

# Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus

M. THEAU-CLÉMENT

INRA, UR631 Amélioration Génétique des Animaux, F-31326 Castanet-Tolosan, France

Courriel : Michele.Theau-Clement@toulouse.inra.fr

L'Insémination Artificielle (IA) de la lapine a fait son apparition dans les élevages français à la fin des années 80. Ce mode de reproduction a permis la mise en place d'un nouveau système de production : «la conduite en bande» et une meilleure organisation des élevages. Généralement, les éleveurs achètent la semence (mélanges hétérospériques) dans l'un des 20 centres de production et réalisent eux-mêmes les inséminations. Plus de 80% des élevages rationnels français sont conduits en bande unique, la plupart d'entre eux avec un intervalle de 42 j entre deux inséminations (Azard 2006).

La recherche de facteurs de réussite de l'insémination artificielle a fait l'objet de nombreux travaux au niveau européen ces dernières années. Si les lapines peuvent être inséminées dès la mise bas, leurs performances de reproduction varient considérablement en fonction de la parité (rang de portée), de leur stade physiologique (allaitantes ou non, stade de lactation) et de leur réceptivité sexuelle au moment de l'insémination. Aujourd'hui les résultats de fertilité sont de bon niveau (77% en moyenne), cependant les éleveurs utilisent diverses méthodes pour induire la réceptivité des lapines au moment de l'insémination. Certains utilisent des méthodes hormonales combinées ou non à l'utilisation de techniques pas toujours éprouvées, telles qu'un *flushing* alimentaire, une séparation momentanée entre la mère et sa portée, un apport vitaminique dans l'eau de boisson ou dans la ration alimentaire, des programmes lumineux, etc.

L'objectif de cette synthèse bibliographique est de faire le point sur les connaissances des facteurs de réussite de l'insémination et les méthodes susceptibles d'induire la réceptivité des lapines au moment de l'insémination afin d'améliorer leur fécondité (combinant fertilité et prolificité).

## 1 / Facteurs de réussite de l'insémination artificielle liés à la femelle

Une lapine est fertile si elle est apte à ovuler, à être fécondée et si elle est capable de conduire une gestation jusqu'à son terme. Une endoscopie réalisée suite à une palpation abdominale négative, permet par l'observation directe des ovaires de savoir, si le défaut de gestation constaté est lié à l'absence d'ovulation ou à un défaut de gestation indépendant de l'ovulation. Les composantes de la fertilité étudiées dans cette analyse sont donc la *fréquence d'ovulation* et les *défauts de gestation indépendants de l'ovulation* (défauts de fécondation et/ou mortalité embryonnaire totale). Les composantes de la prolificité sont l'*intensité d'ovulation* (nombre de corps jaunes par lapine ayant ovulé), le *taux de fécondation* (œufs fécondés/nombre de corps jaunes x 100) et la *survie embryonnaire* au moment de l'observation (embryons ou fœtus vivants/nombre de corps jaunes x 100).

### 1.1 / La parité

Les nullipares se caractérisent par une fertilité supérieure à 85% mais par une prolificité plus modeste (8,8 nés vivants) que pour les lapines de parités suivantes (au moins 10,5 lapereaux vivants pour le même génotype, Perrier *et al* 1998). Les primipares inséminées pendant leur première lactation ont une fertilité généralement inférieure à 70% mais une taille de portée supérieure à celle des lapines nullipares (Chmitelin *et al* 1990). Parigi Bini et Xiccato (1993) ont mis en évidence des pertes énergétiques très marquées (28% : différence entre les apports alimentaires et les besoins d'entretien et de la lactation) pendant la première lactation, en réponse aux besoins élevés pour la lactation, la gestation et la croissance encore inachevée. Les lapines multipares ont

des niveaux élevés de fertilité et de taille de portée (78,6% et 11,2 nés vivants, Perrier *et al* 2000).

### 1.2 / L'état d'allaitement au moment de l'insémination

La lapine, espèce polytoque, la vache et la jument, espèces monotoques, sont les seuls animaux d'intérêt zootechnique à qui l'homme demande de gérer simultanément une lactation et une gestation. Ainsi, à l'effet de la parité peut donc s'ajouter l'effet de l'allaitement au moment de l'insémination.

**Fertilité.** Les écarts de fertilité en fonction de l'état d'allaitement sont systématiques : de 10 à 20% en faveur des lapines non allaitantes (Rebollar *et al* 1992a, Rodriguez de Lara et Fallas 1999). Ils sont liés d'une part, à l'effet dépressif de la lactation sur la capacité à ovuler (malgré l'injection de facteurs hypothalamiques associée à l'insémination) et d'autre part, à l'augmentation du pourcentage de défauts de fécondation et/ou de mortalité embryonnaire totale. Par ailleurs, chez les lapines allaitantes, la fertilité varie en fonction du stade de lactation (Theau-Clément *et al* 2000) qui dépend directement du rythme de reproduction choisi par l'éleveur. Ainsi, la fertilité mesurée 24 h après l'insémination (pourcentage de lapines ayant au moins un œuf segmenté) est élevée le lendemain de la mise bas, elle chute à 4 j post-partum (70,4%) pour croître à nouveau jusqu'après le sevrage (96,4%). Cet effet dépressif du stade de lactation sur la fertilité est la conséquence d'une diminution de l'aptitude à l'ovulation et d'une augmentation des défauts de fécondation et/ou d'une mortalité embryonnaire totale.

**Prolificité.** Les résultats de prolificité sont généralement peu différents entre des lapines non-allaitantes et des lapines allaitantes au stade 11 j post-

partum au moment de l'IA (Szendrő et Biro-Nemeth 1991, Rodriguez de Lara et Fallas 1999). Par contre, ils sont supérieurs à ceux des lapines inséminées au stade 4 j (4,5 nés vivants, Theau-Clément communication personnelle). En effet, l'intensité d'ovulation croît quand l'intervalle entre la mise bas et la mise à la reproduction augmente. Dans des conditions expérimentales identiques, 24 h après l'IA, Theau-Clément *et al* (2000) observent 9,7 ; 10,1 ; 14,4 ; 14,7 et 14,8 corps jaunes quand les lapines ont été inséminées respectivement 1, 4, 12, 19 j post-partum et 2 j après sevrage. Le taux de fécondation est élevé dans les 24 h suivant la mise bas (73,4%), mais chute au stade 4 j post-partum (66,9%) pour augmenter régulièrement jusqu'après le sevrage (90,7%). De plus chez les allaitantes au stade 11 j post-partum, Theau-Clément *et al* (1990a) ont observé dans la semaine suivant l'implantation, une mortalité embryonnaire supérieure à celle des non-allaitantes (respectivement, 14,5 vs 4,8%).

*En résumé, la lactation déprime la fertilité, en particulier le pourcentage de lapines ovulant (malgré l'injection de GnRH : Gonatropin Releasing Hormone) et la fréquence des défauts de gestation non liés à l'ovulation. Le stade 4 j post-partum, est particulièrement défavorable pour l'induction de l'ovulation, l'établissement de la gestation et son maintien dans les stades précoces. L'effet dépressif de la lactation sur la prolificité est aussi étroitement lié au stade de lactation. L'intensité d'ovulation croît quand l'intervalle entre la mise bas et l'insémination augmente, alors que le taux de fécondation fluctue. Cependant, comme le suggéraient déjà Foxcroft et Hasnain en 1973, le moment de la saillie après la mise bas, a un effet plus important sur les performances de reproduction, que l'état d'allaitement proprement dit. Ainsi, les performances de reproduction dépendent aussi du rythme de reproduction choisi par l'éleveur.*

### 1.3 / La réceptivité sexuelle au moment de l'insémination

L'IA est une technique qui conduit à induire une gestation chez certaines femelles qui, en saillie naturelle, auraient refusé l'accouplement. Ainsi, à l'effet parité et à l'effet de l'allaitement, s'ajoute l'effet de la réceptivité sexuelle. Mesurée au moment de l'insémination, par un test en présence d'un mâle ou par l'observation de la couleur et de la turgescence de la vulve, elle

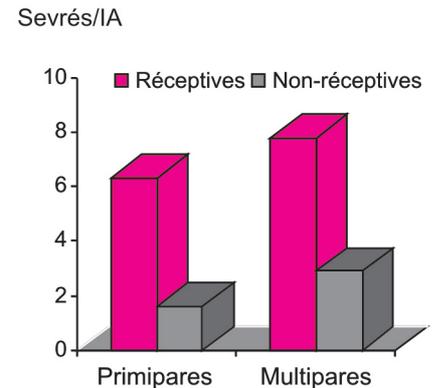
reflète l'état d'oestrus ou de dioestrus des lapines. Ce comportement sexuel affecté par la lactation (Beyer et Rivaud 1969), notamment chez des lapines qui allaitent de grosses portées (> 8 lapereaux, Diaz *et al* 1988), est de plus, fortement déprimé 4 j après la mise bas (Theau-Clément *et al* 1990b).

**Fertilité.** En IA, la fertilité est fortement liée à la réceptivité sexuelle des lapines (Theau et Roustan 1980, Battaglini *et al* 1986). En effet, la fertilité (> 75%) des lapines réceptives est supérieure à celle des non-réceptives (de + 25 à + 55%, Theau-Clément et Poujardieu 1994, Rodriguez de Lara et Fallas 1999). En effet, les lapines non-réceptives présentent des défauts d'ovulation (Rodriguez et Ubilla 1988 : - 16% ; Theau-Clément et Poujardieu 1994 : - 28%) associés à des défauts de fécondation ou de mortalité embryonnaire totale (- 15%, Theau-Clément *et al* 1990a).

**Prolificité.** Quel que soit le rythme de reproduction, les lapines réceptives ont une prolificité plus élevée que les lapines non-réceptives (Rodriguez de Lara et Fallas 1999 : + 1 lapereau, Theau-Clément 2001 : + 2 lapereaux). Les lapines réceptives ont une intensité d'ovulation plus élevée (respectivement, 11,0 vs 8,7 corps jaunes, Theau-Clément et Poujardieu 1994), sont plus fréquemment fécondées (84,1 vs 44,1%, Theau-Clément 2001) et ont une meilleure survie embryonnaire (au 14<sup>ème</sup> jour de gestation : + 2,5 fœtus, Theau-Clément et Poujardieu 1994).

*La réceptivité sexuelle des lapines au moment de l'insémination, variable en fonction du stade de lactation, est systématiquement associée à une meilleure fertilité. Pourvues d'un plus grand nombre de follicules préovulatoires sur l'ovaire (Kermabon *et al* 1994) et d'une concentration plus élevée d'oestrogènes plasmatiques (Rebollar *et al* 1992b), les lapines réceptives ovulent plus fréquemment et ont significativement moins de défauts de gestation indépendants de l'ovulation. La réceptivité sexuelle des lapines au moment de l'insémination est associée à une prolificité plus élevée à la naissance. Ce résultat est la conséquence, d'une intensité d'ovulation, d'un taux de fécondation et d'une survie embryonnaire plus élevés chez les lapines réceptives. En conséquence, la productivité (nombre de lapereaux produits par IA réalisée) des femelles réceptives est trois à quatre fois plus élevée que celle des femelles non-réceptives (figure 1).*

**Figure 1.** Influence de la réceptivité des lapines allaitantes (11 j post-partum) au moment de l'IA sur leur productivité au sevrage.



### 1.4 / L'état physiologique

Si on définit «l'état physiologique» des lapines au moment de l'IA en combinant l'état de lactation et la réceptivité sexuelle, ces lapines peuvent être allaitantes/réceptives, allaitantes/non-réceptives, non-allaitantes/réceptives et non-allaitantes/non-réceptives.

**Fertilité.** Les lapines simultanément allaitantes et non-réceptives présentent une fertilité très déprimée (< 50%) par rapport aux trois autres groupes de lapines (> 70% : Castellini et Lattaioli 1999, Theau-Clément *et al* 2003). Cependant, l'effet de l'état physiologique varie fortement en fonction du stade de lactation, en particulier au stade 4 j de lactation, les lapines allaitantes/non-réceptives sont peu fertiles (30%, Theau-Clément *et al* 1990b).

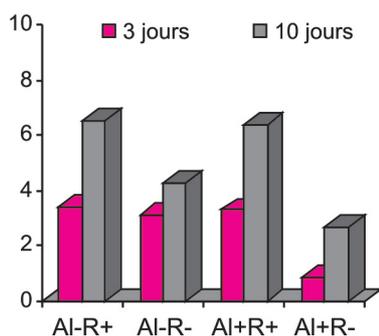
**Prolificité.** D'une manière générale, les lapines allaitantes/non-réceptives s'opposent quasi systématiquement aux trois autres groupes de femelles et ont significativement moins de lapereaux à la naissance (respectivement 9,1 vs 12,1 nés vivants, Theau-Clément *et al* 2003). De plus, comme pour la fertilité, l'effet de l'état physiologique varie en fonction du stade de lactation des lapines.

*Ces résultats permettent de mieux préciser les facteurs et leurs interactions pouvant déterminer la réussite de l'insémination artificielle, ainsi que la complexité des mécanismes mis en jeu. Les performances de reproduction des lapines simultanément allaitantes/non-réceptives sont fortement déprimées. En effet, ces lapines sont moins fertiles, conséquence du cumul de défauts d'ovulation (malgré l'injection de GnRH), de défauts de fécondation ou de mortalité embryonnaire précoce, et*

ont des tailles de portée à la naissance plus faibles. Ces observations suggèrent en particulier chez les lapines non-réceptives, l'existence d'un antagonisme partiel entre la lactation et la fonction de reproduction, reflet pour partie d'un antagonisme hormonal entre la prolactine et la sécrétion des gonadotropines (Theau-Clément et Roustan 1992, Fortun-Lamothe et Bolet 1995, Boiti 2004). Cependant, la dégradation des résultats varie avec le stade de lactation ; par rapport aux rythmes étudiés, c'est à 4 j de lactation que les lapines sont le moins réceptives et que les allaitantes/non-réceptives ont les performances de reproduction les plus faibles. En terme de productivité, par rapport aux autres états physiologiques, les lapines simultanément allaitantes et non-réceptives ont une productivité au sevrage plus faible (4 j post-partum : 0,9 lapereau sevré/IA ; 11 j post-partum : 2,7 sevrés/IA, figure 2). Le problème est d'importance car dans les systèmes de production intensifs, les lapines sont mises à la reproduction en début de lactation. Il faut rappeler que cet effet est peu visible en saillie naturelle, car cet antagonisme est masqué par le refus d'accouplement des lapines non-réceptives.

**Figure 2.** Influence de l'état physiologique des lapines au moment de l'IA sur leur productivité au sevrage en fonction du stade de lactation selon Theau-Clément et al (1990b) et Theau-Clément et Lebas (1994).

Sevrés/IA



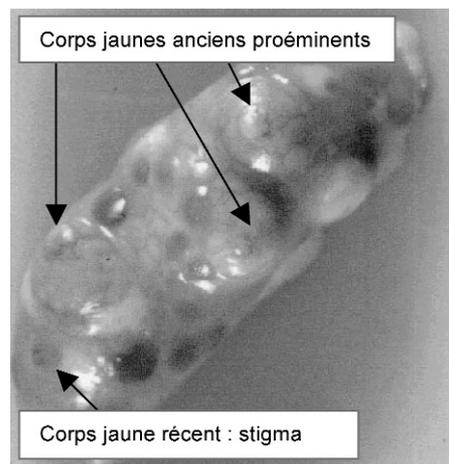
AI-R+ : non-allaitantes/réceptives, AI-R- : non-allaitantes/non-réceptives, AI+R+ : allaitantes/réceptives, AI+R- : allaitantes/non-réceptives.

## 1.5 / La pseudogestation

L'ovulation est l'aboutissement d'un réflexe neuroendocrinien, induit chez la lapine par l'accouplement. En IA, elle est induite par l'administration de GnRH. Ainsi des corps jaunes fonction-

nels (sécrétant de la progestérone) ne devraient pas être présents sur des ovaires de lapines qui n'ont pas été mises à la reproduction ou dans la période post-partum. Cependant, Boiti *et al* (1996) ont montré que près de 20% des lapines ont au moment de l'insémination, des concentrations plasmatiques élevées de progestérone associées à une faible réceptivité sexuelle et une faible fertilité. Cette observation a été confirmée par Theau-Clément *et al* (2000). En effet, sur les 170 lapines observées 24 h après l'insémination, 35 d'entre elles présentaient 2 générations de corps jaunes (de 11 à 33) : une première génération de corps jaunes récents (correspondant à l'injection de GnRH, photo 1) et une seconde génération de corps jaunes plus anciens et proéminents. Ces lapi-

**Photo 1.** Ovaire de lapines ayant 2 générations de corps jaunes 24 h après l'IA.



L'absence de ces causes susceptibles de provoquer des ovulations conduit à faire des hypothèses.

Boiti *et al* (1999) ont démontré que les infections utérines augmentent la durée de vie des corps jaunes et pourraient expliquer les niveaux élevés de progestérone à l'insémination. De plus, Boiti *et al* (2006) ont montré que la progestérone peut être aussi sécrétée par les glandes surrénales consécutivement à l'activation de l'axe adréno-cortico-tropic par ACTH (*Adreno CorticoTropic Hormone*) ou suite à la cascade d'événements après l'injection de lipopolysaccharides (constituants de la paroi de bactéries Gram-). Cependant, dans l'expérience de Theau-Clément *et al* (2000), aucune infection utérine n'a été mise en évidence chez les jeunes lapines abattues, la seule hypothèse « pathologique » ne peut donc être retenue.

La pseudogestation est donc susceptible de déprimer fortement les performances de reproduction. Cependant la cause de ces ovulations non expliquées par une injection de GnRH ou une saillie, est aujourd'hui inconnue. Des études complémentaires seront nécessaires d'une part, pour caractériser plus précisément les lapines pseudogestantes, le seuil de progestérone au-delà duquel elles sont dans l'incapacité de produire et d'expliquer d'autre part, la cause de ces ovulations.

## 1.6 / Autres facteurs

Afin d'exprimer pleinement leurs potentialités de reproduction, les lapines doivent être en bon état sanitaire. Dans le cas contraire, le pourcentage de lapines réceptives au moment de l'insémination diminue et en conséquence, leurs performances de reproduction.

Peu de travaux ont étudié l'importance des facteurs génétiques dans la réussite de l'insémination artificielle. Brun *et al* (1999) ont estimé l'évolution des performances de reproduction des lapines entre les générations F0 et F1, d'une souche synthétique obtenue à partir des souches INRA «A1601» et «A2066». Le taux de réceptivité augmente entre la F0 et la F1 (10%), dû à un effet d'hétérosis direct. L'étude et l'exploitation de la variabilité génétique de la réceptivité sexuelle des lapines au moment de l'IA, pourraient donc être une voie d'amélioration des résultats d'insémination.

## 2 / Méthodes d'induction de la réceptivité sexuelle des lapines

Les lapines étant généralement allaitantes au moment de l'insémination, un antagonisme partiel entre la lactation et la reproduction conduit les lapines allaitantes et non-réceptives à avoir des performances de reproduction très faibles. L'amélioration et l'homogénéisation des performances de reproduction dans les élevages sont donc conditionnées par le choix du rythme de reproduction (aujourd'hui stabilisé à 42 j ; stade de lactation au moment de l'IA : 11 j) et par l'utilisation de méthodes permettant d'induire et de synchroniser l'oestrus des lapines en particulier allaitantes. Il s'agit de traitements hormonaux ou de méthodes alternatives à l'utilisation d'hormones appelées «biostimulations».

### 2.1 / Méthodes hormonales

Les traitements hormonaux ont été très utilisés ces dernières années. Ils consistent à administrer différents types et doses d'hormones, 2-3 j avant l'insémination.

**Equine chorionic gonadotrophin (eCG, anciennement appelé PMSG).** Cette molécule est une glycoprotéine de poids moléculaire estimé entre 45 à 64 kD (Drion *et al* 1998). Elle est extraite du sérum de jument gravide. Son effet majeur FSH, est utilisé notamment chez les petits ruminants, pour lesquels les traitements hormonaux d'induction et de synchronisation de l'oestrus et de l'ovulation sont une condition préalable à une mise à la reproduction à contre-saison et à l'utilisation de l'IA. Cependant, des injections répétées de eCG sont généralement suivies d'une baisse de la fertilité, corrélée, chez les caprins comme chez les ovins, à l'apparition d'anticorps dans le plasma de certaines femelles traitées (Baril *et al* 1992). eCG est utilisée depuis une quinzaine d'années pour induire et synchroniser l'oestrus des lapines. Cependant, sa nature protéique et exogène associée à son poids moléculaire élevé a fait craindre un pouvoir immunogène important, réduisant chez cette espèce aussi, son efficacité en cas d'usage prolongé.

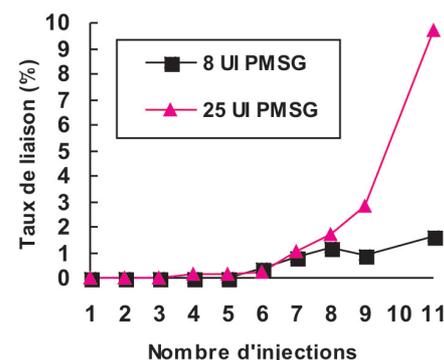
Sur des lapines allaitantes au stade 11 j post-partum, une injection de eCG permet d'améliorer le pourcentage de lapines réceptives au moment de l'insémination, quelle que soit la dose (de 10

à 40 UI). Cet effet positif est maintenu après plusieurs injections au cours de 7 (Boiti *et al* 1995), 9 (Theau-Clément et Lebas 1996) ou 11 cycles de reproduction (Theau-Clément *et al* 2008a).

Injectée 48 h avant l'insémination, eCG augmente généralement la fertilité des lapines. Cependant, l'efficacité du traitement dépend de l'état physiologique des lapines au moment de l'IA. Ainsi, elle n'améliore pas la fertilité des nullipares (Castellini *et al* 1991, Parez 1992, Alabiso *et al* 1994) mais elle augmente la fertilité des lapines primipares (Bourdillon *et al* 1992, Davoust 1994, Maertens 1998) et des allaitantes multipares (Davoust *et al* 1994, Mirabito *et al* 1994b, Theau-Clément et Lebas 1996, Theau-Clément *et al* 2008a). L'injection de eCG n'est pas justifiée sur des lapines non-allaitantes qui ont des potentialités de reproduction élevées. Quelques auteurs ont montré que ce traitement est susceptible d'augmenter les tailles de portée. Theau-Clément *et al* (1996, 2008a) ont démontré que l'amélioration de la prolificité des lapines traitées n'est en fait associée qu'à l'augmentation du pourcentage de lapines réceptives.

Chez le lapin, l'immunogénicité de eCG a été démontrée pour la première fois par Canali *et al* (1991) et confirmée par Boiti *et al* (1995) suite à l'injection, respectivement de 40 et 20 UI. Selon ces auteurs, la concentration d'anticorps anti-eCG dépend de l'intervalle entre injections ( $r = -0,51$ ) ; elle augmente après la 3<sup>ème</sup> injection alors que simultanément, la fertilité diminue. Theau-Clément *et al* (2008b) ont étudié l'évolution du taux d'anticorps consécutivement à l'administration de 8 ou 25 UI de eCG à 124 lapines primipares pendant 11 séries d'insémination (intervalle entre injections : 35 j). Des anticorps anti-eCG (mesurés par le taux de liaison, figure 3) n'ont pu être détectés qu'après la 6<sup>ème</sup> injection, cependant,

**Figure 3.** Ecart au témoin du taux de liaison en fonction du nombre d'injections de eCG.



l'intensité de la réaction immunitaire dépend de la dose administrée. A la fin de l'expérimentation, seulement 15 et 39% des lapines traitées respectivement avec 8 ou 25 UI, avaient développé une immunité contre eCG. De plus, la productivité des lapines allaitantes est indépendante de la réponse immunitaire (hyperimmunes : 6,9 sevrés/IA, hypoimmunes : 7,0 sevrés/IA).

**La prostaglandine PGF2 $\alpha$ .** L'effet lutéolytique des prostaglandines PGF2 $\alpha$  (naturelles ou synthétiques) a été utilisé afin d'induire la régression des corps jaunes de lapines pseudogestantes (McNitt 1992). Différents auteurs (Facchin *et al* 1992, Stradaoli *et al* 1993, Alvariano *et al* 1995, Alaphilippe et Bernard 1998, Mollo *et al* 2003) ont étudié l'efficacité de la PGF2 $\alpha$  administrée 2-3 j avant l'insémination, pour synchroniser l'oestrus des lapines. Les conclusions sont diverses mais l'amélioration des performances de reproduction est parfois observée. On peut donc penser que la PGF2 $\alpha$  agit sur les lapines pseudogestantes ; elle entraîne la régression des corps jaunes (levant l'inhibition de la progesterone notamment sur la sécrétion des oestrogènes) permettant ainsi un nouveau cycle de reproduction.

*Ainsi, en l'état actuel de nos connaissances, l'utilisation routinière de eCG (20-25 UI, 48 h avant l'insémination) des lapines allaitantes au stade 11 j post-partum, permet d'augmenter de façon durable le pourcentage de lapines réceptives au moment de l'insémination et en conséquence leur productivité (+ 47% de lapereaux sevrés/IA) sans risque immunitaire important. Seulement 8 UI de eCG suffisent pour stimuler efficacement les lapines au stade 4 j post-partum (Theau-Clément et al 2008a et b). Les prostaglandines PGF2 $\alpha$  auraient une action indirecte sur l'induction de la réceptivité des lapines pseudogestantes, alors que eCG a une action directe sur l'ovaire (augmentation de la croissance folliculaire). Ces deux hormones pourraient donc être complémentaires sur un troupeau comportant des lapines pseudogestantes.*

### 2.2 / Méthodes alternatives à l'utilisation d'hormones

L'évolution prévisible de la réglementation sur l'utilisation d'hormones exogènes engage à rechercher des méthodes alternatives pour améliorer la réceptivité sexuelle des lapines et en

conséquence leur productivité. Pour ces raisons, un travail important a été réalisé ces dernières années, en particulier par l'I.R.R.G. (*International Rabbit Reproduction Group*) pour proposer des méthodes alternatives à l'utilisation d'hormones appelées «Biostimulations» (Boiti 1998, Theau-Clément *et al* 1998). Ces méthodes appliquées immédiatement avant l'insémination, doivent être faciles d'application, peu onéreuses, compatibles avec le bien-être animal et bien adaptées à la conduite en bande. Jusqu'à présent, différentes techniques ont été testées telles que la manipulation des animaux, une séparation courte de la mère et de sa portée, des programmes alimentaires, des programmes lumineux et la proximité des mâles. En effet, des modifications environnementales telles que la durée d'éclairage quotidien, la température, l'alimentation, des stimulations auditives ou olfactives peuvent modifier la balance endocrinienne de la lapine et faire varier les performances de reproduction. En effet, l'environnement joue un rôle important dans la régulation de la fonction de reproduction par l'intermédiaire du système nerveux et de l'axe hypothalamo-hypophysaire.

**Manipulation des animaux.** L'efficacité de la manipulation d'animaux telle que le *changement de cage*

(Lefèvre et Moret 1978, Rebollar *et al* 1995, Luzi et Crimella 1998, Rodriguez de Lara *et al* 2000, 2003) ou le *regroupement des lapines avant l'insémination* (Mirabito *et al* 1994a, Duperray *et al* 1999) n'est pas clairement démontrée, les conclusions des divers travaux pouvant être opposées. De plus, ces méthodes sont difficiles d'application en élevage, dans la mesure où la gestion des animaux (et leur identification) ainsi que la maîtrise sanitaire, est rendue difficile par le changement fréquent de cages.

**Séparation ponctuelle de la mère et sa portée.** Chez la truie, une séparation quotidienne de 6 à 12 h entre 2 et 5 semaines post-partum, induit l'oestrus chez 65% des mères (*vs* 50% dans le lot témoin ; Stevenson et Davis 1984).

Le tableau 1 résume les performances de reproduction des lapines allaitantes momentanément (de 1 à 2 j) séparées de leur portée, obtenues dans différentes études. Chez la lapine, cette stimulation doit être effectuée juste avant l'IA (Castellini *et al* 1998) et l'insémination doit être réalisée immédiatement après le 1<sup>er</sup> allaitement qui suit la remise en présence de la mère et sa portée (Szendrő *et al* 1999). Une séparation mère-jeunes de 24 h (correspondant à la fréquence des visites quotidiennes de

la lapine sauvage dans son terrier) s'accompagne parfois d'une amélioration de la réceptivité sexuelle et de la fertilité des lapines allaitantes. Cependant, il faut 36 h de séparation, pour que le pourcentage de lapines réceptives et la fertilité soient généralement améliorés (écart de fertilité par rapport au témoin : de + 11 à + 24%). La séparation ponctuelle de la mère et sa portée n'influence généralement pas la taille de portée ; elle n'augmente ni la fréquence des mammites des mères, ni la mortalité des jeunes lapereaux (Maertens 1998, Bonanno *et al* 1999a et b, 2000, 2004). Même si la plupart des études montrent que la séparation s'accompagne de la diminution du poids au sevrage des jeunes lapereaux, la séparation de 36 à 48 h améliore généralement la productivité globale (par rapport au lot témoin : de + 14% à + 35%). Il faut cependant préciser que l'effet positif de cette stimulation est net quand l'allaitement est libre avant et après la stimulation, il l'est moins quand un allaitement contrôlé est appliqué avant et après la stimulation (Szendrő *et al* 1999, Bonanno *et al* 2000).

L'allaitement contrôlé, qui consiste à fermer les boîtes à nid et ne les ouvrir que quelques minutes tous les jours, est une pratique courante dans les élevages. Afin de limiter l'effet d'une sépara-

**Tableau 1.** Performances de reproduction des lapines allaitantes (11 j post-partum) momentanément séparées de leur portée (écart au témoin).

Durée de la séparation	Auteurs	Réceptivité (%)	Fertilité (%)	Nés vivants /portée	Poids individuel sevrage	Poids sevrés/IA (%)
<b>Allaitement libre avant et après séparation :</b>						
24 h	Pavois <i>et al</i> (1994)	+ 26%	+ 13%	NS	-	+ 16% (naiss.)
	Alvariño <i>et al</i> (1998)	-	NS	NS	- 36 g	-
	Theau-Clément et Mercier (1999)	+ 8%	+ 13%	NS	- 34 g	+ 19%
	Maertens <i>et al</i> (2000)	-	NS	-	NS	-
	Theau-Clément <i>et al</i> (2003)	NS	NS	NS	NS	NS
36 h	Pavois <i>et al</i> (1994)	+ 23%	+ 11%	NS	NS	+ 14%
	Alvariño <i>et al</i> (1998)	-	+ 11%	NS	-73 g	-
40 h	Maertens (1998)	+ 38%	+ 11%	+ 1.1	- 47 g	+ 9%
48 h	Virag <i>et al</i> (1999)	-	+ 20%	NS	- 27 g	+ 20%
	Alvariño <i>et al</i> (1998)	-	NS	NS	- 68 g	-
	Bonanno <i>et al</i> (2000)	+ 21%	+ 23%	NS	NS	+ 28% (70 j)
	Bonanno <i>et al</i> (2002)	NS	+ 24%	NS	- 38 g	+ 54 %
	Bonanno <i>et al</i> (2004)	NS	+ 17%	NS	- 48 g	+ 35%
Bonanno <i>et al</i> (2005)	+ 27%	+ 18%	NS	NS	+ 25%	

NS : Non Significatif (P > 0,05).

tion sur la croissance des jeunes, l'effet de 2 ou 3 j d'allaitement contrôlé avant l'IA a été étudié. Cette pratique correspond respectivement à 2 x 24 h (Bonanno *et al* 2004, 2005, Eiben *et al* 2004, Matics *et al* 2004) ou 3 x 24 h (Matics *et al* 2004, Szendrő *et al* 2005b) de séparation mère-jeunes, permettant ainsi aux jeunes lapereaux de téter au moment de l'ouverture de la boîte à nid (de 15 à 30 min le matin). A l'exception de l'étude de Matics *et al* (2004), qui obtiennent une fertilité élevée du troupeau témoin (78%), un allaitement contrôlé 2 j avant l'insémination augmente la fertilité (de 15 à 17%). Ainsi, quand les lapereaux sont allaités tous les jours, la croissance n'est plus déprimée et la productivité (poids de lapereaux sevrés/IA) est systématiquement améliorée (en écart au témoin : de + 21 à + 51%). Si l'allaitement contrôlé est poursuivi 3 j après l'insémination, Eiben *et al* (2004) obtiennent un gain de fertilité et de prolificité, conduisant à une amélioration sensible de la productivité (+ 25-35% de poids de lapereaux sevrés/IA, en comparaison avec seulement 2 j d'allaitement contrôlé avant l'insémination).

L'efficacité d'une séparation mère-jeunes dépend de la parité. Ainsi, Maertens (1998) et Virag *et al* (1999) améliorent la fertilité essentiellement des primipares (respectivement, + 30% et + 43%). Par ailleurs, Bonanno *et al* (2002) démontrent que lorsque la séparation est appliquée sur des lapines ayant produit plus de 3 portées, la fertilité n'est plus améliorée par rapport au lot témoin. Ce résultat suggère que l'effet d'une séparation de la mère et sa portée dépend du nombre de traitements successifs.

Il faut souligner dans ces études, la grande variabilité de la fertilité du lot témoin (de 33 à 82%), malgré des conditions expérimentales similaires (rythme de reproduction : 42 j, conduite en bande, insémination artificielle). Cette observation illustre la limite de nos connaissances de la physiologie de la lapine et l'importance des conditions de milieu.

Au niveau physiologique, 48 h de séparation s'accompagnent d'une diminution de la sécrétion de prolactine 24 h après le début de la stimulation, alors que la concentration plasmatique de  $17\beta$ -oestradiol augmente le jour de l'IA (Ubilla *et al* 2000, 2001 et confirmé par Rebollar *et al* 2004, 2006, sur des lapines au stade 4 j post-partum), de plus la réponse LH au traitement

GnRH est plus élevée. Ce résultat suggère que la diminution de sécrétion de prolactine, due à l'absence d'allaitement, lève l'inhibition qu'elle exerce sur les hormones gonadotropes et permet en conséquence la croissance folliculaire et la stéroïdogenèse, améliorant ainsi la réceptivité et la fertilité des lapines momentanément séparées de leur portée.

**Programmes alimentaires.** Chez plusieurs espèces domestiques, le poids avant la saillie reflète le statut nutritionnel et a une influence déterminante sur le taux d'ovulation, la fertilité et la prolificité. Ainsi chez la brebis, l'augmentation du poids avant la saillie a un effet positif sur les performances de reproduction. Inversement, un déficit nutritionnel avant la saillie déprime le taux d'ovulation et la viabilité embryonnaire (Theriez 1984). Ainsi le *flushing* qui consiste à augmenter la ration alimentaire (énergie) juste avant la saillie est couramment pratiqué.

Un *flushing* alimentaire après une période de restriction pourrait améliorer les performances de reproduction, au moins chez les jeunes lapines. S'il est clairement démontré que des programmes alimentaires sont susceptibles de déprimer les performances de reproduction (Fortun-Lamothe 1998), à l'inverse, peu d'études débouchent sur la proposition d'un programme susceptible d'améliorer de façon durable, les performances de reproduction sans déprimer la croissance des lapereaux (Gosalvez *et al* 1995, Maertens 1998, Brecchia *et al* 2004, Eiben *et al* 2006, Arias-Alvarez *et al* 2008, Rebollar *et al* 2008b). Seuls, Luzi *et al* (2001) améliorent la fertilité et la productivité des lapines en administrant un *flushing* énergétique (2% de propylène glycol dans l'eau de boisson) 4 j avant l'insémination.

**Programmes lumineux.** Sous nos latitudes, le lapin sauvage (*Oryctolagus cuniculus*) a un cycle de reproduction saisonnier bien défini : la fertilité est maximale en jours croissants (Hammond et Marshall 1925, Boyd 1986). Chez le lapin domestique, Walter *et al* (1968) ont montré que 16 h d'éclairement artificiel quotidien et continu pendant toute l'année, réduit les problèmes de reproduction normalement associés aux périodes de jours décroissants. Dans une étude récente, Theau-Clément et Mercier (2004) ont montré que sous un éclairage constant, le choix de 8 ou 16 h de lumière influence peu la productivité.

Cependant, sous 16 h de lumière, les lapines de production de chair (INRA 0067) sont plus réceptives et les lapereaux ont une meilleure croissance.

Une stimulation lumineuse (passage brutal de 8 à 16 h de lumière par jour), 8 j avant l'IA améliore, par rapport à un lot témoin (éclairage continu de 16 h/jour), la réceptivité sexuelle (Theau-Clément *et al* 1990b, 2008c) et la fertilité (Mirabito *et al* 1994b, Gerencsér *et al* 2006, 2008) des lapines, mais les portées sont plus légères au sevrage. La stimulation lumineuse doit être suffisante : en effet, appliquée seulement 5 j avant l'insémination, le passage brutal de 10 à 16 h de lumière n'améliore pas les performances de reproduction (Maertens et Luzi 1995).

Toutefois, chez le lapin, le mode d'action de la photopériode est mal connu. Chez les mammifères, la connaissance des effets de la photopériode sur le système neuroendocrinien et sur la fonction de reproduction a permis l'application de traitements lumineux pour contrôler l'activité saisonnière de la reproduction (Chemineau *et al* 1992).

**Proximité des mâles.** Dans différentes situations physiologiques, la présence du mâle peut influencer les sécrétions hormonales et le comportement des femelles chez beaucoup d'espèces. Chez des brebis de différentes races en anoestrus saisonnier, l'introduction des mâles (après une période d'isolation) induit et synchronise l'oestrus (Oldham *et al* 1978). De même, l'introduction de boucs dans un troupeau de chèvres induit des ovulations synchrones les jours suivants (Chemineau 1987). Pour certaines espèces d'élevage, l'«effet mâle» a été utilisé pour contrôler la reproduction et apparaît comme une alternative biologique aux traitements hormonaux, au moins à certaines périodes de l'année. Nous ne savons pas si des mécanismes similaires peuvent être transposés à une espèce telle que le lapin, dont l'ovulation est provoquée par l'accouplement. Chez les nullipares, la présence de mâles contribue à augmenter le taux d'acceptation de l'accouplement et améliore la fertilité (Berepudo *et al* 1993). Cependant, ni la présence de mâles, ni leur proximité pendant une période de 4 ou 48 h (Bonanno *et al* 2003), 3 ou 4 j (Kustos *et al* 2000, Eiben *et al* 2001) avant l'insémination, n'améliore la réceptivité, et la fertilité des lapines allaitantes.

En l'état actuel de nos connaissances, un flushing alimentaire ou l'introduction de mâles dans une maternité avant l'insémination n'ont pas permis d'induire la réceptivité des lapines, ni d'améliorer leur productivité. Cependant, pour un rythme de reproduction de 42 j, dans une situation d'allaitement libre, une séparation de 36 h entre la mère et sa portée est une alternative à l'utilisation d'hormones pour induire la réceptivité des lapines et améliorer en conséquence leur productivité. Cette stimulation doit être appliquée juste avant l'insémination qui est pratiquée immédiatement après le premier allaitement suivant la séparation. Cependant, cette courte privation maternelle déprime la croissance des jeunes. Ainsi les études s'orientent plus vers la recherche de l'optimisation de l'allaitement contrôlé appliqué juste avant l'insémination. En l'état actuel de nos connaissances, quand l'allaitement libre est appliqué avant et après l'insémination, 2 j d'allaitement contrôlé par fermeture des boîtes à nid, permet d'améliorer la productivité (au moins de 20%) sans affecter la croissance des jeunes. Cette méthode permet d'obtenir le même niveau de productivité que 48 h de séparation ou l'injection préalable de 20 IU de eCG (Bonanno et al 2005, Rebollar et al 2008a). Cependant, d'autres questions restent posées, notamment la durabilité de l'effet de cette stimulation en relation avec

le nombre de traitements successifs et la parité des lapines.

Les résultats concernant l'utilisation de programmes lumineux sont encourageants et illustrent la nécessité d'étudier les effets du photopériodisme sur la reproduction du lapin ainsi que les conséquences sur la production laitière des mères, la consommation et la croissance des jeunes (Szendrő et al 2005a et b). Faciles d'application et peu coûteux, les programmes lumineux seront d'autant plus efficaces que les lapines sont au même état physiologique. Ils sont donc parfaitement adaptés à la conduite en bande.

## Conclusion

Dans un élevage, à un instant donné, la productivité d'un troupeau de bon état sanitaire sera d'autant plus importante et homogène qu'il comprendra une proportion élevée de lapines réceptives. Il est donc pertinent de rechercher des méthodes d'induction de la réceptivité, susceptibles d'améliorer et d'homogénéiser non seulement la fertilité, mais aussi la productivité globale des lapines, sans déprimer la croissance des lapereaux.

L'utilisation routinière de eCG sur des lapines allaitantes permet d'aug-

menter de façon durable la proportion de lapines réceptives au moment de l'IA et en conséquence leur productivité, sans risque immunitaire important. Appliquées juste avant l'IA, des méthodes alternatives à l'utilisation d'hormones ont été étudiées. L'application d'un allaitement contrôlé 2 à 3 j avant l'insémination, pourrait être une alternative aux traitements hormonaux. Les programmes alimentaires (flushing) ou des stimulations lumineuses ouvrent des perspectives de recherche intéressantes.

Cependant, si certaines de ces méthodes améliorent la fertilité, elles sont susceptibles parfois de diminuer la croissance des lapereaux (programmes lumineux, séparation ponctuelle de la mère et sa portée...). En conséquence, pour une application raisonnée dans les élevages, il est important de considérer des critères de productivité globale et d'étudier la durabilité des effets. Par ailleurs, l'étude et l'exploitation de la variabilité génétique de la réceptivité sexuelle des lapines au moment de l'insémination, pourraient aussi être une voie d'amélioration des résultats d'insémination. Cependant, une meilleure connaissance des mécanismes physiologiques sous-jacents permettrait également d'améliorer le contrôle de la reproduction dans les élevages.

## Références

- Alabiso M., Bonanno A., Alicata M.L., Portalano B., 1994. Trattamento «differenziato» con PMSG su coniglie inseminate artificialmente. Riv. Conigliocolt., 31, 25-30.
- Alaphilippe A., Bernard F., 1998. Effets d'une administration de prostaglandines F2 $\alpha$  naturelles sur la fertilité et la prolificité des femelles et la viabilité des lapereaux produits. 7<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 13-14 mai, Lyon, France, 229-231.
- Alvaríño J.M.R., Rebollar P.G., Arco J.A., Torres R., 1995. Estimulación ovarica en la coneja mediante prostaglandina F2 $\alpha$  y PMSG. Informacion Technica Economica Agraria, VI Jornadas sobre la Produccion Animal, 16, 461-463.
- Alvaríño J.M.R., Del Arco J.A., Bueno A., 1998. Effect of mother-litter separation on reproductive performance of lactating rabbit females inseminated on day 4 or 11 postpartum. World Rabbit Sci., 6, 191-194.
- Arias-Alvarez M., Garcia-Garcia R.M., Revuelta L., Cuadrado M., Millan P., Nicodemus N., Rebollar P.G., Lorenzo P.L., 2008. Short term effects of different diets on ovarian function and oocyte maturation of rabbit nulliparous does. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congr., June 10-13, Verona, Italy, 279-283.
- Azard A., 2006. La production française : caractérisation des systèmes de production et perspectives d'évolution. ITAVI, 78p.
- Baril G., Remy B., Vallet J.C., Beckers J.F., 1992. Effect of repeated use of progestagen-PMSG treatment for oestrus control in dairy goats out of breeding season. Reprod. Dom. Anim., 27, 161-168.
- Battaglini M., Boiti C., Canali C., Costantini F., 1986. Parametri riproduttivi di coniglie New Zealand White fecondate artificialmente in relazione allo stato endocrino-sessuale al momento della somministrazione di GnRH. Atti del 6<sup>o</sup> Congresso Nazionale Associazione Scientifica di Produzione Animale, Italie, 455-459.
- Berepudo N.A., Nodu M.B., Monsi A., Amadi E.N., 1993. Reproductive response of prepubertal female rabbit to photoperiod and/or male presence. World Rabbit Sci., 1, 83-87.
- Beyer C., Rivaud N., 1969. Sexual behavior in pregnant and lactating domestic rabbits. Physiol. Behav., 4, 753-757.
- Boiti C., 1998. International collaboration in rabbit reproduction research: presentation of the IRRG group. World Rabbit Sci., 6, 175-178.
- Boiti C., 2004. Underlying physiological mechanisms controlling the reproductive axis of rabbit does. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., September 7-10, Puebla, Mexico, 186-206.
- Boiti C., Castellini C., Canali C., Zampini D., Monaci M., 1995. Long term effect of PMSG on rabbit does reproductive performance. World Rabbit Sci., 3, 51-56.
- Boiti C., Canali C., Monaci M., Stradioli G., Verini Supplizi A., Vacca C., Castellini C., Facchin E., 1996. Effect of postpartum progesterone levels on receptivity, ovarian response, embryo quality and development in rabbits. 6<sup>th</sup> World Rabbit Congr., 9-12 July, Toulouse, France, 2, 45-50.
- Boiti C., Canali C., Brecchia G., Zanon F., Facchin E., 1999. Effects of induced endometritis on the life-span of corpora lutea in pseudopregnant rabbits and incidence of spontaneous uterine infections related to fertility of breeding does. Theriogenology, 52, 1123-1132.
- Boiti C., Besenfelder U., Brecchia G., Theau-Clément M., Zerani M., 2006. Reproductive physiopathology of the rabbit doe. In : Recent advances in rabbit Sciences, Maertens L., Coudert P. (Eds), ILVO, Melle, Belgique, 3-19.

- Bonanno A., Alabiso M., Di Grigoli A., Alicata M.L., 1999a. Effect of change of cage and/or mother-litter separation on productivity of non-receptive lactating rabbit does. Preliminary investigations. *World Rabbit Sci.*, 7, 107-111.
- Bonanno A., Alabiso M., Di Grigoli A., Alicata M.L., 1999b. Effect of a 48h delayed insemination with or without a 48h doe-litter separation on performance of non-receptive does. *World Rabbit Sci.*, 7, 171-175.
- Bonanno A., Alabiso M., Di Grigoli A., Alicata M.L., Montalbano L., 2000. Effect of a 48-hour doe-litter separation on performance of free or controlled nursing rabbit does. *Proc. 7th World Rabbit Congr., Valencia, Spain, A*, 97-103.
- Bonanno A., Di Grigoli A., Alabiso M., Boiti C., 2002. Parity and number of repeated doe-litter separation treatments affect differently the reproductive performances of lactating does. *World Rabbit Sci.*, 10, 63-70.
- Bonanno A., Mazza F., Alabiso M., Di Grigoli A., Alicata M.L., 2003. Effects of bio-stimulation induced by contact with buck on reproductive performance of rabbit does. *Proc. A.S.P.A. 15th Congr. It. J. Anim. Sci.*, 2, Suppl. 1, 133-135.
- Bonanno A., Mazza F., Di Grigoli A., Alabiso M., 2004. Effects of a split 48-hour doe-litter separation on productivity of free nursing does and their litters. *Livest. Prod. Sci.*, 89, 287-295.
- Bonanno A., Mazza F., Di Grigoli A., Tornambè G., 2005. Both 48-hour doe-litter separation and 2-day controlled suckling improved fertility of 11-day lactating does similarly to 20 IU of PMSG. *Cost Action 848. Joint Scientific Meeting: Management and housing of rabbit does: reproductive efficiency and welfare interactions.* June 23-25, Palermo, Italy, 11p.
- Bourdillon A., Chmitelin F., Jarrin D., Perez V., Rouillere H., 1992. Effect of PMSG treatment on breeding result of artificial inseminated rabbits. *J. Applied Rabbit Res.*, 15, 530-537.
- Boyd I.L., 1986. Effect of daylength on the breeding season in male Rabbit. *Mam. Rev.*, 16, 125-130.
- Brecchia G., Bonanno A., Galeati G., Dall'aglio C., Di Grigoli A., Parrillo F., Boiti C., 2004. Effects of a short and long term fasting on the ovarian axis and reproductive performance of rabbit does. *8th World Rabbit Congr., September 7-10, Puebla, Mexico*, 231-236.
- Browning J.Y., Keyes P.F., Wolf R.C., 1980. Comparison of serum progesterone, 20-alpha-dihydroprogesterone, and estradiol-17-beta in pregnant and pseudopregnant rabbits: Evidence for postimplantation recognition of pregnancy. *Biol. Reprod.*, 23, 1014-1019.
- Brun J.M., Bolet G., Theau-Clément M., Esparbié J., Falières J., 1999. Constitution d'une souche synthétique de lapines à l'INRA : 1. Evolution des caractères de reproduction et du poids des lapines dans les premières générations. *8èmes Journ. Rech. Cunicole*, 9-10 Juin, Paris, France, 123-126.
- Canali C., Boiti C., Castellini C., Zampini D., 1991. Riposta anticorpale delle coniglie trattate ripetutamente con PMSG nella pratica della sincronizzazione degli estri. *2° Meeting Nazionale Studio della efficienza riproduttiva degli animali di interesse zootecnico*, 24 novembre, Bergamo, Italia, 103-108.
- Castellini C., Lattaioli P., 1999. Effect of motile sperms inseminated on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 57, 111-120.
- Castellini C., Canali C., Boiti C., Battaglini M., 1991. Effetto del PMSG sulle prestazioni riproduttive di coniglie fecondate artificialmente. *Atti IX Congresso Nazionale ASPA, Rome, Italia*, 679-683.
- Castellini C., Canali C., Boiti C. 1998. Effect of mother-litter separation for 24 hours by closing the nestbox or change of cage, on rabbit doe reproductive performance. *World Rabbit Sci.*, 6, 199-203.
- Chemineau P., 1987. Possibilities of using Bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. A review. *Livest. Prod. Sci.*, 17, 135-147.
- Chemineau P., Malpoux B., Delgadillo J.A., Guérin Y., Ravault J.P., Thimonier J., Pelletier J., 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.*, 30, 157-184.
- Chmitelin F., Rouillère R., Bureau J., 1990. Performances de reproduction des femelles en insémination artificielle en post-partum. *5èmes Journ. Rech. Cunicole*, 12-13 Décembre, Paris, France, I, Comm. 4.
- Davoust C., 1994. Résultats techniques d'une conduite en IA à 35 jours. *Cuniculture*, 115, 21, 25-40.
- Davoust C., Saleil G., Theau-Clément M., Roustain A., 1994. Influence de l'association PMSG-hCG sur la productivité numérique de lapines allaitantes conduites en bande unique à 35 jours (en insémination artificielle). *6èmes Journ. Rech. Cunicole*, 6-7 Décembre, La Rochelle, France, 1, 145-152.
- Diaz P., Gosalvez L.F., Rodriguez J.M., 1988. Sexual Behaviour in the postpartum period of domestic rabbits. *Anim. Reprod. Sci.*, 17, 251-257.
- Drion P.V., Remy B., Houtain J.Y., Mc Namara M., Baril G., Heyman Y., Cognie Y., Theau-Clément M., Leboeuf B., Ectors F., Segers K., Beckers J.F., 1998. Utilisation répétée des gonadotropines exogènes dans le contrôle de la reproduction : justifications, relations structure-activité biologique, effets secondaires potentiels. Une synthèse. *Ann. Méd. Vét.*, 142, 373-396.
- Duperray J., Eckenfelder B., Thebault T., Provost J.P., 1999. Effet du regroupement des lapines avant l'insémination sur leurs performances de reproduction. *8èmes Journ. Rech. Cunicole*, Paris, France, 167-170.
- Eiben Cs., Kustos K., Szendrő Zs., Theau-Clément M., Gódor-Surmann K., 2001. Effect of male presence before artificial insemination on the receptivity and prolificacy in lactating rabbit does. *12th Symp. Housing and Diseases of Rabbits, Furbearing Animals and Pet Animals*, Celle, Allemagne, 1-6.
- Eiben Cs., Kustos K., Gódor-Surmann K., Kotány Sz., Theau-Clément M., Szendrő Zs., 2004. Effect of nursing methods on productivity in lactating rabbits. *8th World Rabbit Congr., September 7-10, Puebla, Mexico*, 263-269.
- Eiben Cs., Tóbiás G., Gódor-Surmann K., Kustos K., Szira G., 2006. Influence of fasting used for oestrus induction on the performance of rabbit does. *18th Hungary Conf. Rabbit Production, World Rabbit Sci.*, 14, 265-276.
- Facchin E., Castellini C., Rasetti G., Ballabio R., 1992. L'impiego di prostaglandina sintetica (alfaprostol) e di PMSG nella sincronizzazione degli estri e dei parti nella coniglia. *Riv. Zoot. Vet.*, 20, 11-14.
- Fortun-Lamothe L., 1998. Effects of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Sci.*, 66, 263-269.
- Fortun-Lamothe L., Bolet G., 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Prod. Anim.*, 8, 49-56.
- Foxcroft G.R., Hasnain H., 1973. Effect of suckling and time to mating after parturition on reproduction in domestic rabbits. *J. Reprod. Fertil.*, 33, 367-377.
- Gerencsér Zs., Theau-Clément M., Nagy I., Princz Z., Orova Z., Matics ZS., Biro-Németh E., Radnai I., Szendrő Z.S., 2006. Termékenyítés előtti megnövelt megvilágítás hatása az anyanyulak termelésére és szoptatási viselkedésére. *18th Hungarian Conference on Rabbit Production*, 24 May, Hungary, 133-138.
- Gerencsér Zs., Matics ZS., Nagy I., Princz Z., Orova Z., Biro-Németh E., Radnai I., Szendrő Z.S., 2008. Effect of a light stimulation on the reproductive performance of rabbit does. *9th World Rabbit Congr., June 10-13, Verona, Italy*, 371-374.
- Gosalvez L.F., Alvarino J.M.R., Diaz P., Tor M., 1995. Influence of age, stimulation by PMSG or flushing on the ovarian response to LHRHa in young rabbit females. *World Rabbit Sci.*, 2, 41-45.
- Hammond J., Marshall F.H.A., 1925. *Reproduction in the rabbit.* Olivier and Boyd (Ed), Edinburgh, UK, 210p.
- Kermabon A.Y., Belair L., Theau-Clément M., Salesse R., Djiane J., 1994. Effect of anoestrus and bromocryptine treatment on the expression of prolactin and LH receptors in the rabbit ovary during lactation. *J. Reprod. Fertil.*, 102, 131-138.
- Kustos K., Eiben Cs., Szendrő Zs., Theau-Clément M., Gódor S-Né, Jovánczai Zs., 2000. Effect on reproductive traits of male presence among rabbit does before artificial insemination (Preliminary results). *7th World rabbit Congr.*, 4-7 July, Valencia, Spain, 161-166.
- Lefèvre B., Moret B., 1978. Influence d'une modification brutale de l'environnement sur l'apparition de l'oestrus chez les lapines nullipares. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 18, 695-698.
- Luzi F., Crimella C., 1998. Effect of change of cage 2 days before artificial insemination on reproductive performance of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 6, 195-198.
- 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. *World Rabbit Sci.*, 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. *World Rabbit Sci.*, 6, 185-190.
- Maertens L., Luzi F., 1995. Effect of diluent and storage time of rabbit semen on the fertility of does reared under two different lighting schedule. *World Rabbit Sci.*, 3, 57-61.
- Maertens L., Bousselmi H., Pandey V.S., 2000. Efficiency of different methods to synchronize the oestrus in artificially inseminated, lactating does. *Proc. 7th World Rabbit Congr., Valencia, Spain*, 185-190.
- Matics Zs., Szendrő Zs., Theau-Clément M., Biró-Németh E., Radnai I., Gyovai M., Orova Z., Eiben Cs., 2004. Modification of the nursing

- system as a biostimulation method. *World Rabbit Congr.*, Puebla, Mexico, 298-302.
- McNitt J.I., 1992. Endocrinological approaches for commercial rabbit production. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 364-397.
- Mirabito L., Galliot P., Souchet C., 1994a. Effet d'un regroupement des lapines avant l'IA sur les performances de reproduction. 6<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, La Rochelle, France, 505-510.
- Mirabito L., Galliot P., Souchet C., 1994b. Effet de l'utilisation de la PMSG et de la modification de la photopériode sur les performances de reproduction de la lapine. 6<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, La Rochelle, France, 169-178.
- Mollo A., Veronesi M.C., Battochio M., Cairoli F., Brecchia G., Boiti C., 2003. The effects of alfaprostol (PGF<sub>2α</sub> analogue) and eCG on reproductive performances in postpartum rabbits. *World Rabbit Sci.*, 11, 63-74.
- Oldham C.M., Martin G.B., Knight T.W., 1978. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. I. The time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim. Reprod. Sci.*, 1, 283-290.
- Parez V., 1992. Fertamate : pour une utilisation performante et sûre de la PMSG. L'Éleveur de lapins, novembre-décembre, 43-44.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., 1993. Recherches sur l'interaction reproduction et lactation chez la lapine. Une revue. *World Rabbit Sci.*, 1, 155-161.
- Pavoy V., Le Naour J., Ducep O., Perrin G., Duperray J., 1994. Une méthode naturelle pour améliorer la réceptivité et la fertilité des lapines allaitantes en insémination artificielle. 6<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, La Rochelle, France, 528-535.
- Perrier G., Theau-Clément M., Poujardieu B., Delhomme G., 1998. Essai de conservation de la semence de lapin pendant 72 heures. 7<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 13-14 Mai, Lyon, France, 237-240.
- Perrier G., Theau-Clément M., Jouanno M., Drouet J.P., 2000. Reduction of the GnRH dose and inseminated rabbit doe reproductive performance. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congr., July 4-7, Valencia, Espagne, A, 225-230.
- Rebollar P.G., Ubilla E., Rodriguez J.M., 1992a. Influence of the parturition - Insemination interval on the conception rate in rabbits artificially inseminated with fresh semen. *J. Applied Rabbit Res.*, 15, 407-411.
- Rebollar P.G., Ubilla E., Alvaríño J.M.R., Illera J.C., Silvan G., 1992b. Effect of degree of sexual receptivity on postpartum plasma oestradiol and ovulatory response in rabbits. *Rev. Esp. Fisiol.*, 48., 13-18.
- Rebollar P.G., Alvaríño J.M.R., Del Arco J.A., Bueno A., 1995. Control de celo en conejas nuliparas: manejo y tratamiento con PMSG. *Inf. Tech. Eco. Agr.*, 16, 455-457.
- Rebollar P.G., Milanés A., Esquifino A.I., Millán P., Lorenzo P.L., 2004. Plasma oestradiol and prolactin in synchronized multiparous rabbit does. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., September 7-10, Puebla, Mexico, 330-335.
- Rebollar P.G., Milanés A., Pereda N., Millán P., Cano P., Esquifino A.I., Villarroel M., Silvan G., Lorenzo P.L., 2006. Oestrus synchronisation of rabbit does at early postpartum by doe-litter separation or eCG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Anim. Reprod. Sci.*, 93, 218-230.
- Rebollar P.G., Bonanno A., Di Grigoli G., Tornabé G., Lorenzo P.L., 2008a. Endocrine and ovarian response after a 2-day controlled suckling and eCG treatment in lactating rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 104, 316-328.
- Rebollar P.G., Millan P., Schwarz B.F., Pereda N., Marco M., Lorenzo P.L., Nicodemus N., 2008b. Young rabbit does fed with fibrous diet during rearing: serial and productive parameters. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congr., June 10-13, Verona, Italy, 431-435.
- Rodriguez J.M., Ubilla E., 1988. Effect of sexual receptivity on ovulation response in rabbit does induced with GnRH. IV<sup>th</sup> Cong. World Rabbit Sci. Ass., October 10-14, Budapest, Hungary, II, 504-508.
- Rodriguez de Lara R., Fallas L.M., 1999. Environmental factors and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated doe rabbits. *World Rabbit Sci.*, 7, 191-196.
- Rodriguez de Lara R., Fallas L.M., Rangel S.R., 2000. Influence of body live weight and relocation on kindling rate and prolificacy in artificially inseminated nulliparous doe rabbits. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congr., July 4-7, Valencia, Espagne, A, 251-257.
- Rodriguez de Lara R., López-Fallas M., Rangel-Santos R., Mariscal-Aguayo V., 2003. Influence of short-term relocation and male exposure on sexual receptivity and reproduction in artificially inseminated lactating doe rabbits. *Anim. Reprod. Sci.*, 78, 111-121.
- Stevenson J.S., Davis D.L., 1984. Influence of reduce litter size and daily litter separation on fertility of sows at 2 to 5 weeks postpartum. *J. Anim. Sci.*, 59, 284-293.
- Stradaoli G., Monaci M., Verini Supplizi A., Canali C., Vacca C., Boiti C., 1993. Recovery rate and embryo quality in New Zealand White (NZW) rabbits treated with PMSG and PGF<sub>2α</sub>. Association Européenne de Transfert Embryonnaire, 10-11 Septembre, Lyon, France, 282-283.
- Szendrő Zs., Biro-Németh E., 1991. Factors affecting results with artificial insemination of rabbits. *J. Applied Rabbit Res.*, 14, 72-76.
- Szendrő Zs., Jovanczai Zs., Theau-Clément M., Radnai I., Biro-Németh E., Milisits G., 1999. The effect of doe-litter separation on production performance in rabbit does and their kits. *World Rabbit Sci.*, 7, 165-169.
- Szendrő Zs., Matics Zs., Gerencsér Zs., Gyovai M., Biróné Németh E., Radnai I., 2005a. Effect of lighting program and biostimulation on performance of rabbit does. 1. Continuous and intermittent lighting. 17<sup>th</sup> Hungarian Conf. Rabbit Prod., Kaposvár, Hungary, 75-78.
- Szendrő Zs., Matics Zs., Gerencsér Zs., Gyovai M., Biróné Németh E., Radnai I., 2005b. Effect of lighting and biostimulation on performance of rabbit does. 2. Effect of nursing method. 17<sup>th</sup> Hungarian Conf. Rabbit Prod., Kaposvár, Hungary, 79-82.
- Theriez M., 1984. Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. 9<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Ovine et Caprine, Paris, France, 294-326.
- Theau M., Roustan A., 1980. L'insémination chez la lapine. Techniques utilisées, quelques résultats. 2<sup>nd</sup> World Rabbit Congr., April, Barcelone, Spain, I, 333-342.
- Theau-Clément M., 2001. Etude de quelques facteurs de contrôle de l'interaction entre la lactation et la reproduction chez la lapine conduite en insémination artificielle. Thèse, Doctorat Institut National Polytechnique, Toulouse, 103p.
- Theau-Clément M., Roustan A., 1992. A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performances. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 412-421.
- Theau-Clément M., Poujardieu B., 1994. Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée de lapines. 6<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 6-7 Décembre, La Rochelle, France, 1, 187-194.
- Theau-Clément M., Lebas F., 1996. Effect of a systematic PMSG treatment 48 hours before artificial insemination on the productive performance of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 4, 47-56.
- Theau-Clément M., Mercier P., 1999. Effect of a 24h doe-litter separation on rabbit doe reproductive performance and growth of the young. *World Rabbit Sci.*, 7, 177-179.
- Theau-Clément M., Mercier P., 2003. Comparaison de l'effet d'une séparation mère-jeunes de 24 heures et d'un traitement PMSG, sur la réceptivité sexuelle et la productivité des lapines allaitantes. 10<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 19-20 novembre, Paris, France, 65-68.
- Theau-Clément M., Mercier P., 2004. Influence of lighting programs on the productivity of rabbit does of two genetic types. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., September 7-10, Puebla, Mexico, 358-363.
- Theau-Clément M., Bolet G., Roustan A., Mercier P., 1990a. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment de la mise à la reproduction. 5<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 12-13 Décembre, Paris, France, I, Comm. 6.
- Theau-Clément M., Poujardieu B., Bellereaud J., 1990b. Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et états physiologiques sur la productivité de lapines multipares. 5<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 12-13 Décembre, Paris, France, I, Comm. 7.
- Theau-Clément M., Castellini C., Maertens L., Boiti C., 1998. Biostimulations applied to rabbit reproduction: theory and practice. *World Rabbit Sci.*, 6, 179-184.
- Theau-Clément M., Boiti C., Mercier P., Falières J., 2000. Description of the ovarian status and fertilising ability of primiparous rabbit does at different lactation stage. Proc. 7<sup>th</sup> World Rabbit Congr., Valencia, Spain, A, 259-266.
- Theau-Clément M., Delhomme G., Valteau C., Rideaud P., Falières J., Mercier P., 2003. Influence du nombre de spermatozoïdes inséminés sur les performances de reproduction des lapines en fonction de leur état physiologique. 10<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicole, 19-20 novembre, Paris, France, 73-76.
- Theau-Clément M., Lebas F., Boiti C., Brecchia G., Mercier P., 2008a. Influence of different eCG doses on sexual receptivity and productivity of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 16, 65-72.
- Theau-Clément M., Lebas F., Beckers J.F., Drion P., 2008b. Evolution of anti-eCG antibodies in response to eCG doses and number of injections. Relationship with productivity of rabbit does. *Animal*, 2, 746-751.
- Theau-Clément M., Malpoux B., Lamothe E., Milcent N., Juin H., Bodin L., 2008c. Influence

of photoperiod on the sexual behaviour of non-lactating rabbit does : preliminary results. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congr., June 10-13, Verona, Italy, 465-469.

Ubilla E., Rebollar P.G., Pazo D., Esquifino A.I., Alvariño J.M., 2000. Pituitary and ovarian response to transient doe-litter separation in nursing rabbits. *J. Reprod. Fertil.*, 118, 361-366.

Ubilla E., Rebollar P.G., Pazo D., Esquifino A.I., Alvariño J.M., 2001. Endocrine profiles during doe-litter separation and subsequent pregnancy in rabbits. *J. Physiol. Biochem.*, 57, 23-29.

Virag G., Kustos K., Szabo L., 1999. Effect of a 48 hours doe-litter separation on rabbit doe's reproductive performance and offspring's growth. *World Rabbit Sci.*, 7, 155-159.

Walter M.R., Martinet L., Moret B., Thibault C., 1968. Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle. *Arch. Anat. Histol. Embryol.*, 51, 773-780.

## Résumé

Cette synthèse bibliographique fait le point sur les connaissances des facteurs de réussite de l'insémination et des méthodes susceptibles d'induire la réceptivité des lapines au moment de l'insémination afin d'améliorer leur fécondité. La parité, l'état d'allaitement et de pseudogestation ainsi que la réceptivité sexuelle au moment de l'insémination, influencent les performances de reproduction. La pseudogestation au moment de l'IA déprime fortement les performances de reproduction, cependant la cause des ovulations non maîtrisées est aujourd'hui inconnue. L'utilisation routinière de eCG sur des lapines allaitantes, permet d'augmenter de façon durable la proportion de lapines réceptives au moment de l'IA et en conséquence leur productivité, sans risque immunitaire important. Appliquées juste avant l'IA, des méthodes alternatives à l'utilisation d'hormones ont été étudiées : une manipulation des animaux (changement de cage, regroupement des femelles), la proximité des mâles, une séparation mère-jeunes, des programmes alimentaires et des stimulations lumineuses. Si certaines de ces méthodes améliorent la fécondité, elles sont susceptibles parfois de freiner la croissance des lapereaux (programmes lumineux, séparation ponctuelle de la mère et ses produits...). En conséquence, pour une application raisonnée dans les élevages, il est important de considérer des critères de productivité globale (combinant la fertilité, la taille de portée et le poids des lapereaux) sur le long terme et d'étudier la durabilité des effets. Cependant, une meilleure connaissance des mécanismes physiologiques sous-jacents permettrait un meilleur contrôle de la reproduction dans les élevages cynicoles.

## Abstract

### *Factors of success of rabbit doe insemination and methods for oestrus induction*

This review analyses the main factors of success of artificial insemination and the methods suitable for oestrus induction in order to improve reproductive efficiency of rabbit does in terms of fecundity (combining fertility and prolificacy). Parity, lactation status, pseudopregnancy as well as sexual receptivity at the time of insemination highly influence reproductive performance. Pseudopregnancy at the time of AI strongly depresses fertility, but the cause of these ovulations is still unknown. The routine use of eCG on lactating does, consistently increases the proportion of receptive does at the time of AI and, therefore, long-term productivity, without any important immune risk. Different alternative methods applied just before insemination were studied: animal manipulation (a change of cage, doe gathering), «buck» effect, short dam-litter separation, feeding programmes and light stimulations. Some of these methods improve fecundity, but they sometimes also decrease the kits growth (dam-litter separation, lighting programmes...). Consequently, for an optimal application on farms, it is important to consider long-term effects, such as global productivity (combining fertility, prolificacy and litter weight) and durability of the effects. However, a better knowledge of the underlying physiological mechanisms would allow a better control of reproduction on rabbit farms.

THEAU-CLÉMENT M., 2008. Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRA Prod. Anim.*, 21, 221-230.