

Maîtrise de la reproduction chez les volailles

JP Brillard

INRA, station de recherches avicoles, 37380 Nouzilly, France

(Reçu le 12 juillet 1991; accepté le 15 septembre 1991)

Résumé — La remarquable amélioration des performances de reproduction dans les espèces avicoles au cours des dernières décennies est le résultat d'une stratégie ayant impliqué une ou plusieurs des étapes telles que le contrôle quantitatif de la production de gamètes des 2 sexes en relation avec une meilleure maîtrise de l'environnement (photopériode, température, nutrition), la sélection des mâles sur la base de leurs capacités de reproduction chez la poule et la pintade, ainsi que le développement des techniques spécifiques d'insémination artificielle par espèce aux niveaux parentaux et grand-parentaux. Plusieurs objectifs importants restent toutefois à atteindre, parmi lesquels la maîtrise de la congélation du sperme dans des conditions compatibles avec son utilisation industrielle en génétique et en sélection, l'obtention de résultats de fertilité élevés chez des femelles jeunes ou âgées inséminées avec de petites quantités de spermatozoïdes ($\leq 50 \times 10^6$ spz/femelle) et l'amélioration des pourcentages de survie embryonnaire chez la dinde, la pintade et certains croisements interspécifiques de canards. De telles améliorations nécessitent toutefois une coopération constante entre physiologistes et généticiens car chacun des caractères mentionnés ci-dessus est héritable.

volaille / œuf / sperme / lumière / insémination artificielle / photopériode

Summary — **Control of reproduction in avian species.** *The remarkable increase in reproductive performances in avian species during the past decades can be seen as the result of a 3-step strategy involving 1 or several steps such as the quantitative control of gamete production in both sexes by raising birds of each species under specific environmental conditions (photoperiod, temperature, nutrition), the selection of males on the basis of their reproductive performances in chickens and guinea fowl, and the development of various artificial insemination (AI) technologies in all major species either at grand-parent or parent stock levels. However, several important goals have yet to be achieved, such as deep freezing of avian semen under routine industrial conditions for genetic and selection purposes, successful insemination of young and old females with constant low doses of semen ($\leq 50 \times 10^6$ spz/female), increased laying performances of breeders in turkeys (major problem : broodiness) and chickens, and higher overall hatchability of fertile eggs in turkeys, guineas and inter-specific crosses of ducks. Such improvements will require constant cooperation between physiologists and geneticists, each of the above-mentioned traits being heritable.*

artificial insemination / poultry / egg / sperm / photoperiod

INTRODUCTION

La production et la consommation de viande de volailles ont connu, depuis 20-30 ans, un prodigieux développement dans la plupart des pays et ce secteur des productions animales rivalise désormais en tonnage avec la production bovine. Un tel succès s'explique en partie par l'évolution des habitudes alimentaires et par le prix modéré des produits avicoles à la consommation. Mais il traduit aussi, indirectement, l'amélioration considérable des performances de croissance et de reproduction des principales espèces concernées (poule, dinde, pintade, canard : tableau I). La maîtrise de la reproduction, en particulier, est la conséquence d'une stratégie de recherche dans laquelle sont impliqués des programmes de zootechnie, physiologie, génétique et nutrition. Cette stratégie a été orientée selon 3 grands axes :

- le contrôle de la production de gamètes des deux sexes par une meilleure gestion de l'environnement dans lequel sont élevés les reproducteurs;
- chez le coq, la pintade et le canard, la sélection de mâles sur la base de leurs capacités de reproduction;
- dans l'ensemble des espèces, le développement de techniques d'insémination

artificielle spécifiques utilisées dans tous les cas pour la sélection et, dans certaines espèces (dinde, pintade), pour la production de poussins de «chair».

L'objectif de cet exposé est de faire percevoir au lecteur, à travers des exemples concrets pris chez des volailles «chair», l'efficacité des méthodes que nous venons d'évoquer.

CONTRÔLE DE LA PRODUCTION DE GAMÈTES

Chez les oiseaux, le développement des gonades mâles et femelles est largement dépendant des conditions d'environnement et en particulier de la lumière et de l'alimentation. C'est pourquoi la plupart des espèces domestiques soumises aux variations climatiques ont, sous nos latitudes, un cycle de reproduction saisonnier avec, le plus souvent (exceptions : certains palmipèdes), une production de gamètes maximale au printemps et minimale en hiver. De telles variations desservent les intérêts économiques de l'espèce concernée et justifient que de nombreux travaux de recherche aient été engagés pour définir les conditions d'environnement capables d'assurer une production stable de

Tableau I. Performances comparées de ponte, fertilité et taux d'éclosion dans les principales espèces avicoles.

	<i>Performances de ponte</i>	<i>Œufs incubables</i>	<i>Durée de la période de reprod (semaines)</i>	<i>Fertiles/incubés %</i>	<i>Eclos/fertiles %</i>	<i>Eclos/incubés %</i>
Poule	165-175	155-165	40-42	93	91	85
Dinde	100-110	95-105	24-27	92	81	75
Pintade	155-170	150-160	35-38	93	77	72
Cane (mâle Barbarie x femelle Pékin)	180-210	170-200	40	75-80	77	60

gamètes, quelle que soit la période de l'année. Outre cet objectif prioritaire, les buts recherchés ont aussi été d'obtenir dans une même espèce, des mâles et des femelles ayant leur maturité sexuelle au même âge et capables de produire en grand nombre des gamètes de qualité.

Ce type d'approche a conduit dans certains cas (coq, dindon) au développement de programmes lumineux spécifiques pour chaque sexe qui ont eu pour conséquence la mise en élevage des mâles et des femelles dans des bâtiments séparés.

Programmes lumineux

Chez le mâle, il existe un antagonisme apparent entre la précocité sexuelle et le niveau de développement des testicules lorsque l'on compare des animaux soumis à des régimes lumineux différents (de Reviers, 1977). Cet antagonisme apparent est induit à la fois en jours constants (de Reviers, 1974) et en jours croissants mais ces derniers favorisent un développement testiculaire maximum moyen, plus précoce et plus élevé. Toutefois, une bonne persistance peut, au moins dans certaines souches de coqs, être assurée en jours courts (8 h de lumière/j; de Reviers et Seigneurin, 1990). Ainsi, il n'existe pas à ce jour de «recettes» qui favorisent chez l'ensemble des individus tous les éléments intéressants du développement testiculaire (précocité, niveau maximum, persistance) mais plutôt des compromis qu'il faut adapter aux productions recherchées.

Chez les femelles reproductrices, à l'exception de l'oie (Sauveur, 1982), l'utilisation de jours croissants, puis constants, est à peu près généralisée. En modulant l'âge à la photostimulation il est possible d'avancer ou de retarder de plusieurs semaines l'âge d'entrée en ponte, les femelles d'oiseaux domestiques ayant des performances de ponte diminuées en jours

courts ($\leq 9-10$ h de lumière/j). Cette souplesse d'utilisation des programmes lumineux permet non seulement d'ajuster au mieux la précocité sexuelle des femelles avec celles des mâles, mais aussi (et surtout) d'obtenir des œufs de taille suffisante (des femelles trop précoces pondent de petits œufs qui peuvent pénaliser la croissance des descendants) et d'ajuster la période de reproduction en fonction des contraintes économiques.

Alimentation

Dans la plupart des espèces, des mâles nourris *ad libitum* depuis leur jeune âge ont souvent des performances de reproduction altérées, qu'il s'agisse d'accouplement naturel ou de reproduction par insémination artificielle (l'aptitude à la collecte du sperme est alors nettement diminuée). En outre, les besoins protéiques de la ration n'ayant pas à «couvrir» des besoins de production importants comme chez les femelles (formation de l'œuf), des régimes à teneur protéique modérée (12-14% de MAT) sont recommandés. Les mâles sont donc en général rationnés à la fois quantitativement et qualitativement, le rationnement quantitatif devant être appliqué le plus tôt possible dans la vie de l'animal pour être efficace (de Reviers et Seigneurin, 1990).

Chez les femelles, des régimes trop drastiques ou à teneur protéique trop faible aboutissent à une diminution de l'intensité de ponte et à l'obtention d'œufs de faible poids conduisant aux mêmes inconvénients que ceux évoqués plus haut. Signalons que dans une espèce économiquement importante, la dinde, il n'existe pas à ce jour de possibilité de rationnement quantitatif des femelles en période de reproduction. En effet, cette espèce sous-consomme peu après l'entrée en ponte et l'introduction d'un rationnement

alimentaire risquerait de pénaliser un peu plus les performances de ponte des reproductrices (chez la dinde, le nombre total d'œufs pondus est déjà limité par la tendance naturelle des femelles à entrer en couvaision).

SÉLECTION SUR LA BASE DES CAPACITÉS DE REPRODUCTION

L'intérêt d'une sélection des femelles reproductrices sur la base du nombre d'œufs pondus est une évidence pour tous ceux qui s'intéressent à la production avicole. Toutefois, les critères de sélection des reproductrices «chair» pour ce caractère ont une moins grande importance que chez les poules pondeuses car d'autres caractéristiques (croissance des descendants par exemple) interviennent dans les index de sélection. Ainsi, chez la poule, le nombre total d'œufs pondus par les souches de poules pondeuses atteint et dépasse 300 œufs par saison de ponte alors qu'il n'est que de l'ordre de 170 œufs chez les poules reproductrices «chair».

En revanche, la sélection de lignées mâles de coqs, de pintades ou de canards

sur la base de leurs capacités de reproduction est sans doute moins connue. Elle a pourtant pu aboutir à des résultats remarquables soit en augmentant la production des gamètes par mâle (doublement de la production de spermatozoïdes en 10 ans chez la pintade) soit en retardant la baisse de fertilité dans les souches de coqs sélectionnés sur la base des performances de croissance (les performances de croissance sont souvent en corrélation négative avec les performances de fertilité).

INSÉMINATION ARTIFICIELLE

Comme chez les mammifères domestiques, cette méthode de reproduction s'est largement développée dans les principales espèces avicoles. Elle est utilisée aujourd'hui dans toutes les espèces pour la sélection de lignées grand-parentales et représente désormais la seule méthode de reproduction efficace lorsque le dimorphisme sexuel est important (dinde) ou lorsque les mâles ont des capacités de production spermatique limitées (pintade). Le tableau II résume, par espèce, les prin-

Tableau II. Spécificités de l'insémination artificielle chez les principales espèces avicoles.

Espèce	% Mâles	Collecte de sperme		IA			Sperme	
		Technique	Fréquence /sem	Nb fem/éjaculat	Dose ($\times 10^6$ sp/femelle)	Fréquence /sem	Pur ou dilué	Conservation (dilué)
Poule	3-4	Massage	3-5	5-10	150-250	1	les deux	4-6 h
Dinde	4-5	Massage	1-2	8-12	150-250	1	dilué	5-7 h
Pintade	15-20	Massage	1-2	3-4	80-120	1	dilué	1-2 h
Cane (mâle Barbarie x femelle Pékin)	5-15	Mannequin ou Massage	2-4	10-15	50-100	2	pur	30 min

cipales caractéristiques d'utilisation de l'insémination artificielle en élevages de multiplication. Dans tous les cas, les quantités de spermatozoïdes à inséminer sont importantes (50 – 250.10⁶). Cependant, à l'exception du croisement interspécifique canard Barbarie x cane Pékin, la fertilité moyenne des œufs reste > 90%. Dans quelques espèces (coq, dindon), l'utilisation de dilueurs de conservation à court terme (4–7 h) a favorisé l'élevage séparé des mâles et des femelles; les travaux expérimentaux en cours permettent d'envisager à terme une conservation plus longue (24 h) qui pourrait, dans certains cas, permettre de remplacer la vente des reproducteurs par la vente de doses de sperme.

PROGRÈS ESPÉRÉS EN REPRODUCTION AVICOLE

Il est trop souvent considéré que les performances de reproduction sont, en aviculture, proches de leurs limites maximales. Cette attitude méconnaît les particularités physiologiques, génétiques et économiques propres aux espèces avicoles. Rappelons donc ici quelques points essentiels :

- les femelles d'oiseaux ont la particularité de stocker des spermatozoïdes féconds pendant des durées qui varient, selon les espèces, de quelques jours (caille : 10–12 j) à plusieurs semaines (dinde : 7–8 sem). Cette particularité a été mise à profit pour développer l'insémination artificielle dans des conditions économiquement rentables bien que le prix des descendants soit très bas (1,40–1,60 F/poussin dans l'espèce *Gallus*). Mais, chez la poule par exemple, le seuil de rentabilité n'est atteint que lorsque la fertilité des œufs dépasse 90% et la cadence d'insémination 200 femelles/h (à raison de 5 h d'insémination par jour) !

- certaines techniques, telles que la congélation du sperme, ne sont pas aujourd'hui utilisables en aviculture. Pourtant, la fertilité après insémination en sperme congelé dépasse 80% dans les meilleurs cas (espèce *Gallus*), un niveau nettement supérieur à celui obtenu chez les mammifères domestiques. Les raisons de ce «retard» technique sont là encore spécifiques : le sperme congelé doit, pour être utilisable chez les oiseaux, rester fécondant au moins une semaine dans l'oviducte afin de permettre la fécondation de plusieurs ovules. Cette situation n'est pas réalisée à ce jour car il faut, pour obtenir des résultats «satisfaisants», inséminer tous les 2–3 j des quantités importantes de sperme ($\geq 300.10^6$ /dose) qui pénalisent grandement le prix de revient des poussins;

- de façon générale, les performances de fertilité diminuent avec l'âge physiologique des reproductrices. Les causes de ce phénomène sont mal connues, mais semblent mettre en cause la capacité des femelles à stocker durablement des quantités importantes de spermatozoïdes. S'agit-il d'une immunisation progressive de ces femelles contre les gamètes mâles ou d'une diminution de la durée de leur survie *in vivo* ? Dans l'état actuel, les seules méthodes utilisées pour «compenser» la baisse d'efficacité du stockage des spermatozoïdes chez les femelles âgées consistent à augmenter leur nombre ou bien à rapprocher les intervalles entre inséminations (Brilliard et de Reviers, 1989). Cependant, bien que des doses considérables de sperme soient actuellement utilisées (jusqu'à 250.10⁶ spermatozoïdes par femelle chaque semaine), des résultats de fertilité satisfaisants ($\geq 93\%$) sont néanmoins obtenus expérimentalement avec seulement 50.10⁶ de spermatozoïdes chez ces femelles âgées (de Reviers et Brilliard, 1992);

- dans certains cas (dinde, pintade), la durée de la période de reproduction est

Tableau III. Héritabilité de quelques caractéristiques de fertilité dans l'espèce *Gallus domesticus*.

Sexe	Caractère	h^2	Source
Mâles ¹	Vol éjac	0,1-0,4	Siegel, 1963
	Concentr spz	0,01-0,5	et
	Motilité	0,1-0,8	Soller <i>et al</i> , 1965
	Aptitude à la congélation	0,1-0,3	Mitchell <i>et al</i> , 1977
Femelles	Intensité de ponte	0,2	Beaumont, 1991
	Durée maximum de fertilité	0,1-0,2	Pingel <i>et al</i> , 1984 Beaumont, 1992
	Survie embryonnaire	0,05-0,3	Crittenden <i>et al</i> , 1957
	Fertilité	0,1-0,4	Custodio et Dacosta, 1988
	Taux d'éclosion	0,05-0,10	Beaumont, 1992

¹ Résultats généralement obtenus à partir d'expériences ayant impliqué un petit nombre d'individus.

≤ la durée de la période d'élevage. Cette augmentation des coûts de production peut ou non être associée à une diminution des performances de ponte dans les espèces dites «couveuses» (dinde, mais aussi poule reproductrice);

– une fertilité élevée n'est pas synonyme d'un taux d'éclosion élevé (dinde, pintade, croisement interspécifique Barbarie x Pékin par ex). Cette perte d'embryons est largement dommageable aux types de production concernés car elle cumule les coûts de production d'œufs, de fécondation et d'immobilisation d'une partie des incubateurs.

Les problèmes que nous venons d'évoquer concernent à la fois la fertilité mâle, la fertilité femelle et le développement embryonnaire; leur persistance à ce jour est sans doute liée au fait que la plupart des caractères concernés sont héréditaires (tableau III) et qu'ils devront, pour être résolus, mettre en œuvre une coopération étroite entre physiologistes et généticiens.

RÉFÉRENCES

- Beaumont C (1992) Genetic parameters of duration of fertility in hens. *Can J Anim Sci* 72, 193-201
- Brillard JP, de Reviers M (1989) L'insémination artificielle chez la poule. Bases physiologiques et maîtrise du taux de fécondation des œufs. *INRA Prod Anim* 2(3), 197-203
- Crittenden LB, Bohren BB, Anderson VL (1957) Genetic variance and covariance of the components of hatchability in New Hampshire. *Poult Sci* 36, 90-103
- Custodio RWS, Dacosta MN (1988) Genetic of reproductive traits obtained from hierarchical matings in meat-type chickens. *Proc 18th world poultry cong.* Nagoya 472-473
- Mitchell RL, Buckland RB, Kennedy BW (1977) Heritability of frozen and fresh chicken semen and the relationship between the fertility of frozen and fresh semen. *Poult Sci* 56, 1168-1177
- Pingel H, Scubert Ch, Stübs M, Henker W (1984) Genetic effects on fertilization persistency and quantitative sperm characteristics. *Proc 17th world poult congr Helsinki* 206-208

- de Reviers M (1974) Le développement testiculaire chez le coq. III. Influence de la durée d'éclairage appliquée en photopériodes constantes. *Ann Biol Anim Biochim Biophys* 11, 531-546
- de Reviers M (1977) Le développement testiculaire chez le coq. V. Action de variations progressives de la durée d'éclairage. *Ann Biol Anim Biochim Biophys* 17, 179-186
- de Reviers M, Seigneurin F (1990) Interactions between light regimes and feed restrictions on semen output in two meat-type strains of cockerels. In: *Control of fertility in domestic birds* (Brillard JP, ed) Colloq INRA 54, 221-231
- de Riviers M, Brillard JP (1986) Variations in the sperm production, the sperm output and in the number of sperm to be inseminated in ageing breeders. *World Poult Sci J* 42 (1), 98
- Sauveur B (1982) Programmes lumineux conduisant à un étalement de la période de reproduction de l'oie. Revue bibliographique. *Ann Zootech* 31, 171-186
- Siegel P (1963) Selection for body weight at eight weeks of age: 2. Correlated responses of feathering, body weights and reproductive characteristics. *Poult Sci* 42, 896-905
- Soller M, Snapir N, Schindler H (1965) Heritability of semen quality, concentration and motility in White Rock roosters, and their genetic correlation with rate of gain. *Poult Sci* 44, 1527-1529