

Relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux

G Bolet ¹, J Esparbié ², J Falières ¹

¹ Station d'amélioration génétique des animaux, Inra;

² Station expérimentale lapins et palmipèdes, Inra, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

(Reçu le 14 février 1995 ; accepté le 5 juillet 1995)

Résumé — Au total, 246 lapines de la souche INRA0029 ont été mises en place pour réaliser deux portées en insémination artificielle. La moitié avait préalablement subi une ovariectomie unilatérale pour doubler le nombre de fœtus dans une corne utérine. Le nombre de fœtus implantés était compté par endoscopie. Il existe une relation du nombre d'implants positive avec la taille de portée et négative avec le taux de survie fœtale. Il y a une relation de la taille de portée positive avec le poids total des nés vivants et négative avec le poids moyen des lapereaux nés vivants. L'effet défavorable du doublement de la population dans une corne sur le taux de survie fœtale (-5,2 points) et le poids moyen des lapereaux à la naissance (-2,6 g) est significatif, mais beaucoup plus faible. En deuxième parité, les portées étaient standardisées à six lapereaux à la naissance, qui étaient pesés chaque semaine jusqu'au sevrage, puis à 7 et 11 semaines pour les femelles conservées. La relation négative entre poids individuel et taille de portée à la naissance est significative quel que soit l'âge, malgré un effet favorable de la taille de portée à la naissance sur la production de lait pendant les deux premières semaines. L'effet défavorable du groupement de tous les fœtus dans une seule corne est beaucoup plus faible et de moins en moins marqué quand l'âge des lapereaux augmente ; l'effet défavorable sur la croissance est une conséquence de l'effet sur le poids à la naissance. Il n'y a aucun effet du surpeuplement utérin ou de la taille de portée sur la croissance après sevrage. La diminution du poids des lapereaux issus de grandes portées semble donc essentiellement due à une compétition nutritionnelle pendant la gestation entre tous les fœtus et non à un surpeuplement physique des cornes utérines. L'augmentation de la prolificité doit donc s'accompagner d'une meilleure couverture des besoins de la lapine gestante.

lapin / reproduction / croissance / effets maternels

Summary — **Relations between the crowding of the uterine horns, litter size at birth and growth of young rabbits from birth to 11 weeks, after cross-fostering of litters.** *The effect of the number of foetuses during pregnancy and of litter size at birth on young rabbits' weight at birth and up to 11 weeks was investigated. Two hundred forty-six does from the INRA0029 strain were bred in artificial insemination. Half of them were unilaterally ovariectomized before puberty in order to achieve a double*

crowding of the uterine horn corresponding to the remaining ovary and so to challenge the uterine capacity. The number of implanted foetuses was counted by endoscopy. There was a positive relationship of the total number of implanted embryos with litter size at birth, in spite of a negative relationship with the foetal survival rate. There was a positive relationship of litter size at birth with the litter weight, in spite of a negative relationship with the average weight of young rabbits alive at birth. The unfavourable effect of double crowding of one horn on foetal survival rate (-5.2 points) and average young rabbits weight at birth (-2.6 g) was significant, but weaker. In the second parity, litters were standardized at six young rabbits after birth by cross-fostering. They were weighed every week up to weaning, and at 7 and 11 weeks. The negative effect of litter size at birth on weight and average daily gain was significant whatever the age of the young rabbits, in spite of a favourable effect of litter size at birth on milk production. The unfavourable effect of overcrowding was weaker and less and less significant when the age of young rabbits increased. It is concluded that: i) Competition for uterine space, due to overcrowding in large litters, has an effect on foetal survival rate; however, it is the limiting factor of litter size only in extreme conditions (more than 11 foetus in one uterine horn). It has a very limited effect on weight and growth of young rabbits from birth to weaning. ii) The decrease of weight of young rabbits from large litters, which remains after birth and even after weaning, was mainly due to a nutritional competition, according to the total number of foetus; therefore, improvement of prolificacy must be accompanied by a better response to the nutritional needs of pregnant does.

rabbit / reproduction / growth / maternal effects / cross-fostering

INTRODUCTION

Tous les auteurs s'accordent pour mettre en évidence une relation négative chez le lapin entre la taille de portée à la naissance et le poids moyen des lapereaux au sevrage (Masoero, 1982; Rochambeau, 1988). Ainsi, la sélection de la souche A2066 pour la taille de portée s'est accompagnée d'une diminution du poids des lapereaux au sevrage (Rochambeau et al, 1994). Cette relation défavorable peut être due à des effets maternels liés à la gestation (effets intra-utérins) et/ou l'allaitement. À notre connaissance, seuls Harvey et al (1961) ont mis en évidence l'existence d'effets maternels intra-utérins sur le poids des lapereaux à 21 jours, en standardisant toutes les portées à huit lapereaux à la naissance.

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'importance des effets maternels pendant la gestation sur le poids des jeunes à différents stades. Pour cela, nous avons mis à profit deux techniques d'utilisation récente chez le lapin :

- une endoscopie pratiquée vers 10 jours de gestation permet de compter le nombre de corps jaune sur l'ovaire (représentant le nombre d'ovules pondus) et le nombre d'embryons implantés et vivants dans chaque corne utérine (Santacreu et al, 1990);
- une ovariectomie unilatérale, pratiquée avant la mise à la reproduction, permet de doubler le nombre moyen d'ovules pondus par l'ovaire restant. Comme il n'y a pas chez le lapin de migration des embryons entre cornes utérines, ceci a pour effet de doubler le nombre moyen d'embryons dans la corne correspondante sans affecter l'aptitude à la reproduction des femelles (Fleming et al, 1984; Mariana et Dervin, 1992).

La standardisation des portées à la naissance permet d'étudier spécifiquement les effets maternels liés à la gestation. Grâce à l'ovariectomie unilatérale, on dissocie l'effet du nombre total de foetus ou de lapereaux et celui de l'encombrement de chaque corne utérine, en comparant des lapereaux qui, à taille de portée à la naissance identique, sont issus de lapines ayant mené leur gestation avec une ou deux cornes utérines fonctionnelles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal

Au total, 246 lapines provenant de la souche INRA 0029 ont été mises en place dans une maternité en juin 1992, dans le cadre d'une expérience de sélection divergente pour la viabilité fœtale (Bolet et al, 1994). Elles appartenaient en nombre égal à la troisième génération des lignées haute (H) et basse (B). Vers l'âge de 12 semaines, la moitié d'entre elles a subi une ovariectomie unilatérale sous anesthésie générale (femelles ULO), les autres n'étant pas opérées (femelles ENT). Toutes les lapines ont été mises à la reproduction en insémination artificielle intraliguée à l'âge de 18 semaines. La moitié des femelles a été soumise à une endoscopie le dixième jour de gestation pour compter les corps jaunes et les embryons implantés, selon la technique décrite par Santacreu et al (1990). Au total, 238 lapines ont mis bas ; la taille de portée (vivants et morts) et le poids total des lapereaux vivants ont été enregistrés. Les lapines ont été inséminées à nouveau 10 jours environ après la mise bas. Elles ont alors toutes été endoscopées à 10 jours de gestation. Les mêmes observations qu'en première portée ont été faites sur 176 portées. Chaque jour de mise bas, une standardisation à six lapereaux par portée était réalisée de la façon suivante : deux femelles et un mâle étaient identifiés par une boucle à l'oreille et restaient avec leur mère ; les autres femelles étaient identifiées de la même façon et mélangées, et trois étaient rajoutées au hasard à chaque portée. Au total, 151 portées de six lapereaux ont ainsi été reconstituées. Les lapereaux étaient pesés chaque semaine (à 1, 7, 14, 21 et 28 jours) et sevré à 28 jours ; les poids étaient notés individuellement pour les lapereaux identifiés, collectivement pour les autres. Du fait de pertes de boucles, l'information individuelle disponible a varié de 680 à 602 poids. Environ 450 femelles, provenant en nombre égal des deux lignées et des mères ULO et ENT ont été conservées pour la génération suivante. Après le sevrage, elles ont été placées par groupes de cinq en cage d'engraissement et pesées à 7 et 11 semaines.

Les animaux étaient placés dans des bâtiments fermés, chauffés en hiver, dans des cages en flat deck et nourris à volonté avec un aliment standard du commerce.

Méthodes statistiques

Analyse des deux premières portées des lapines

Les variables étudiées sont le nombre total de corps jaunes (CJT), d'embryons implantés (ET), de lapereaux nés totaux (NT) et nés vivants (NV), le poids total (PTV) et moyen (PMV) des lapereaux nés vivants, le taux de survie embryonnaire, c'est-à-dire entre l'ovulation et l'implantation ($SE = 100 \times ET/CJT$), le taux de survie fœtale, c'est-à-dire entre l'implantation et la naissance ($SF = 100 \times NT/ET$) et le taux global de survie prénatale ($SP = 100 \times NT/CJT$). Les analyses de variance à effets fixés suivantes ont été réalisées :

– Effet de l'ovariectomie unilatérale sur toutes les variables : effets numéro de portée (1 ou 2), statut de la femelle (1 ou 2 ovaires) et lignée (H ou B).

– Effet du nombre total d'embryons implantés sur NT, NV, SF : effets numéro de portée, statut de la femelle, lignée, nombre d'implants regroupés en cinq classes (2 à 5, 6 ou 7, 8 ou 9, 10 ou 11, 12 à 15) et interaction entre le statut de la mère et le nombre d'implants.

– Effet du nombre total de lapereaux nés sur PTV et PMV : effets numéro de portée, statut de la femelle, lignée, nombre de nés totaux regroupés en six classes (1 à 3, 4 ou 5, 6 ou 7, 8 ou 9, 10 ou 11, 12 ou 13) et interaction entre le statut de la mère et le nombre de nés totaux.

Analyse des deuxièmes portées après standardisation

– Effet de la taille de portée à la naissance de la mère (génétique) et de la nourrice (sauf pour le poids à 1 jour) sur les poids à 1 jour et à 1, 2, 3, 4, 7 et 11 semaines : les autres effets sont la semaine d'insémination (six niveaux), le sexe du lapereau (sauf pour les poids à 7 et 11 semaines), le changement ou non de portée pour les femelles, la lignée et le statut de la mère et l'interaction entre statut et nombre de nés totaux de la mère (une analyse préliminaire a montré que ces trois derniers effets ne sont pas significatifs pour la nourrice), la taille de portée à la naissance chez la nourrice. Le nombre de nés totaux chez la mère et la nourrice a été regroupé en cinq classes (4 ou 5, 6 ou 7,

8 ou 9, 10 ou 11, 12 ou 13). Comme les pesées étaient réalisées à jour fixe, alors que les naissances s'étalent sur 4 à 5 jours, la covariable âge à la pesée a été introduite pour chacune des pesées de 1 à 4 semaines. Après le sevrage, l'effet de la covariable n'était jamais significatif.

– La même analyse a été réalisée pour les vitesses de croissance (exprimées en grammes/jour) pour chacune des 4 premières semaines (GMQ1 à GMQ4), naissance–sevrage, sevrage–7 semaines, 7 à 11 semaines et sevrage–11 semaines.

RÉSULTATS

Analyse des deux premières portées des lapines

Effet des différents facteurs sur les composantes de la fécondité des femelles (tableau I)

– Lignée : La seule différence entre les deux lignées divergentes concerne le nombre de

Tableau I. Effet du numéro de portée, de la lignée et du statut de la mère (ULO = une corne utérine ; ENT = deux cornes utérines) sur les composantes de la prolificité des lapines.

Variable	Effectif	Moyenne (écart type résiduel)	Différences entre niveaux des effets ± écart type		
			N° de portée P2–P1	Lignée H–B	Statut de la mère ULO–ENT
<i>Nombre total de :</i>					
Corps jaunes (CJT)	270	9,9 (2,1)	** +2,4 ± 0,3	** –1,0 ± 0,3	+ –0,4 ± 0,3
Embryons implantés (ET)	271	7,9 (2,7)	** +1,7 ± 0,3	ns –0,4 ± 0,3	+ –0,6 ± 0,3
Lapereaux nés totaux (NT)	398	6,6 (2,4)	** +1,0 ± 0,2	ns –0,3 ± 0,2	** –1,0 ± 0,2
Lapereaux nés vivants (NV)	388	6,3 (2,3)	** +1,0 ± 0,2	ns –0,4 ± 0,2	** –1,0 ± 0,2
<i>Pourcentage de survie (%)</i>					
Ovulation–implantation (SE)	269	79,7 (21,8)	ns –2,2 ± 2,8	+ +4,6 ± 2,7	ns –1,6 ± 2,7
Implantation–naissance (SF)	271	86,5 (15,9)	+ –3,4 ± 2,0	ns –0,3 ± 1,9	* –3,9 ± 1,9
Ovulation–naissance (SP)	270	68,6 (22,3)	ns –4,7 ± 2,8	ns +3,9 ± 2,7	+ –5,0 ± 2,7
<i>Poids des lapereaux (g)</i>					
Total des nés vivants (PTV)	388	359 (108)	** +91 ± 11	+ –19 ± 11	** –54 ± 11
Moyenne des nés vivants (PMV)	388	59,0 (11,0)	** +4,2 ± 1,2	ns –1,2 ± 1,1	ns +0,4 ± 1,1

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; + : $p < 0,10$; ns : non significatif.

Tableau II. Effet du nombre d'embryons implantés et du statut de la mère (ULO = une corne utérine, ENT = deux cornes utérines) sur la survie fœtale et la taille de portée à la naissance. Résultats de l'analyse de variance.

	Nombre de lapereaux		Taux de survie fœtale SF
	Nés totaux NT	Nés vivants NV	
Nombre de portées	265	263	265
Moyenne	6,83	6,42	86,3
Écart type résiduel	1,45	1,71	15,3
Numéro de portée	ns	ns	ns
Lignée	ns	ns	ns
Statut de la mère : (ULO-ENT)	* (-0,57 ± 0,22)	* (-0,61 ± 0,26)	* (-5,2 ± 2,4)
Nombre d'implants	**	**	**
Nombre d'implants*statut	ns	ns	ns

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; ns : non significatif.

corps jaunes, en faveur de la lignée B et, dans une moindre mesure, le taux d'implantation SE, en faveur de la lignée H.

– Numéro de portée : entre la première et la deuxième portée, tous les paramètres quantitatifs (CJT, ET, NT, NV, PTV et PMV) aug-

mentent très significativement ; en revanche, les taux de survie (SE, SF et SP) ne sont pas significativement modifiés.

– Nombre de cornes gestantes : La réduction du nombre de cornes gestantes par ovariectomie unilatérale n'a pas modifié signifi-

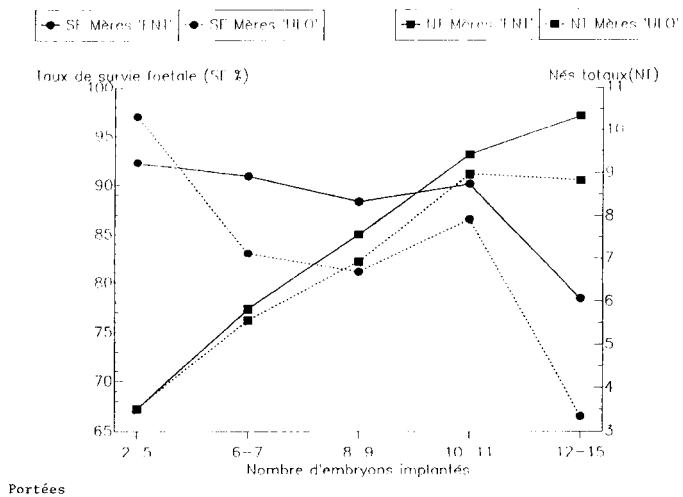


Fig 1. Effet du nombre d'embryons implantés sur la taille de portée à la naissance et le taux de survie implantation-naissance, en fonction du statut de la mère (ULO = ovariectomisée unilatéralement, une corne gestante ; ENT = entière, deux cornes gestantes).

cativement le nombre total d'ovules et d'implants ; en revanche, le taux de survie fœtale (SF) est significativement diminué ainsi que, par voie de conséquence, la taille de portée à la naissance (NT et NV). De ce fait, le poids total de lapereaux nés vivants est significativement réduit, alors que leur poids moyen n'est pas significativement affecté.

Effet du nombre d'implants sur le taux de survie fœtale et la taille de portée (tableau II)

Lorsqu'on introduit dans le modèle d'analyse l'effet du nombre total d'implants, réparti en cinq classes, on n'observe plus d'effets significatifs de la lignée ni du numéro de portée. Le nombre de lapereaux nés totaux ou vivants augmente très significativement avec le nombre d'implants, bien que le taux de survie fœtale diminue (fig 1). L'effet défavorable de l'ovariectomie unilatérale sur la survie fœtale et la taille de portée demeure significatif. La différence entre femelles ENT et ULO tend à augmenter avec le nombre

d'implants (fig 1), mais elle reste limitée par rapport à l'effet du nombre d'implants et l'interaction n'est pas significative. Il faut signaler que le nombre de données de femelles ULO avec 12 à 15 embryons implantés est très faible (quatre), ce qui limite la validité de ce point.

Effet du nombre de lapereaux nés sur le poids de portée (tableau III)

Lorsqu'on introduit dans le modèle d'analyse l'effet du nombre de nés totaux, réparti en six classes, l'effet de la lignée est significatif sur le poids total, en faveur de la lignée B (+15 g), mais pas sur le poids moyen des lapereaux nés vivants. En première portée, le poids total (-51 g) et moyen (-7,8 g) des lapereaux est très significativement inférieur. Le poids total augmente significativement avec le nombre de nés totaux, tandis que le poids moyen diminue (fig 2). L'effet défavorable de l'ovariectomie unilatérale est significatif aussi bien sur le poids total (-20 g) que sur le poids moyen (-2,6 g) des lapereaux. La différence entre femelles ENT et

Tableau III. Effet de la taille de portée à la naissance et du statut de la lapine sur le poids des lapereaux à la naissance. Résultats de l'analyse de variance.

	<i>Poids des lapereaux nés vivants</i>	
	<i>Total (g) PTV</i>	<i>Moyen (g) PMV</i>
Nombre de portées	388	388
Moyenne	359	59,0
Écart type résiduel	71	8,5
Numéro de portée (P2-P1)	** (+52 ± 8)	** (+7,8 ± 0,9)
Lignée (H-B)	* (-15 ± 7)	ns (-1,2 ± 0,9)
Statut de la femelle (ULO-ENT)	* (-20 ± 8)	* (-2,6 ± 0,9)
Nombre de nés totaux	**	**
Nombre de nés totaux * statut	*	ns

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; ns : non significatif.

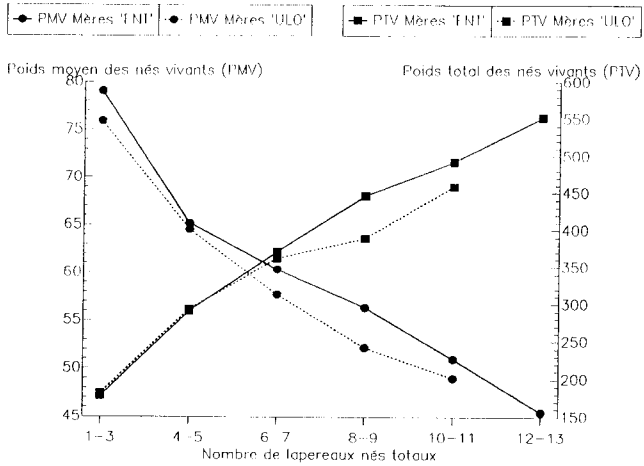


Fig 2. Effet du nombre de lapereaux nés totaux sur le poids total et moyen de portée à la naissance, en fonction du statut de la mère (ULO = ovariectomisée unilatéralement, une corne gestante ; ENT = entière, deux cornes gestantes).

Portées	1-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13
ENT	14	33	58	55	27	10
ULO	26	41	70	41	13	-

ULO tend à augmenter avec le nombre de nés totaux (fig 2), mais elle reste limitée par rapport à l'effet du nombre d'implants et l'interaction n'est significative que pour le poids total de lapereaux nés vivants.

Poids et croissance des lapereaux de la naissance au sevrage après standardisation des portées (tableaux IV et V)

Effet de la lignée

Nous avons vérifié préalablement que la lignée de la nourrice n'a pas d'effet significatif sur le poids et la croissance des lapereaux qui lui sont affectés. La lignée à laquelle appartient le lapereau n'a pas d'effet sur son poids à la naissance, mais le poids des lapereaux de la lignée B est significativement supérieur dès la première semaine et jusqu'au sevrage, en raison d'une vitesse de croissance supérieure (sauf en troisième semaine).

Effet du sexe

Les mâles sont significativement plus lourds que les femelles à la naissance (+ 4 g). Ils maintiennent leur supériorité au sevrage (+19,3 g), bien que leur vitesse de croissance ne soit significativement supérieure que pendant les deux premières semaines.

Effet du changement de portée

Les femelles laissées avec leur mère étaient significativement plus lourdes au moment du transfert (+ 2,4 g) et l'étaient encore un peu au sevrage (+ 6,3 g), mais il n'y avait aucune différence significative de vitesse de croissance entre les deux types de femelles.

Effet de l'ovariectomie unilatérale des mères

Cet effet est faible ou non significatif, sauf pour le poids à 1 jour. Il apparaît une inter-

Tableau IV. Influence du statut de la mère et du nombre de lapereaux nés chez la mère et la nourrice sur le poids des jeunes jusqu'au sevrage : résultats de l'analyse de variance.

	<i>Poids individuel des lapereaux</i>				
	<i>à 1 jour</i>	<i>à 1 semaine</i>	<i>à 2 semaines</i>	<i>à 3 semaines</i>	<i>à 4 semaines (sevrage)</i>
Effectif	680	658	648	604	604
Moyenne	60.4	137.0	260.3	411.2	615.3
Écart type résiduel	10.9	21.8	39.7	55.5	80.6
Effets et différences entre niveaux					
Semaine d'insémination	**	**	**	**	**
Sexe :	**	**	**	**	*
Mâles-femelles	+4.0 ± 1.0	+7.3 ± 2.1	+12.1 ± 3.7	+15.5 ± 5.3	+19.3 ± 7.8
Transfert (femelles) :	*	*	*	ns	ns
transférées-non transférées	-2.4 ± 0.9	-3.9 ± 2.0	-7.0 ± 3.6	-8.6 ± 5.3	-6.3 ± 7.5
Lignée :	ns	**	**	**	**
H-B	-0.3 ± 0.9	-5.0 ± 1.8	-12.6 ± 3.3	-12.8 ± 4.8	-19.5 ± 7.0
Statut de la mère	+	*	ns	+	ns
Nés totaux chez la mère : (NTGEN)	**	**	**	**	**
Interaction statut*NTGEN	+	*	+	ns	*
Nés totaux chez la nourrice (NTNOUR)	-	**	**	*	+
Covariable âge à la pesée	-	**	ns	ns	ns

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; + : $p < 0,10$; ns : non significatif.

action avec la taille de portée de la mère pour la plupart des pesées et pour la vitesse de croissance naissance-sevrage. Pour les portées de 6 à 11 nés, le poids et la croissance des lapereaux issus de mères ULO tendent à être inférieurs ; l'écart varie entre 2 et 8% par rapport aux performances des lapereaux issus de mère ENT, à même taille de portée, et diminue de la naissance au sevrage. En revanche, pour les portées de quatre ou cinq lapereaux, c'est la relation inverse entre mères ULO et ENT qui se manifeste (fig 3).

Effet de la taille de portée de la mère

Cet effet est très significatif quelle que soit la variable considérée. Entre 6 et 13 lapereaux par portée, les poids et les croissances diminuent de façon presque linéaire. L'écart atteint une chute de 18 à 20 % par rapport aux performances des lapereaux issus de portées de six ou sept, mais diminue de la naissance au sevrage, pour atteindre environ 10 % au sevrage (fig 4). Pour les portées de quatre ou cinq, il n'y a

Tableau V. Influence du statut de la mère et du nombre de lapereaux nés chez la mère et la nourrice sur la vitesse de croissance des jeunes jusqu'au sevrage : résultats de l'analyse de variance.

	<i>Vitesse de croissance des lapereaux (g/jour)</i>				
	<i>1^{re} semaine</i>	<i>2^e semaine</i>	<i>3^e semaine</i>	<i>4^e semaine</i>	<i>naissance-sevrage</i>
Effectif	656	648	603	601	602
Moyenne	13,9	17,6	18,8	30,2	20,3
Écart type résiduel	3,2	3,8	3,7	6,6	13,8
Effets et différences entre niveaux					
Semaine d'insémination	**	**	**	**	**
Sexe :					
Mâles-femelles	+	*	ns	ns	*
	+0,5 ± 0,3	+0,7 ± 0,4	+0,4 ± 0,3	+0,4 ± 0,6	+0,5 ± 0,3
Transfert (femelles)	ns	ns	ns	ns	ns
Lignée :					
H-B	*	**	ns	*	**
	-0,5 ± 0,3	-1,0 ± 0,3	0	-1,1 ± 0,6	-0,6 ± 0,2
Statut de la mère	+	ns	+	ns	ns
Nés totaux chez la mère	**	*	**	**	**
Interaction statut*nés totaux	ns	ns	ns	**	*
Nés totaux chez la nourrice	**	**	ns	ns	+

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; + : $p < 0,10$; ns : non significatif.

pas de différence nette avec les portées de six ou sept.

Effet de la taille de portée de la nourrice

Malgré la standardisation des portées à six lapereaux à 1 jour, la taille de portée à la naissance chez la nourrice a un effet significatif sur la vitesse de croissance pendant les deux premières semaines, et par conséquent sur les poids. La vitesse de croissance augmente avec la taille de portée, le gain pouvant atteindre 15 à 19% pour la croissance et 12 à 15% pour les poids. En revanche, il n'y a plus aucun effet sur la croissance à partir de la deuxième semaine, si bien que l'effet sur le poids au sevrage ou sur la vitesse de croissance nais-

sance-sevrage n'est que faiblement significatif ($p < 0,10$) (fig 5).

Poids et croissance des femelles du sevrage à 11 semaines (tableau VI)

On observe un effet significatif de la lignée sur la vitesse de croissance et sur le poids à 11 semaines, en faveur de la lignée B. En revanche, on n'observe aucun effet significatif du statut de la mère, du nombre de nés totaux chez la mère (fig 4) ou chez la nourrice sur la vitesse de croissance. En revanche, en raison des effets observés avant le sevrage, il y a toujours une relation négative, faible mais significative, entre la taille de portée dont est issu le lapereau et son poids à 11 semaines.

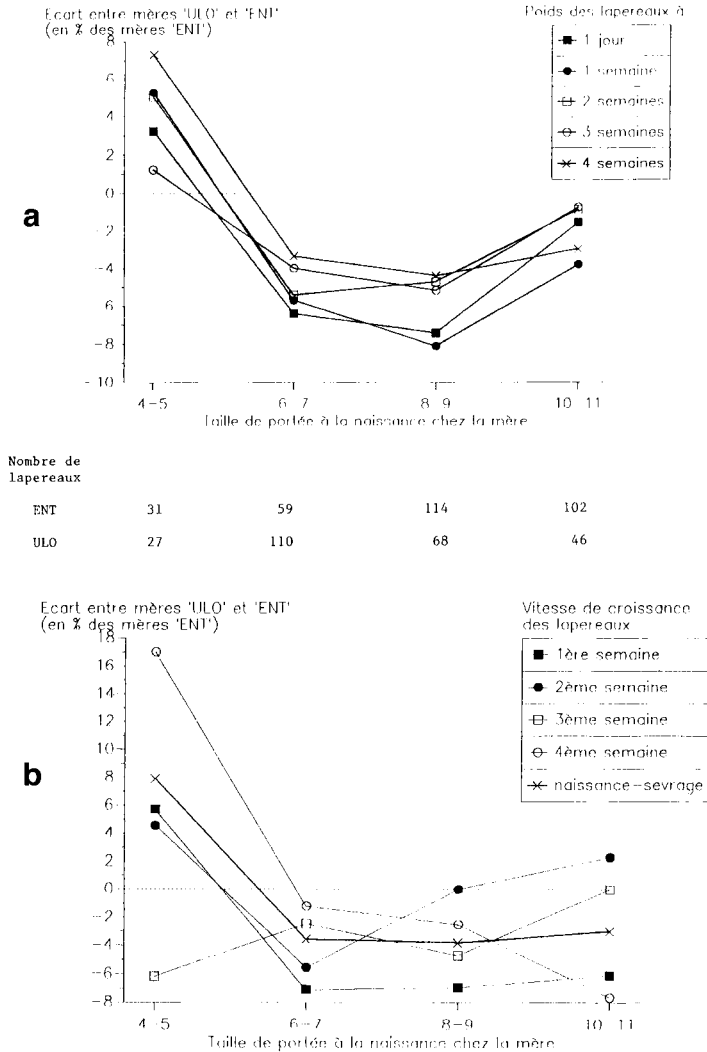


Fig 3. Différence entre lapereaux issus de mère ULO (une corne gestante) et ceux issus de mère ENT (deux cornes gestantes), en pourcentage de ces derniers, en fonction de la taille de portée à la naissance chez la mère. **a.** Poids individuel de 1 jour à 4 semaines. **b.** Gain moyen quotidien de la naissance au sevrage.

DISCUSSION

Différences entre lignées

Nous ne commenterons pas ici en détail les différences de poids des lapereaux, en faveur de ceux de la lignée B, liées à une vitesse de croissance plus faible de la lignée

H, y compris après le sevrage. Le poids adulte de cette lignée semble significativement plus faible (résultats non publiés). Dans cette génération, le taux d'ovulation de la lignée H est significativement plus faible que celui de la lignée B ; cette différence s'est accrue ultérieurement (Santacreu et al, 1994). La liaison génétique entre taux d'ovulation et poids demande à être précisée.

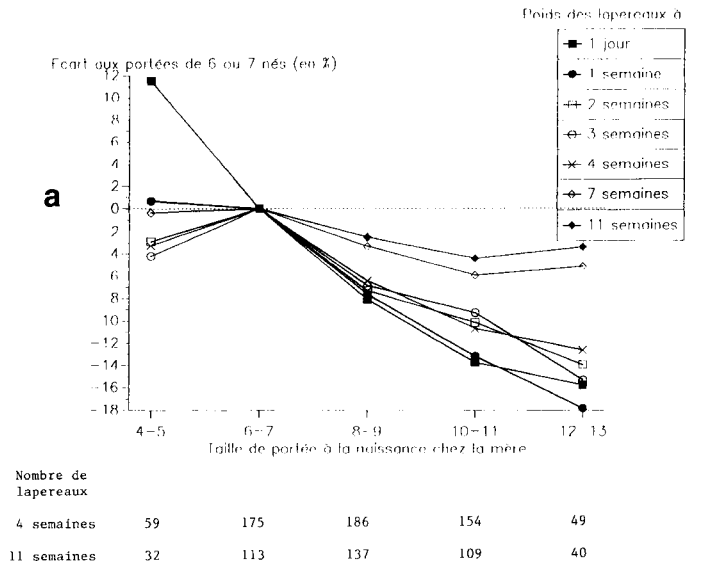
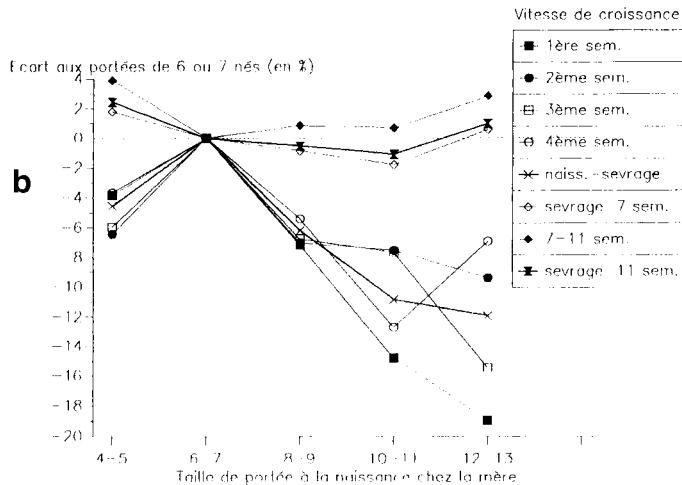


Fig 4. Écart, par rapport aux lapereaux issus de portées de six ou sept, en pourcentage de ces derniers, en fonction de la taille de portée à la naissance chez la mère. **a.** Poids individuel de 1 jour à 4 semaines (mâles de femelles) et à 7 et 11 semaines (femelles). **b.** Gain moyen quotidien de la naissance au sevrage (mâles et femelles) et du sevrage à 11 semaines (femelles). (Le point 12-13 nés ne correspond qu'à des mères ENT.)



Effet du sexe

Le poids à la naissance des mâles est supérieur à celui des femelles, mais il n'y a pas de différence significative pour la vitesse de croissance à partir de la troisième semaine. Chez le lapin, l'effet du

sexe sur la croissance, en faveur des mâles, est en général faible, mais il peut être différent suivant les génotypes (Blasco et Gomez, 1993). Cet effet peut être un artefact : en effet, une partie des mâles seulement est pesée et gardée, si bien que les techniciens ont pu garder les plus gros à la naissance.

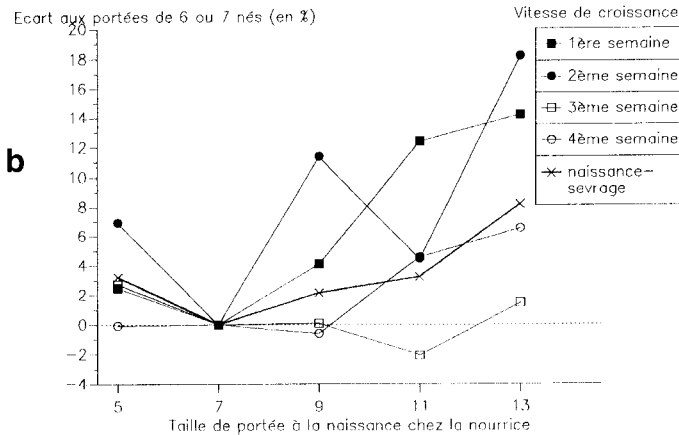
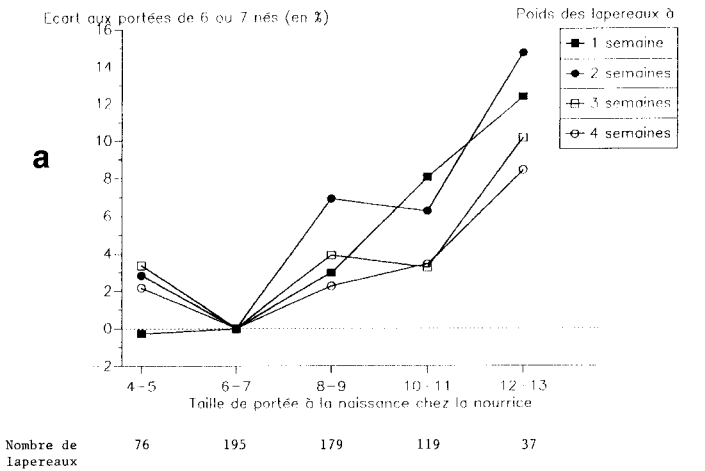


Fig 5. Écart, par rapport aux lapereaux élevés par des lapines ayant mis bas six ou sept nés totaux, en pourcentage de ces derniers, en fonction de la taille de portée à la naissance chez la nourrice. **a.** Poids individuel de 1 jour à 4 semaines. **b.** Gain moyen quotidien de la naissance au sevrage.

Effet du changement de portée

Il est intéressant de noter que les femelles changées de portée n'accusent aucun retard de croissance sur celles restées sous leur mère, bien que leur poids à la naissance soit en moyenne légèrement inférieur.

Effet du surpeuplement d'une corne utérine

Les femelles ENT retenues dans cette étude sont celles pour lesquelles l'endoscopie a

révélé que le peuplement des deux cornes n'était pas trop déséquilibré. L'ovariectomie unilatérale a pratiquement permis de doubler le nombre d'ovules pondus par l'ovaire restant et le nombre d'embryons implantés dans la corne gestante. Ce résultat, conforme à ceux obtenus chez le porc (Christenson et al, 1987) ou la souris (Clutter et al, 1990), justifie l'utilisation de cette technique pour étudier l'effet du doublement de la population d'une corne. À nombre total d'implants identique, il y a un effet défavorable sur le taux de survie des fœtus de l'implantation à la naissance, comme l'avaient

Tableau VI. Influence du statut de la mère et du nombre de lapereaux nés chez la mère et la nourrice sur le poids et la vitesse de croissance des jeunes femelles du sevrage à 11 semaines : résultats de l'analyse de variance.

	Poids individuel (g)		Vitesse de croissance (g/jour)		
	à 4 semaines	à 11 semaines	sevrage -7 semaines	7-11 semaines	sevrage -11 semaines
Effectif	436	431	436	431	431
Moyenne	1670	2272	42,0	28,6	36,0
Écart type résiduel	157	196	4,3	4,7	3,4
Effets et différences entre niveaux					
Semaine d'insémination	*	**	**	**	**
Transfert (femelles) :					
transférées–non transférées	* -32 ± 16	ns -7 ± 20	* -1,0 ± 0,4	* +1,1 ± 0,5	ns 0
Lignée :					
H-B	ns -15 ± 16	** -63 ± 20	ns +0,2 ± 0,4	** -2,3 ± 0,5	** -0,9 ± 0,4
Statut de la mère	ns	ns	ns	ns	ns
Nés totaux chez la mère	**	*	ns	ns	ns
Interaction statut*nés totaux	+	ns	ns	ns	ns
Nés totaux chez la nourrice	ns	ns	ns	ns	ns

** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,10$; ns : non significatif.

déjà observé Garcia-Ximenez et Vicente (1993) dans des conditions expérimentales similaires. Bien que l'interaction entre nombre d'implants et statut de la femelle ne soit pas significative, la figure 1 montre que la différence entre femelles ENT et ULO tend à s'accroître avec le nombre d'implants. À partir de 11 implants, la taille de portée arrive à un plateau chez les femelles ULO, puisqu'il n'y a pas de portées supérieures à 11 nés totaux, alors qu'elle continue à augmenter chez les femelles ENT ; la limite physiologique de peuplement d'une corne utérine semble donc très élevée. Cependant, le faible nombre de femelles ULO dans ce cas ne nous permet pas de conclure. À nombre de nés totaux identique, les lapereaux nés de mère ULO sont significativement plus légers. Garcia-Ximenez et Vicente (1993) n'observaient pas un tel effet quand

ils faisaient un ajustement quadratique pour la taille de portée. En revanche, notre résultat est en accord avec celui de Lebas (1982) et des résultats obtenus chez le porc (Wu et al, 1987), mettant en évidence l'effet de l'espace utérin disponible pour le fœtus sur son poids. Il faut toutefois noter que, pour un espace moyen variant en principe du simple au double (bien que nous n'ayons pas mesuré la longueur des cornes utérines chez les deux types de femelles), le poids des lapereaux n'est réduit que de 2 à 8 % (fig 3a), ce qui est nettement inférieur à l'effet du nombre total de nés sur le poids à 1 jour, qui atteint 18 % quand la taille de portée passe de 6-7 à 12-13 (fig 3b).

Le suivi des lapereaux jusqu'au sevrage, et jusqu'à 11 semaines pour les femelles, nous permet de mettre en évidence que cet effet de l'espace utérin disponible est faible,

et le plus souvent non significatif, sur la croissance des lapereaux ; il ne dépasse pas 4 % pour le poids à 4 semaines. Bien que cet effet de l'espace utérin soit faible, on peut se demander si c'est une conséquence de l'effet sur le poids à la naissance ou une séquelle du surpeuplement utérin, indépendamment du poids. La corrélation résiduelle entre le poids à la naissance et la croissance de la naissance au sevrage est très proche dans les deux cas (0,37 chez les lapereaux de mère ENT et 0,40 chez ceux de mère ULO). Lorsqu'on reprend l'analyse de la vitesse de croissance présentée au tableau V en introduisant une covariable (linéaire et quadratique) poids à la naissance, il n'y a aucune différence significative de pente entre les deux types de femelles et l'effet du statut n'est plus significatif. On peut donc penser que le faible effet du surpeuplement utérin sur la vitesse de croissance n'est qu'une conséquence de son effet sur le poids à la naissance.

Il est curieux de noter que, pour les portées de quatre ou cinq nés totaux, l'écart entre mères ENT et ULO est inversé, en faveur de ces dernières, de l'ordre de +8% pour le poids à 4 semaines ou la croissance naissance-sevrage. Ceci peut être dû à un effet défavorable d'un peuplement trop faible d'une corne utérine (deux ou trois fœtus au maximum chez les mères ENT) sur la croissance des fœtus. On peut aussi penser que le fait de ne produire que quatre ou cinq lapereaux alors qu'elles ont leurs deux cornes gestantes dénote l'existence de problèmes chez les lapines se traduisant par une mauvaise croissance des lapereaux. C'est pourquoi, dans les figures 3 à 5, les écarts sont exprimés par rapport aux portées de six ou sept et non de quatre ou cinq lapereaux.

Par ailleurs, il faut préciser que nous n'avons observé aucune différence entre femelles ENT et ULO pour la variabilité du poids des lapereaux à la naissance ou en cours de croissance.

Effet de la taille de portée à la naissance

Il est beaucoup plus marqué que celui de l'espace utérin. Il est très significatif sur toutes les variables de poids et de croissance jusqu'au sevrage, la diminution entre 6 et 13 lapereaux étant pratiquement linéaire (fig 3). Les lapereaux ne compensent donc pas leurs différences de poids à la naissance. Brun et Ouhayoun (1994) ont toutefois montré que cette absence de croissance compensatrice pouvait varier suivant les souches. Cette influence de la prolificité sur le poids au sevrage avait déjà été mise en évidence par d'autres auteurs (Estany et al, 1992 ; Brun et Ouhayoun, 1994), mais en l'absence de standardisation des portées à la naissance. Notre dispositif expérimental permet de conclure que, même à taille de portée allaitée identique, le nombre de lapereaux nés a un effet sur leur poids individuel jusqu'au sevrage, et même jusqu'à 11 semaines pour les femelles conservées. L'écart de poids entre lapereaux issus de portées de 6 à 13 varie de 18 à 12 % de la naissance au sevrage. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles observées par Brun et Ouhayoun (1994), mais plus faibles que celles d'Estany et al (1992). Notre dispositif expérimental ne permet pas de dire si, en l'absence de standardisation des portées, cette différence aurait été amplifiée.

Effet de la taille de portée à la naissance chez la nourrice

Il est significativement positif sur la croissance pendant les deux premières semaines. Cet effet est certainement dû à un déclenchement de la production lactée lié au nombre de fœtus en fin de gestation. Il est donc antagoniste de l'effet défavorable du nombre de nés sur le poids à la naissance et sur la croissance ultérieure. Cepen-

dant, ne se manifestant dans nos conditions de standardisation des portées que pendant les deux premières semaines, il ne permet pas de le compenser. Une relation positive entre taille de portée à la naissance et production laitière avait déjà été mise en évidence chez le lapin (Khalil, 1994), mais sans standardisation des portées ; nos résultats permettent de montrer que cet effet est dû, au moins en partie, au nombre de fœtus en fin de gestation et pas uniquement au stimulus de la tétée.

Entre le sevrage et 11 semaines

Aucun effet significatif de la taille de portée ou du statut des mères n'apparaît sur la croissance des femelles conservées. Les effets observés sur le poids à 11 semaines sont donc la conséquence de l'effet de la taille de portée de la mère sur le poids à la naissance et la croissance naissance-sevrage.

CONCLUSION

Cette expérience met en évidence l'existence d'effets maternels liés à la gestation sur le poids et la croissance des lapereaux. Ils semblent complexes :

- L'espace utérin disponible a un effet significatif sur le taux de survie des fœtus, mais ce n'est qu'en situation extrême qu'il devient le facteur limitant de l'accroissement de la taille de portée. Il n'a qu'un effet défavorable limité sur le poids des lapereaux à la naissance et sur la croissance jusqu'au sevrage.
- L'effet du nombre total de fœtus et de lapereaux nés est net ; s'il a un effet positif sur l'induction de la production lactée, il a en revanche, et surtout, un effet négatif sur la croissance des fœtus et, ultérieurement, des lapereaux de la naissance au sevrage,

à taille de portée allaitée identique. Cet effet est beaucoup plus marqué que celui du nombre de cornes gestantes, à nombre de fœtus identique ; on peut donc conclure que l'effet maternel défavorable sur le poids n'est pas lié à l'espace utérin disponible, mais au nombre total de fœtus. Il est donc permis de penser que cet effet est lié à un apport nutritionnel insuffisant dû au nombre de fœtus que la lapine doit « nourrir » pendant la gestation. Cette hypothèse est cohérente avec les résultats de Fortun et al (1994) qui, dans un autre contexte, montrent l'effet d'un déficit nutritionnel maternel sur la croissance des fœtus. Il semble donc que, chez les lapines à forte prolificité, l'espace utérin ne soit pas un facteur limitant principal, mais qu'une couverture insuffisante des besoins de gestation limite la croissance individuelle des fœtus.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'équipe de l'élevage expérimental d'Auzeville (Selap) pour la qualité et l'importance du travail réalisé à l'occasion de cette expérience et J Ruiz pour sa participation aux ovariectomies et endoscopies.

RÉFÉRENCES

- Blasco A, Gomez E (1993) A note on growth curves of rabbit lines selected on growth rate or litter size. *Anim Prod* 57, 332-334
- Bolet G, Santacreu MA, Argente MJ, Climent A, Blasco A (1994) Divergent selection for uterine efficiency in unilaterally ovariectomized rabbits. I. Phenotypic and genetic parameters. *5^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales*, Guelph, Canada, 7-12 août 1994, 19, 261-264
- Brun JM, Ouhayoun J (1994) Qualités bouchères de lapereaux issus d'un croisement diallèle de trois souches : interaction du type génétique et de la taille de portée d'origine. *Ann Zootech* 43, 173-183
- Christenson RK, Leymaster KA, Young LD (1987) Justification of unilateral hysterectomy ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. *J Anim Sci* 65, 738-744

- Clutter AC, Nielsen MK, Johnson RK (1990) Alternative methods of selection for litter size in mice. 1. Characterization of base population and development of methods. *J Anim Sci* 68, 3536-3542
- Estany J, Camacho J, Baselga M, Blasco A (1992) Selection response of growth rate in rabbits for meat production. *Genet Sel Evol* 24, 527-537
- Fleming MW, Rhodes RC, Dailey RA (1984) Compensatory responses after unilateral ovariectomy in rabbits. *Biol Reprod* 30, 82-86
- Fortun L, Prunier A, Étienne M, Lebas F (1994) Influence of the nutritional deficit on fetal survival and growth and plasma metabolites in rabbit does. *Reprod Nutr Dev* 34, 201-211
- Garcia-Ximenez F, Vicente JS (1993) Limiting effects of uterine crowding on the number and weight of live pups at birth in hemiovariectomized and normal rabbit does. *Reprod Nutr Dev* 33, 69-73
- Harvey WR, Casady RB, Suitoer AE, Mize KE (1961) Prenatal and postnatal effects in rabbits. *J Anim Sci* 20, 907
- Khalil MH (1993) Lactational performance of Giza White rabbits and its relation with pre-weaning litter traits. *Anim Prod* 59, 141-145
- Lebas F (1982) Influence de la position in utero sur le développement corporel des lapereaux. 3^{es} Journées de la recherche cunicole en France, Paris, 8-9 décembre 1982, com 17
- Mariana JC, Dervin C (1992) Influence de l'ovariectomie unilatérale sur la croissance folliculaire chez la lapine. *Eur Arch Biol* 103, 5-14
- Masoero G (1982) Breeding and crossbreeding to improve growth rate, feed efficiency and carcass characteristics in rabbit meat production. 2^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales, Madrid, 4-8 octobre 1982, 6, 499-512
- de Rochambeau H (1988) Genetics of the rabbit for wool and meat production, 4^e Congrès de la WRSA, Budapest, 10-14 octobre 1988
- de Rochambeau H, Bolet G, Tudela F (1994) Long term selection. Comparison of two rabbit strains. 5^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales, Guelph, Canada, 7-12 août 1994, 19, 257-260
- Santacreu MA, Argente MJ, Climent A, Blasco A, Bolet G (1994) Divergent selection for uterine efficiency in unilaterally ovariectomized rabbits. Response to selection. 5^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales, Guelph, Canada, 7-12 août 1994, 19, 265-267
- Santacreu MA, Viudes MP, Blasco A (1990) Évaluation par coelioscopie des corps jaunes et des embryons. Influence sur la taille de portée chez la lapine. *Reprod Nutr Dev* 30, 583-588
- Wu MC, Hentzel MD, Dziuk PJ (1987) Relationships between uterine length and number of fetuses and prenatal mortality in pigs. *J Anim Sci* 65, 762-770