déprime la réceptivité et le poids des portées. De même Luzi et *al.* (2001) ont montré que la fertilité et la productivité des lapines sont améliorées avec l'administration de 2% de propylène glycol dans l'eau de boisson 4 jours avant la mise en reproduction. D'autres auteurs ont montré qu'un flushing après une période de restriction pourrait améliorer les performances de reproduction, en effet, suite à une restriction alimentaire durant deux semaines, Gosalvez et *al.* (1995) ont amélioré le pourcentage de lapines qui ovulent après un flushing alimentaire de 4 jours avant la saillie.

Fortun Lamonth (1998) a montré que la distribution d'un aliment riche en énergie à des femelles allaitantes pendant les 10 jours qui précèdent la mise à la reproduction permet d'augmenter leur taux de gestation (97,1% vs 78,4%). A l'inverse Maertens (1998) n'a pas observé d'effet positif sur la fertilité et la prolificité, ceci pourrait être due à une faible appétence de l'aliment en raison des matières premières utilisées.

V-5 Protéines et acides aminés

L'alimentation protéique est importante pour le maintien de la productivité des lapines. En effet, Bessad et Lebas (1978) ont montré que la prolificité est améliorée de 1,5 lapereaux par portée avec le régime de 17% de protéine comparé à celui de 13%.

Par contre Brun et Lebas (1994) ont constaté que des taux protéiques de 14,9% et 21,6% ne présentent aucune différence sur la taille de portée ni à la naissance, ni au sevrage. Toutefois, le taux de mortalité est significativement plus élevé avec l'aliment contenant 21,6% de protéine.

Selon Jarrin et *al.*, (1994), l'augmentation de la teneur en protéine et en énergie (18% de protéine et 2650 Kcal d'ED/Kg vs 17% de protéine et 2480 Kcal d'ED/Kg) permet d'augmenter le poids des femelles à la palpation ainsi que le poids moyen de la portée au sevrage.

Chez la brebis Brien et *al.*, (1996) ont montré qu'une supplémentation en protéines permet d'augmenter significativement le taux d'ovulation. De même Axelson (1980) a signalé qu'une telle supplémentation améliore le taux de conception chez la vache.

Certaines études ont mis en évidence la nécessité de tenir compte non seulement de la quantité mais aussi de la qualité des protéines. En effet, Adamsson et *al* (1971) ont montré que certains acides aminés sont indispensables à la croissance et à la reproduction du lapin.

L'addition de la lysine à une ration déficiente augmente les performances de croissance des animaux et principalement le gain de poids (Colin, 1973), de même, Pomytko et *al.* (1978) ont constaté qu'un aliment contenant 15 ou 18% de protéines avec une supplémentation de 0,23% de lysine entraîne une amélioration du poids et de la taille de portée. La supplémentation en méthionine a permis l'obtention de bons résultats de croissance (Colin et *al.*, 1973). Cependant, les apports supplémentaires en lysine et /ou en

méthionine ne permettent aucune amélioration à partir d'un certain taux et sont même susceptibles de présenter des effets dépressifs.

L'augmentation des performances de croissance entraîne un poids à la saillie élevé qui est un facteur principal dans l'amélioration des performances de reproduction.

V-6 Minéraux et vitamines

L'alimentation minérale et vitaminique est susceptible de modifier les performances de reproduction. En effet, Lebas et *al.* (1984) ont montré qu'un excès (1,3% MS) ou une carence (0,54% MS) en phosphore entraînent une réduction de la prolificité. Par contre, dans une autre étude Lebas et *al.* (1990) ont montré qu'un faible taux en phosphore ne réduit pas la taille de portée à la naissance mais il entraîne l'augmentation de la mortalité associée à un faible poids des lapereaux vivants.

Selon Coudert et Lebas (1982) une alimentation appauvrie en vitamine D, en calcium et en phosphore entraîne la réduction du poids des lapines et leurs performances ultérieures.

La fécondation sélective afin de modifier le sex-ratio est susceptible d'être assurée par une alimentation minérale spécifique. En effet, une alimentation enrichie en sodium-potassium induit chez la lapine l'augmentation du nombre des mâles (60%) et une diminution avec un aliment riche en magnésium (40%) (Candau et *al.*, 1982). Toutefois, le taux élevé de sodium-potassium provoque une réduction de l'ingestion (Henaff, 1976), ce qui entraîne des performances de reproduction de ces lapines nettement réduites.

VI- Valorisation du grignon d'olive en alimentation animale

Le grignon d'olive est le sous produit de l'extraction de l'huile. Il existe plusieurs types de grignons, le grignon brut issu de la première extraction par pression de l'olive entière, il est constitué de pulpe et du noyau entier ou fragmenté, le grignon épuisé est le résultat du grignon brut déshuilé et le grignon tamisé issu de la séparation partielle du noyau concassé et la pulpe.

VI-1 Composition chimique

La composition physicochimique du grignon varie en fonction de la variété de l'olive, de son stade de maturation, de la nature du terrain et du procédé d'extraction.

Les grignons sont riches en cellulose brute et en lignine, relativement riches en matière grasse et pauvre en matière azotée. Ces teneurs varient selon le type de grignon (Tableau II).

Tableau II: Composition chimique indicative des différents types de grignons

Type	en % Matière Séche				
	Matière sèche	Matière minérales	Matières Azotées Totales	Cellulose Brute	Matières Grasses
Grignon brut	75-80	3-5	5-10	35-50	8-15
Gr. Gras part dénoyauté	80-95	6-7	9-12	20-30	15-30
Grignon épuisé	85-95	7-10	8-10	35-40	4-6
Gr. épuisé part dénoyauté	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6
Pulpe grasse		5-8	9-13	16-25	26-33

La matière azotée du grignon provient à 95% de l'azote protidique, une grande partie de ces protéines (80 à 90%) est liée à la fraction lignocellulosique (Nefzaoui *et al.*, 1983).

La matière grasse des grignons est très riche en acides gras insaturés (C16 et C18) leur concentration peut atteindre 96%. Elle peut constituer un apport d'énergie important dans le cas des grignons non épuisés.

L'olive possède des facteurs antinutritionnels tel que les polyphénols qui inhibent les fermentations microbiennes et les tanins qui insolubilisent les protéines de la ration (Theriez et Boule, 1970). Cependant lors des procédés d'extraction d'huile une grande partie de ces facteurs est éliminée dans les margines, en effet, Nefzaoui (1980) a révélé des

taux faibles de tanin (<1%) et des polyphénols (0,15 à 0,75%), taux négligeables pour exercer une inhibition sur la digestion.

VI-2 Utilisation du grignon d'olive dans l'alimentation des animaux

Le grignon d'olive sous ses différentes formes est utilisé dans l'alimentation animale surtout chez les ovins. En effet, plusieurs auteurs ont montré que la substitution de certains constituants de l'aliment par les différents types de grignons à différents taux d'incorporation donne des résultats de croissance identiques ou légèrement plus faibles avec un indice de consommation supérieur à ceux de l'aliment standard.

Molina et *al.* (1991) ont montré que l'incorporation des grignons dans l'alimentation des brebis gestantes ne perturbe pas le déroulement de la gestation avec des poids des agneaux à la naissance comparables à ceux obtenues avec un aliment conventionnel.

L'incorporation des grignons dans l'alimentation des bovins laitiers, permet d'augmenter la teneur en matière grasse du lait tout en maintenant les mêmes quantités (Belibersakis, 1982).

Chez le lapin, l'incorporation de l'un des différents types de grignons dans leur alimentation ne semble pas avoir un effet néfaste sur la croissance, en effet, Benrayana et *al.* (1994) ont montré que l'incorporation du grignon brut à un taux de 23% n'a aucun effet néfaste sur les performances de croissance, de même Chaabane et *al.* (1997) ont constaté que l'introduction des grignons bruts jusqu'à 33,2% ne semble pas affecter les performances de croissance.

VI-3 Valeur alimentaire des grignons

Les grignons d'olive sont des aliments grossiers lignocellulosiques avec des teneurs faibles en matière azotée, présentant une faible digestibilité, en effet, les coefficients de digestibilité apparent (CUDa) de la matière organique, de la matière azotée totale et de la cellulose brute du grignon brut sont respectivement de 26 à 31%, 6 à 10% et 0 à 30% (Nefzaoui, 1991).

Les grignons sont peu appétant, pour cela l'ajout de 8 à 10% de mélasse améliore la consommation de ces derniers par l'animal.

La valeur nutritive du grignon peut être améliorée par l'utilisation de plusieurs traitements.

Le traitement mécanique qui consiste au tamisage afin de séparer partiellement la coque indigestible de la pulpe digestible semble être une méthode très efficace pour améliorer la valeur nutritive du grignon.

Le traitement chimique avec les alcalis peut augmenter la digestibilité *in vivo* de la matière sèche, des protéines et de la cellulose brute (Nefzaoui et *al.* 1981). Cependant, ce traitement appliqué sur des grignons riches en matière grasse engendre des réactions de saponification (Karalazoo, 1979) ce qui limite leur utilisation.

Le traitement à l'ammoniaque entraîne l'amélioration de la valeur nutritive des grignons par l'augmentation de la digestibilité de tous les nutriments ainsi que par leur enrichissement en azote (>200%) (Nefzaoui et *al.* 1983). De même chez les brebis gestantes, Molina et *al.* (1991) ont montré que le traitement des grignons avec 3,5g de $\text{NH}_3/100\text{g}$ permet d'augmenter significativement sa dégradabilité et sa digestibilité.

Les traitements biologiques permettent la dégradation des produits organiques par l'action des microorganismes (bactérie, champignons...). Dans ce domaine, peu d'expériences ont été réalisées. L'un de ces traitements consiste à cultiver, sur un fourrage ou un résidu de l'industrie agroalimentaire, des champignons qui ont la capacité de synthétiser des enzymes extracellulaires qui peuvent couper totalement ou partiellement les liaisons entre la lignine et les glucides pariétaux et dégrader la lignine. En effet, Olivier et *al.* (1987), ont montré que les macromycètes offrent la possibilité d'être utilisés pour valoriser les matières premières riches en composés lignocellulosiques. La culture de champignons comestibles sur divers résidus permet de digérer une partie de leurs composés pariétaux (cellulose, hémicelluloses, lignine). Elle permet également la production de protéines d'éléments minéraux et de vitamines.

MATERIEL ET METHODES

Ce travail consiste à incorporer un résidu de culture de champignon à base de grignon d'olive dans un aliment pour lapins afin d'évaluer sa digestibilité et son effet sur les performances de reproduction des lapines.

Cette expérimentation a été réalisée en deux étapes :

- Culture du champignon sur un substrat à base de grignon d'olive brut ;
- Incorporation du résidu de cette culture dans l'alimentation des lapins

I- Culture de champignon

La culture du champignon a été réalisée au niveau du Laboratoire de Production Amélioration des Végétaux et des Denrées Stockées, au sien de l'équipe de Cryptogamie dirigée par Mme M. Mansour, de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.

Le procédé de culture de champignon comestible pleurote (*Pleurotus ostreatus*) sur le grignon d'olive brut est réalisé en trois étapes :

Etape 1 : Préparation du blanc de semence

Cette étape consiste à :

- Entretien du mycélium sur un milieu nutritif gélosé.
- Préparation de la semence (Blanc de semence) par l'inoculation de l'orge avec le mycélium obtenu puis incubation à 25°C dans l'obscurité durant 10 jours environ, afin que le mycélium puisse se développer sur les grains d'orge.

Etape 2 : Ensemencement du grignon

Cette étape consiste à ensemer le substrat à base de grignon avec le blanc de semence.

Cette étape s'est déroulée selon le protocole suivant :

- Stérilisation du grignon dans l'autoclave à 120°C durant 1 heure ;
- Ensemencement du grignon avec le blanc de semence.
- Incubation à 25°C dans l'obscurité jusqu'à un développement suffisant du mycélium.

Etape 3 : Fructification

La fructification est une étape qui consiste à l'apparition et au développement des carpophores. Cette dernière est réalisée dans des conditions de température, d'humidité et de lumière contrôlées (Fig.7).



Figure 7 : Fructification du *P.ostreatus* sur un substrat à base du grignon d'olive brut

Le champignon obtenu a fait l'objet d'une étude au sein du laboratoire de cryptogamie, le résidu de cette culture a été incorporé dans l'aliment lapin après avoir déterminé sa composition physicochimique.

II- Incorporation du résidu dans l'aliment

Le but de cette étude est de tester l'aliment formulé à partir du résidu de culture de champignon afin de déterminer sa digestibilité et ses effets sur les performances de reproduction des lapines en comparaison à ceux obtenus sur des lapines alimentées avec un aliment standard du commerce.

II-1 Formulation de l'aliment

Le grignon d'olive a fait l'objet d'une analyse physicochimique avant et après culture. Les analyses effectuées ont permis la détermination des teneurs en :

- Matière sèche par un séjour des échantillons durant 24h dans une étuve à 103°C ;
- Matière azotée par la méthode de Kjeldhal ;
- Cellulose brute selon la méthode de Weende ;
- Les composés pariétaux ADF et ADL selon la méthode de Van Soest (1985);
- Matière minérale par incinération dans un four pendant 5h à 550°C.

L'énergie des deux aliments témoin (T) et expérimental (G) a été déterminée à partir des tables de l'INRA (2004) après avoir estimé celle du grignon par une équation de prévision de De Blas (1994).

$$ED \text{ (Kcal/kg MS)} = 239 \times (13,3 - 0,201 \text{ADF (\%MS)} + 0,101 \text{MAT (\%MS)})$$

La formulation de l'aliment a été faite sur la base des résultats obtenus (Tableau III).

Tableau III : Composition centésimale des aliments

Matière première	Taux d'incorporation (%) pour l'aliment T	Taux d'incorporation (%) pour l'aliment G
Maïs	2,7	11
Luzerne	41,8	0
Tourteau de soja	3,5	17
Son de blé	28	28
Orge	23	23
Grignon	0	20
CMV	1	1

II-2 Essai de l'aliment formulé sur l'animal

L'étude s'est déroulée au niveau du laboratoire vétérinaire régional de Tizi-ouzou, afin de déterminer la digestibilité des aliments et d'évaluer les performances de reproduction des femelles.

II-2-1 Evaluation des performances de reproduction

L'expérimentation a été réalisée sur des lapines de population locale élevées dans une maternité obscure. Elles sont placées dans des cages individuelles disposées en flat deck, éclairées artificiellement 16/24h en continu. La ventilation est assurée d'une façon statique, les animaux sont alimentés ad libitum.

40 lapines âgées entre 4 à 5 mois et à un poids vif compris entre 2400 et 3000g ont fait l'objet de cette étude.

Les animaux sont répartis en deux lots de 20 lapines chacun. Un lot T recevant l'aliment témoin standard du commerce (T) et un lot G recevant l'aliment à base de résidu de culture de champignon sur grignon d'olive brut (G). Les femelles du lot G reçoivent l'aliment G durant une période d'adaptation de 15 jours avant la mise à la reproduction.

Les accouplements sont effectués dans la cage du mâle. Les femelles non réceptives sont éliminées du lot et sont remplacées par d'autres après cinq (5) refus consécutifs.

Le diagnostic de gestation est réalisé par palpation abdominale au 12^{ème} jour de gestation.

Plusieurs paramètres de reproduction ont été mesurés :

$$\text{Taux de réceptivité} = \frac{\text{Nombre de femelles acceptant l'accouplement}}{\text{Nombre de femelles mises à la reproduction}} \times 100$$

$$\text{Taux de fertilité} = \frac{\text{Nombre des femelles mettant bas}}{\text{Nombre des femelles saillies}} \times 100$$

$$\text{Prolificité (Nés totaux)} = \frac{\text{Nombre de nés totaux}}{\text{Nombre de femelles mettant bas}} \times 100$$

$$\text{Prolificité (Nés vivants)} = \frac{\text{Nombre de nés vivants}}{\text{Nombre de femelles mettant bas}} \times 100$$

II-2-2 Détermination de la digestibilité

L'étude de la digestibilité de l'aliment T et G a été réalisée sur deux lots de 12 animaux chacun. Les animaux sont placés dans des cages individuelles de digestibilité. Les crottes dures sont collectées quotidiennement durant 4 jours consécutifs, puis séchées à 80°C pendant 24h pour être analysées afin de déterminer leur teneur en MS, MAT, CB et MM (Perez, 1995).

La digestibilité de MS, MAT et CB est calculée avec la formule suivante :

$$\text{CUDa} = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Quantité excrétée dans les fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

CUDa : Coefficient d'Utilisation Digestive apparent.

III- Analyse Statistique

L'ensemble des résultats obtenus a fait l'objet d'une étude statistique à l'aide du logiciel Statistica version 6.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'expérimentation s'est déroulée en testant un substrat de culture de champignon (pleurote) à base de grignon d'olive sur les performances de reproduction des lapines en comparaison avec un aliment standard de commerce.

Les résultats obtenus sont présentés en deux parties :

- Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux
- Evaluation des performances de reproduction en fonction de l'aliment

I- Caractéristiques des aliments expérimentaux

Dans cette partie nous présentons d'abord la composition chimique des grignons avant et après culture de champignon, puis la composition comparée des deux aliments.

I-1 Composition chimique des grignons

Les résultats d'analyse de la composition chimique des grignons avant et après culture sont présentés dans le tableau IV.

Tableau IV : composition chimique des grignons avant et après culture

	Grignon avant culture	Grignon après culture
MS (%)	91,1	95
CB (%)	53,6	39
ADF (%)	66,5	60
ADL (%)	29,9	22,5
PB (%)	2,8	7

La culture de champignon sur le grignon d'olive a permis de diminuer de façon notable la teneur en cellulose brute (53,6% vs 39%), en ADF (66,5% vs 60%) et la teneur

en ADL (29,9 vs 22,5%). Quant aux protéines brutes, le grignon cultivé présente une teneur de deux fois et demie plus élevée que celle du grignon non cultivé (2,8 vs 7%).

La diminution des teneurs en composés ligno-cellulosiques enregistrée après culture de pleurote pourrait être due à l'équipement enzymatique de ce champignon qui a la faculté de produire des enzymes extracellulaires de types, cellulases, hémicellulases et ligninases qui dégradent les parois celluloses (El Gammal et *al*, 1998).

Nos résultats sont en accord avec ceux de Raimbault (1981) qui a constaté que l'utilisation d'un résidu riche en composés ligno-cellulosiques comme substrat de culture pour les champignons comestibles (macromycètes) permet de digérer une grande partie de la cellulose, des hémicelluloses et de la lignine.

L'augmentation de la teneur en protéine enregistrée après la culture de champignon est attribuée au développement du mycélium qui est le lieu de synthèse protéique sur le grignon. En effet, Raimbault (1981) a montré que les macromycètes dont le pleurote fait partie ont la faculté de synthétiser des protéines.

I-2 Composition chimique des aliments expérimentaux

Deux aliments ont fait l'objet de cette étude. Un aliment standard de commerce (aliment T) et un aliment à base de résidu de culture de champignon (aliment G).

L'aliment G est formulé afin de répondre aux recommandations de Lebas (2004) d'un aliment unique répondant aux besoins de croissance et de reproduction.

Les résultats de l'analyse de la composition chimique des deux aliments sont présentés dans le tableau V.

Tableau V : Composition chimique des deux aliments

	Aliment T	Aliment G
MS (%)	88	87,7
PB (%)	12.2	16.2
CB (%)	15.3	12.6
ED (Kcal/Kg d'aliment)	2280	2530

L'analyse physicochimique des deux aliments T et G présente des teneurs en protéines de l'ordre de 12,2 et 16,2 respectivement. La teneur en protéine de l'aliment G n'est pas loin des recommandations de Lebas (2004) pour les femelles reproductrices en semi intensif qui sont de l'ordre de 17 à 17,5%. Par contre l'aliment T présente une teneur inférieure au minimum recommandé qu'est de 15%.

La teneur en cellulose brute de l'aliment T et G sont de l'ordre de 15,3 et 12,6% respectivement. L'aliment G présente un taux cellulosique répondant aux normes (11-13%), alors que l'aliment T présente un taux supérieur à la limite maximale recommandée par Lebas (2004) qu'est de 13%.

L'estimation de l'énergie digestible de l'aliment T et G par la table de l'INRA (2004) révèle une teneur de 2530 Kcal/Kg pour l'aliment G, valeur proche des besoins recommandés pour les reproductrices qui sont de l'ordre de 2600 Kcal/Kg d'aliment. Par contre l'aliment T présente une teneur de l'ordre de 2280 Kcal/Kg d'aliment qui est très inférieur aux recommandations de Lebas (2004).

II- Digestibilité

Les résultats de la digestibilité de l'aliment T et G sont présentés dans le tableau VI et illustrés par la figure 8.

Tableau VI : Valeurs de la digestibilité de l'aliment T et G

	Aliment T	Aliment G
CUDa MS (%)	63,9	63,7
CUDa CB (%)	23,5	15,8
CUDa PB (%)	62,5	78

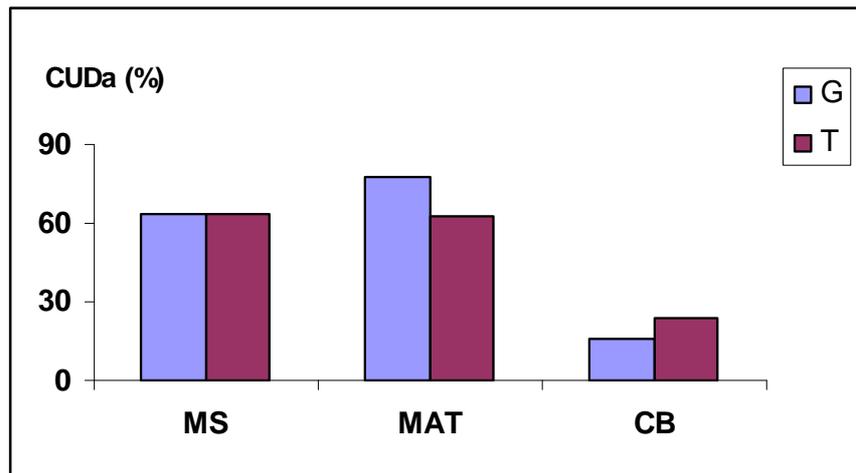


Figure 8: Digestibilité (CUDA) de la MS, MAT et CB l'aliment T et G

La digestibilité de la matière sèche des deux aliments T et G obtenue est relativement égale (63,9 vs 63,7). Quant à celle des protéines brutes et de la cellulose brute, on a enregistré des différences significatives. La digestibilité des protéines brutes de l'aliment G est plus élevée que celle de l'aliment T (78% vs 62,5%). Alors que celle de la cellulose brute est en faveur de l'aliment T (23,5% vs 15,8%).

La digestibilité de la cellulose brute de l'aliment G est supérieure à celle obtenue par Chaabane et *al* (1997) avec un aliment contenant 12,4% de grignon brut.

L'amélioration de la digestibilité de la cellulose brute de l'aliment G pourrait être expliquée par la diminution de la teneur en lignine du grignon cultivé par rapport au grignon non cultivé. En effet, le pleurote qui est un champignon lignicole dégrade la lignine qui est non seulement une substance indigestible mais elle incruste aussi dans sa structure la cellulose et les hémicelluloses en les rendant indigestibles.

Le faible taux de digestibilité de la cellulose brute de l'aliment G comparé à celui de l'aliment T (15,8 vs 23,5) est liée à la richesse des grignons en composés lignocellulosiques (ADF) comparativement à la luzerne utilisée comme source de fibres dans l'aliment T (60 vs 33,1%). Ces résultats sont en accord avec ceux de Chaabane et *al.* (1997) qui ont enregistré une diminution de la digestibilité de la cellulose brute avec l'incorporation du grignon (22,4 vs 12,4%).

La bonne digestibilité des protéines de l'aliment G par rapport à l'aliment T pourrait être attribuée à la bonne digestibilité des tourteaux de soja utilisés comme source de protéine comparée à la luzerne utilisée dans l'aliment T. Ces résultats corroborent ceux de Maertens et *al.* (1987) avec une digestibilité du tourteau de soja de 83% contre seulement 43% pour la luzerne.

La différence de digestibilité des protéines enregistrée entre les deux aliments qui est en faveur de l'aliment G compense la faible digestibilité de sa cellulose brute, ce qui explique que les deux aliments ont une digestibilité de la matière sèche comparable avec des valeurs très proches qui sont de 63.7% pour l'aliment G et 63.9% pour l'aliment T.

Les résultats de la digestibilité de l'aliment G sont inférieurs à ceux obtenus par Ben Rayana et *al.* (1994) avec un aliment contenant 23% de grignon d'olive brut qui est de 68,7% et supérieurs à ceux enregistrés par Chaabane et *al.* (1997) avec une incorporation de 33,2% de grignon dans l'aliment dont la digestibilité est de 58,5%.

III- Evolution des paramètres de reproduction

Les paramètres de reproduction enregistrés sont la réceptivité, la fertilité, le nombre de nés totaux et le nombre de nés vivants en fonction de l'aliment.

III-1 Réceptivité

Les résultats de la réceptivité de l'aliment T et G sont illustrés par la figure 9.

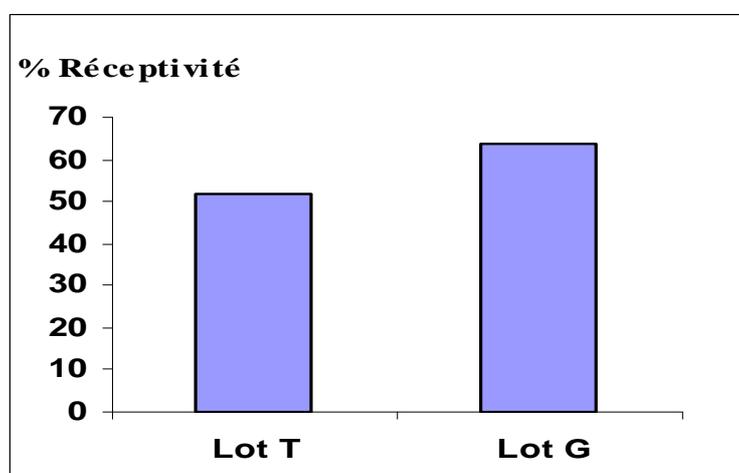


Figure 9 : Taux de réceptivité des lapines alimentées avec les aliments T et G

L'analyse des résultats montre une différence significative de la réceptivité entre les deux lots consommant respectivement l'aliment T et G, elle est en faveur du lot G (64% vs 52%).

La différence du taux de réceptivité enregistré entre les deux lots pourrait être expliqué par la différence des apports énergétiques et protéiques apportés par les deux aliments.

Le déficit que présente l'aliment T pourrait affecter le fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien qui se traduit par la diminution de la maturation folliculaire par conséquent la diminution des taux d'œstrogènes circulants dont la réceptivité dépend étroitement. Ces résultats sont conformes à ceux de Monget (1997) qui a montré qu'un déficit énergétique et protéique entraîne l'élévation du nombre des femelles qui refusent le mâle.

Le faible taux de réceptivité enregistré dans les lots T et G comparativement à celui de la population locale qui est de l'ordre de 77% selon Zerrouki *et al.* (2005) pourrait être s'expliquer par les températures élevées en raison de la période durant laquelle s'est déroulée l'expérimentation (période estivale).

L'incorporation du grignon d'olive dans l'alimentation de ces lapines ne semble pas avoir d'effets négatifs sur la réceptivité des femelles.

III-2 Fertilité

Les taux de fertilité enregistrés dans cette étude sont de l'ordre de 77,8% pour le lot G et 73,9% pour le lot T (Figure 10).

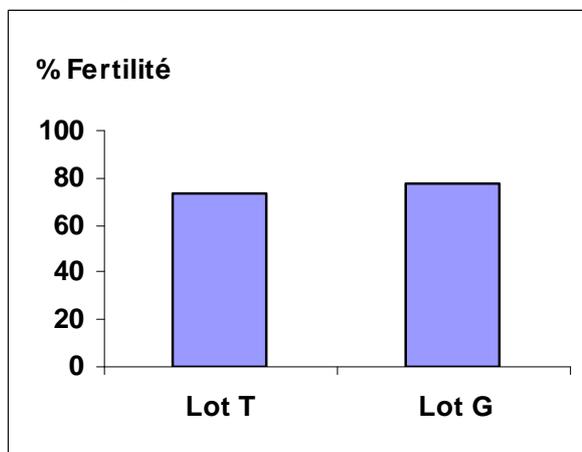


Figure 10 : Taux de fertilité des lapines alimentées avec les aliments T et G

Les taux de fertilité enregistrés sur les deux lots T et G présentent des différences non significatives. La légère différence enregistrée pourrait être expliquée comme pour la réceptivité par les faibles apports en énergie et en protéine de l'aliment T, ce qui pourrait avoir une influence négative sur la sécrétion de GnRH par conséquent la diminution de la pulsativité de LH. Ceci pourrait induire un retard et/ou un arrêt de l'ovulation d'où dépend la fertilité des femelles.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Fortun et Prunier (1999) qui ont montré qu'un déficit nutritionnel entraîne la diminution du nombre de femelles qui ovulent ainsi que le taux de gestation.

Nos résultats sur la fertilité corroborent ceux obtenus par Zerrouki et *al.* (2005) sur les lapines de la population locales alimentées avec le même aliment standard du commerce qui sont de 73.9% vs 73.4%.

III-3 Taille de portée à la naissance

La prolificité est un paramètre qui englobe trois composantes à savoir, le nombre de nés totaux, de nés vivants et le taux de mortinatalité.

Les résultats de prolificité enregistrés chez les deux lots T et G sont présentés dans le tableau VII et illustrés par la figure 11.

Tableau VII : Taille de portée à la naissance des lapines alimentées avec les aliments T et G

	Aliment T	Aliment G
Nés totaux	7,2	7,75
Nés vivants	5,67	6,75
Mortinatalité (%)	20,93	12,9

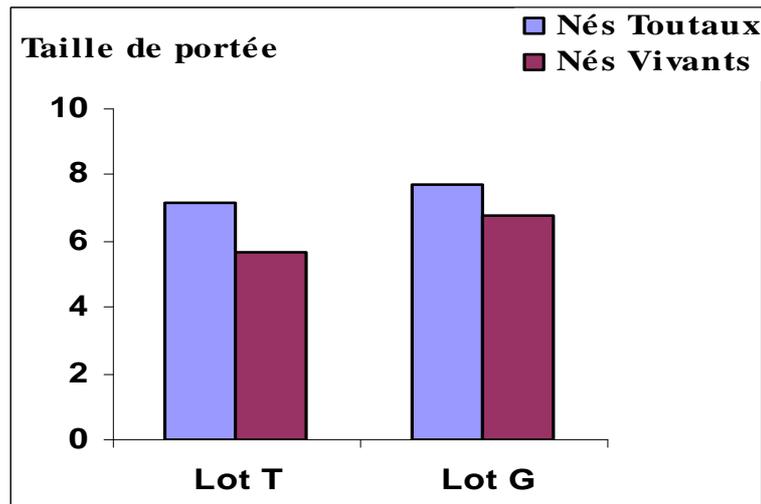


Figure 11 : Taille de portée à la naissance des lapines alimentées avec les aliments T et G

Les lapines recevant l'aliment G présentent un nombre de nés totaux et nés vivants supérieur à ceux enregistrés chez les lapines du lot T soit 7,75 vs 7,20 pour les nés totaux et 6,75 vs 5,67 pour les nés vivants. Quant au taux de mortalité enregistré, il est significativement plus faible chez les femelles du lot G comparativement à celui du lot T (12,9% vs 20,93%).

La faible teneur en énergie et en protéine de l'aliment T pourrait être à l'origine du faible taux de prolificité enregistré dans ce lot ; en effet, le déficit nutritionnel influence négativement le nombre d'ovules pondus et la survie prénatal qui sont les deux composantes de la prolificité.

Un faible apport en énergie et en protéine affecte négativement le taux d'ovulation en agissant sur la diminution des sécrétions gonadotropes au niveau central et au niveau ovarien en affectant le développement folliculaire et l'activité endocrine de l'ovaire. Ces deux actions se traduisent par la diminution des sécrétions gonadotropes FSH et LH d'où dépendent la croissance folliculaire et l'ovulation (Quesnel, 2005). Au niveau ovarien il affecte la folliculogénèse par la désensibilisation de l'ovaire aux hormones gonadotropes par conséquent l'augmentation de l'atrésie folliculaire. Ce déficit provoque la diminution de la stéroïdogénèse en altérant la croissance et la maturation folliculaire et l'ovulation (Cox et *al.*, 1987).

Le déficit énergétique et protéique affecte négativement la survie prénatale par l'altération de l'activité stéroïdogénèse de l'ovaire entraînant la diminution des sécrétions

d'œstradiol et de progestérone qui se répercute sur le développement de l'utérus et sur la qualité de l'environnement utérin qui conditionne le développement et la croissance embryonnaire et fœtale. De ce fait, un taux de mortalité embryonnaire et fœtale élevé.

Le faible taux de prolificité enregistré dans le lot T qui serait du au déficit nutritionnel est en accord avec les résultats de Fortun et Prunier (1999) qui ont montré qu'un déficit entraîne une diminution du nombre d'ovules pondus et l'augmentation du taux de mortalité embryonnaire. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Fortun-Lamoth, 1998 qui ont montré que la mortalité embryonnaire est plus élevée et le nombre de fœtus vivants plus faible avec une alimentation restreinte.

Les résultats de la taille de portée enregistrés comparés à ceux obtenus par Zerrouki et *al.* (2005) sur les lapines de la population locales alimentées avec le même standard du commerce montrent que le nombre de nés totaux est identique (7,2), par contre le nombre de nés vivants est légèrement plus faible (5,67 vs 6,16), ceci pourrait s'expliquer par les fortes chaleurs enregistrées durant la période de la réalisation de l'expérimentation qui affecte la viabilité des lapereaux à la naissance.

Comme pour la réceptivité et la fertilité, il semble que l'incorporation de résidu de culture de champignon (pleurote) à base de grignon d'olive n'a pas d'effets néfastes sur le nombre et la viabilité des lapereaux nés. Ceci est en accord avec les résultats de Molina et *al.* (1991) qui ont montré que l'incorporation des grignons dans l'alimentation des brebis gestantes ne perturbe pas le déroulement de la gestation avec des poids des agneaux à la naissance comparables à ceux obtenues avec un aliment conventionnel.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous pouvons retenir que la culture du champignon comestible (pleurote) sur substrat à base de grignon d'olive brut a permis l'amélioration de la valeur nutritive du grignon en diminuant le taux de cellulose brute de 53 à 39% et en augmentant sa teneur en matière azotée de 2,8 à 7%.

L'incorporation du résidu de culture de champignon à un taux de 20% dans l'aliment unique du lapin a permis de le substituer à la luzerne.

L'utilisation de cet aliment a permis d'obtenir une digestibilité de la matière sèche équivalente à celle de l'aliment conventionnel du commerce (63,9 vs 63,7 %).

L'essai de cet aliment sur les performances de reproduction chez la lapine de population locale a permis d'obtenir de meilleures performances que celles observées sur les animaux alimentés avec l'aliment standard du commerce. En effet, le taux de réceptivité et de fertilité obtenu sont respectivement 64 vs 52 et de 77,8 vs 73,9 %. La taille de portée enregistrée à la naissance est de 7,75 vs 7,2. Le nombre de nés vivant chez les lapines alimentées avec l'aliment G est supérieur à celui enregistré chez les lapines alimentées avec l'aliment T (6,75 vs 5,67).

Les faibles performances des lapines alimentées avec l'aliment T pourraient être du au déficit nutritionnel de cet aliment, en effet l'analyse physicochimique des deux aliments a montré que l'aliment T présente de faibles teneurs en protéines et en énergie comparativement à celles de l'aliment G.

L'incorporation du résidu de culture de champignons à base de grignon d'olive à un taux de 20 % dans l'aliment lapin en reproduction ne semble pas avoir un effet négatif sur les performances de reproduction.

Selon nos résultats, il nous semble que l'incorporation des grignons d'olive dans l'aliment lapin peut être une alternative à la diminution des quantités de matières premières

importées incorporées dans ces aliments, ainsi réduire le coût de production de l'aliment et donc celui du lapin.

L'utilisation de ces grignons d'olive permet aussi de les retirer de l'environnement éliminant ainsi leur impact néfaste sur ce dernier.

PERSPECTIVES

Il serait nécessaire d'approfondir cette étude afin de déterminer le taux optimum d'incorporation qui permet d'obtenir les meilleures performances de reproduction et de croissance du lapin.

Il serait judicieux d'avoir une complémentarité entre la production oléicole et la production animale dont l'objectif ne sera pas forcément de maximiser le niveau de la production animale mais de valoriser au mieux les ressources disponibles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamsson I., Fischer H., 1971.** The aminoacid requirement of the growing rabbit: qualitative needs. *Nutr.Repts.Int.*4,59-64.
- Ahima R.S., Prabakaran D., Mantzozs C., Qu D., Lomell B., Maratos-Flier J.S., 1996.** Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting. *Nature*, 382,250-252.
- Allen R.G., 1991.** Oxygen reactive species and antioxidant responses during development : the metabolic paradox of differentiation. *Proc. Soc. Exp. Boil. Med.*, 196, 117-119.
- Armstrong J.D., Bbitt J.H.,1987.** Nutritionally-induced anestrus in gilts :metabolic and endocrine changes associated with cessation and resumption of estrous cycles. *J.anim.Sci.*,65,508-523.
- Axelson, 1984.** effect of lupin deeding on reproduction in beef heifers. *Proc. Aust. Soc. Anim. Pro.*, 13, 237-240.
- Babile M., Candau A., Auvergne., Frahi R., 1982.** Effets de l'environnement post-natal sur la reproduction des lapines premiers résultats. 3^{ème} Journée de recherche cunicole.
- Barb C.R., Kraeling R.R., 2004.** Role of leptin in the regulation of gonadotropin secretion in farm animals.*anim.reprod .Sci.*,82-83,155-167.
- Barb C.B., Barrett J.B., Kraeling R.R., Rampacek G.B., 2001a.** Serum leptin concentrations, luteinizing hormone and growth hormone secretion during feed and metabolic fuel restriction in the prepuberal gilt. *Dom. Anim. Endocrinol.*, 20, 47-63.
- Barb C.R., Kraeling R.R., Rampacek G.B.,2001b.** Nutritional regulators of the hypothalamic-pituitary axis in pigs . *reproduction, suppl.*, c58,1-15.
- Barb C.R.,Kraeling R.R., Rampacek G.B.,1995.** Glucose and free fatty acid modulation of growth hormone and luteinizing hormone (LH) secretion by cultured porcine pituitary, Cells. *J. Anim.Sci.* 73,1416-1423.
- Barb C.R.,Kraeling R.R.,Barrett J.B.,RampacekG.B.,Campbell R.M., MowlesT.F, 1991.** Serum glucose and free fatty acids modulat growth hormone and luteinizing hormone secretion in the pig.*proc.soc. exp.biol.med.* 198,636-642.
- Battaglia F.C., Meschia G., 1988.** Fetal nutrition.*Ann. Rev. Nutr.*, 8,43-61.
- Belibasakis N.G., 1982.** The chemical composition of olive cake. *Greek Veterinary.* 2, 106-114.
- Ben Rayana A., Bergaoui R., Ben Hamouda M., Kayouli C., 1994.** Incorporation du grignon d'olive dans l'alimentation des lapereaux. *W. Rab. Sci.*, 2(3), 127-134.
- Bessaad, Lebas F., 1978.** In horlow georges 1979.

Bocquier F, Leboeuf B., Pouel J., Chilliard Y., 1998. Effet de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur les performances de reproduction de chevrettes alpines. *INRA Prod. Anim.*, 11,311-320.

Boden G., 1997. Role of fatty acids in the pathogenesis of insulin resistance and NIDDM. *Diabetes*, 46, 3-10.

Booth P.J., 1990. Metabolic influences on hypothalamic-pituitary-ovarian function in the pig. *J. Repro. Fert. Suppl.*, 40, 89-100.

Brien F.D. ; Baxter R.W. ; Findlay J.K. ; Cumming L.A., 1976. Effect of lupin grain supplementation on ovulation rate and plasma follicle stimulating hormone (FSH) concentration. *Pro. Aust. Soc. Anim. Pro.*, 11, 237-240.

Bringer J., Patrick Lefebvre P., Renard E. 1999. Nutrition et fonction ovarienne. *Medecine/sciences* 15:197-203.

Brun J.M., Lebas F., 1994. Etude préliminaire des interactions entre l'origine paternelle et le régime alimentaire des lapines sur leurs performances de reproduction. 6èmes Journées de la recherche cunicole –la Rochelle –Vol.1.

Brüning J.C.,Gautman D., Burks D.J., Gillette J., Schubert M.,Orban P.C.,Klein R., Krone W., Müller-Weiland D.,Kahn C.R.,2000.role of brain insulin receptor in control of body weight and reproduction science , 289.2122-2125.

Bucholtz DC,Vidwans NM,Herbosa CG, Schillo KK, Foster DL. 1996. Metabolic interfaces between growth and reproduction. V. pulsatile luteinizing hormone secretion is dependent on glucose availability. *Endocrinology*137:601-7.

Chaabane K., Bergaoui R., Ben Hammouda M., 1997. Utilisation de différents types de grignons d'olive dans l'alimentation des lapereaux. *W. Rab. Sci.*, 5(1), 17-21.

Candau A., Auvergne R., Babile A., Benhallou., 1982. Influence des apports minéraux de la ration sur le sex-ratio chez le lapin. 3^{ème} Journées de recherche cunicole.

Chilliard Y., Bonnet A., Delavaud C., Faulconnier Y., Leroux C., Djiane J., Boquier F., 2001. Leptin in ruminants .gene expression in adipose tissue and mammary gland .and regulation of plasma concentration .*dom.anim.endocrinol .*, 21,271-295.

Clin M., Arkhurst G., 1973. Effet de l'addition de la méthionine à un régime à base de tourteau de soja sur la croissance et la rétention azotée chez le lapin. Journées de recherches avicoles et cunicoles.

Clowes E.J., Aherne F.X., Schaefer A.L., Foxcroft G.R., Baracos V.E., 2003a. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows.*J. Anim. Sci.*, 81, 1517-1528.

Clowes E.J., Aherne F.X., Foxcroft G.R., Baracos V.E., 2003b.

Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.*, 81, 753-764.

Colin M., 1973. Influence de l'addition de la Lysine a des régimes à base de tourteau de sésame chez le lapin .Journée de recherches avicoles et cunicoles, 19-21.

Colin M., 1973. Influence de l'addition de Méthionine a un régime à base de soja sur la croissance et la rétention azotée chez le lapin .Journée de recherches avicoles et cunicoles, 23-25.

Coudert P., Lebas F., 1982. Incidence de divers facteurs pathologiques et nutritionnels survenant pendant la croissance sur le devenir des reproductrices.3^{ème} Journées de recherches cunicoles.

Cox N. M., 1997. Control of follicular development and ovulation rate in pigs. *J. Rep. Fert. Suppl.*, 52, 31-46.

Cox N.M., Stuart M. G., Althen T. G., Bennett W. A., Miller H. W., 1987. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *J. Anim. Sci.*, 64, 507-516.

De Blas C., 1994. Nutrition et alimentation du lapin. Cours supérieur de production animale. Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse, 10 février au 25 mars.

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.

El Gammal A., A.,kamel Z., Abbed Z., Mohamed H, 1998. Biodegradation of linocellulosic and production of sugars and lignin degradation intermediates by four selected microbial strains.Polymer degradation and stability.61.pp 535-542.

Etienne Michel, 2007. Effets biologiques et physiologiques d'une mycotoxines, le déoxynivalénol (DOM), chez le porc. *J. Rech. Porcine*, 39, 407-418.

Favier M., Hininger-Favier I., 2004. Faut-il supplémenter en fer la femmes enceintes. *Gynecol.Obstet. Fertil.*, 32, 245-240.

Fortun Lamothe L., 2003. Bilan énergétique et gestion des réserves corporelles de la lapine : mécanisme d'action et stratégies pour améliorer la fertilité et la longévité en élevage cunicole. INRA ,Station de recherches cunicoles , BP 27,31326 Castenet Tolosan, France.10^{ème} Journnée de la recherche cunicole, 19-20 nov,Paris.

Fortun Lamothe L., 1998. Effects of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Sci.*, 66, 263-269.

Fortun L., 1998. Effet de la lactation, du bilan énergétique et du rythme de reproduction sur les performances de reproduction chez la lapine primipare. 7èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., Lyon.

Fortun L., Lebas F., 1994. Effet de l'origine et de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de reproduction de lapines primipares saillies post partum premiers résultats. 6^{èmes} Journées de la recherche cunicoles -la Rochelle- Vol.2.

Fortun L., Lebas F., 1994b. Influence of the number of suckling young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. *Ann. Zootech.*, 43, 163-171.

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., 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.

Fortune Lamothe L., Mariana J.C., 1998. Effets de la simultanéité de la gestation et de la lactation chez la lapine sur le développement folliculaire chez les filles futures reproductrices. 7èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., Lyon.

Fortune Lamothe L., Bolet G., 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Pro. Anim.*, 8 (1), 49-56.

Frisch RE. ; 1998. Body fat, menarche, fitness and fertility. *Hum reprod* 2:521-33.

Gabryszuck M., Klewicz J., 2002. Effect of injecting 2 and 3 year old ewes with selenium and selenium-vitamin E on reproduction and rearing of lambs. *Small Ruminant Res.*, 43, 127-132.

Gosalvies L.F., Alvariño J.M.R., Diaz P., Tor M. 1997. Influence of age, stimulation by PMSG or flunshing on the ovarian response to LRHa in young rabbit females. *Word Rabbit Science*, Vol. 2(2), 41-45

Grimard, B., Sauvant, D., Chilliard, Y., 2002. les relations nutrition –reproduction dans l'espèce bovine. la journée de printemps de l'association Française de zootechnie, 20pp.

Hammond J. 1961. La reproduction, la croissance et l'hérédité des animaux de la ferme. Edit. Vigot Frères, Paris, 265 pages.

Henaff R., 1976. Contribution à l'étude des besoins en sodium, potassium et chlore chez le lapin en croissance. Mémoire de fin d'études ENSSA Dijon, 64 p..

Harel S., Shapira Y., Hartzler J., Teng E.L., Quiligan E., Van Der Meulen J.P., 1978. Neuromotor development in relation to birth weight in rabbits. *Biol. Neonate*, 33, 1-7.

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.

Jarrin D., Lafargue-Hauret P., Ricca V., Rouillere H., 1994. Alimentation des lapines dont les lapereaux sont sevrés à 35 jours influence des niveaux énergétiques et protéiques de l'aliment. 6èmes Journées de la recherche cynicole, la Rochelle-Vol.2.

Johnson A.A., Knight E.M., Edwards C.H., 1994. Dietary intakes, anthropometric measurements and pregnancy outcomes. *J. Nutr.*, 124, 936S-945S.

Karalazos A., 1979. Study on the utilization of olive oil industry by-products as feedingstuffs. Livestock institute, Grannitsa.

Karlsson G., Lindell K., Svensson E., Bergh C., Lind P., Billing H., Carlsson LMS., Carlsson B.. 1997. Expression of functional leptin receptors in the human obesity. *J clin endocrinol Met.* 82:4144-8.

Laughlin GA., Doinguez CE., Yen SSC. 1998. Nutritional and endocrine-metabolic aberrations in women with functional hypothalamic amenorrhea. *J. clin. Endocrinol. metab.* 83:25-32.

Lebas F., 1982. Influence de la position in utero sur le développement corporel des lapereaux. 3èmes Journées de la recherche cynicole-Paris.

Lebas F., 2004. Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive. *Cyniculture Magazine*, 31, 2.

Lebas F., Jouglar J.Y., 1990. Influence du taux de phosphore alimentaire sur les performances de lapines reproductrices. 5^{èmes} Journées de la recherche cynicoles.

Lebas F., Jouglar J.Y., 1984. Apports alimentaires de calcium et de phosphore chez la lapine reproductrice. 3^{ème} congrès mondial de cyniculture, Rome, Vol.1, 461-466.

Leymarie P., Martal J., 1991. La reproduction chez les mammifères et l'homme. *Levasseur cap.* 21, 403-420.

Lin J., Barb C.R., Matteri R.L., Kraeling R.R., Chen X., Meinersmann R.J., Rampacek G.B., 2000. long form leptin receptor mRNA expression in the brain , pituitary, and other tissues in the pig . *Dom.anim.endocrinol.*, 19, 53-61.

Luzi F., Barbieri S., Lazzaroni C., Cavani C., Zecchini M., Crimella C., 2001. Effets de l'addition de propylène glycol dans l'eau de boisson sur les performances de reproduction des lapines. *W. Rab. Sci.*, vol.1 (9), 15-18.

Maertens L., 1998. Effect of flushing, mother-litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performance of their litter. *W. Rab. Sci.*, vol. 6 (1), 185-190.

- Maertens L., De Groote, 1987.** Quelque caractéristique spécifique de l'alimentation des lapines. Reveu de l'agriculture n 05, 40, 1185-1205.
- Molina E., Aguilera J.F., 1991.** Utilisation des sous produits de l'olivier dans l'alimentation des ovins. Opt. Med. Serie Sém., 16, 163-166.
- Monget P., Martin G.B.,1997.** Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. Human repro.12, suppl.1,33-522.
- Morin LP. 1986.** Environnement and hamster reproduction : response to phase-specific starvation during estrous cycle.*An J physiol* 25:R663-9.
- Nefzaoui, A .1991,** Valorisation des sous- produits de l'olivier. Option Méditerranéennes – Série Séminaires, n° 16- 1991 : 101-108
- Nefzaoui A., 1980.** Cite par FAO 1984, Utilisation de sous produit de l'olivier en alimentation animal. Archives de document de FAO,1984.
- Nefzaoui A., Hellings Ph., Vanbelle M., 1983.** Ensiling olive pulp with ammonia: Effects on voluntary intake and digestibility measured by sheep. 34th. Annual meeting of the study commission EAAP. Madrid, 3-6.
- Nefzaoui A., Ksaier H., 1981.** utilisation de la pulpe d'olive comme aliment de sauvegarde. In séminaire international sur la valorisation des sous produits de l'olivier. Monastir, Tunisie, 65-66.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., 1993.** Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine. World Rabbit Science., 1,155-161.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., 1993.** Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine, Revue. Dipartimento di scince zootecniche, universita degli Studi Via Gradenigo, 6-135131 PADOVA-Italie.
- Pomytko V., Morozava K.N., Razzorenova E.A., 1978.** Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations, Cini. Sci., vol 1(1), 16-27.
- Prunier A.,Questenel H, 1998.** Influence de la nutrition sur le fonctionnement de l'axe gonadotrope .INRA Station de recherche porcines,35590 Saint-Gilles *Pro. Anim.*
- Oswald I.P., 2007.** Immunosupresseurs des mycotoxines chez le porc. J.Rech. Porcines, 39, 419-426.
- Quesnel H., 2005.** Etat nutritionnel et reproduction chez la truie allaitante . INRA ,Agro campus Rennes, UMR systèmes d'élevage, nutrition animale et humaine ,F-35590 Saint-Gilles .INRA 2005, 18 (4) ,277-286.

Quesnel H., Mejia-Guadarrama C.A., Dourmad J-Y., Prunier A., 2005b. dietary protein restriction during lactation in primiparous sows with different live weight at farrowing : II. Consequences on reproductive performance and interactions with metabolic status. *Rep. Nut. Dev.*, 45, 57-68.

Quiok M.F., Norton B.W., 1997. The relationship between the cobalt nutrition of ewes and the vitamin B12 status of ewes and the lamb. *Aust. J. Agri. Res.*, 38, 1071-1082.

Raimbault M., 1981. Fermentation en milieu solide- croissance de champignons filamenteux sur substrat amylicés. Travaux et documents de l'office de la recherche scientifique et technique Outre Mer (O.R.S.T.O.M) Ed Paris, 294 pages.

Rajarm S, Baylink DJ , Mohan S. 1997. Insulin-like growth factor-binding proteins in serum and other biological regulation and functions. *Endocrinol. Rev.* 7;18:801-31.

Santacreu M.A., Climent A., Argent M.J., Blasco A., 1994. Caractéristiques, irrigation sanguine et survie des fœtus dans deux lignées de lapin sélectionnées de façon divergente pour l'efficacité utérine. 6èmes Journées de la recherche cunicole-La Rochelle-Vol.1.

Theau-Clement M., 2005. Préparation de la lapine à l'insémination artificielle : analyse bibliographique. 11^{ème} Journées de Recherche Cunicole. Paris 29-30 nov.

Tepperman J., 19976. Physiologie endocrine et métabolique. Stat. Univ. N.Y. Upstat Med. Center Syracuse, 2^{ème} éd. Masson, Paris-New York-Barcelone-Milan.

Theriez N. 1984. Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. 9^{ème} Journées de la Rech. Ovine et Caprine, 294-326.

Theriez M., Boule G., 1970. Valeur alimentaire du tourteau d'olive. *Ann. Zootech.*, 19 (2), 143-157.

Torres S., 1982. Etude de la mortalité embryonnaire chez la lapine. Proc :3èmes Journées de la recherche cunicole.Paris.Comm.15.

Van den Brand H., Dieleman S.J., Soede N.M., Kemp B., 2000. Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows.I. Effects on glucose, insulin, and LH and on follicle development, weaning to estrus interval and ovulation rate. *J. Anim. Sci.*, 78,396-404.

Verdelhan S., Bourdillon A., David j.J., Hurtaud J., Ledan L., REnouf B., Roulleau X.Salan J.M., 2005. Comparaison de deux programmes alimentaires pour la préparation des futures reproductrices, 11^{ème} Journées de la recherche cunicole-20-30 nov, Paris.

Wade G.N., Schneider J.E., Li H-Y, 1996.control of fertility by metabolic cues. *am.J.Physiol.*, 270,E1-E19.

Welt C.K., Chan J.L., Bullen J., Murphy R., Smith P., De Paoli A.M., Karalis A., Mantzoros C.S., 2004. recombinant human leptin in women with hypothalamic amenorrhea . *New England J.Med .*, 351,987-997.

Yang H., Foxcroft G.R., Pettigrew J.E., Jonston L.J., Shurson G.C., Costa A.N., Zak L.J., 2000a. Impact of dietary lysine intake during lactation on follicular development and oocyte maturation after weaning in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* , 78, 1001-1009.

Zak L.J. Cosgrove J.R., Aherne F.X., Foxcroft G.R., 1997a. Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. *J. Anim. Sci.*, 75, 208-216.

Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G., 2005. Evaluation of milk production in an Algerian local rabbit population raised in Tizi-ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13 (1), 39-47.