

J.P. BRILLARD, M. de REVIRS

INRA Nouzilly
Station de recherches avicoles
37380 Monnaie

L'insémination artificielle chez la poule

Bases physiologiques et maîtrise du taux de fécondation des œufs

Longtemps ignorée des producteurs de poussins, encore souvent critiquée, l'utilisation de l'insémination artificielle chez la poule n'en continue pas moins une progression lente chez les multiplicateurs et accouveurs français ou étrangers, alors qu'elle est utilisée depuis près de vingt ans chez la quasi totalité des dindes et des pintades et se développe rapidement chez les palmipèdes (production d'oisons dans les pays de l'Est, et de mulards, issus du croisement entre le canard de Barbarie et la cane commune, en Asie du Sud Est et en France). Chez la poule, ce développement à « petits pas » est lié à plusieurs causes : économiques, tout d'abord, car le coût des investissements (pourtant vite compensable par les économies d'aliment liées à la diminution du nombre des coqs et au rationnement des poules) dépasse, selon les pays, de 10 % à 25 % le prix d'une installation de capacité équivalente destinée à la reproduction naturelle ; humaines, ensuite, car la main d'œuvre formée est encore rare, et dispendieuse ; zootechniques enfin, car de nombreux facteurs doivent être maîtrisés en même temps.

Résumé

Chez la poule, l'insémination artificielle, exigeante en main d'œuvre (+ 1,5 UTH par 10 000 reproductrices) et en investissements (+ 10 à 25 %, surtout dûs aux batteries de cages), n'en permet pas moins une réduction significative (- 8 à 10 %) du prix de revient des poussins qui, par ailleurs, sont souvent de meilleure qualité (vigueur et poids à l'éclosion, état sanitaire, vitesse de croissance). Elle connaît donc un regain d'intérêt chez les reproductrices de type chair.

L'insémination artificielle permet en effet de réduire le nombre des coqs (2 à 4 pour 100 poules au lieu de 8 à 12 en reproduction naturelle) d'augmenter, pendant la seconde moitié de la période de reproduction, le taux de fécondation des œufs, d'élever séparément les reproducteurs des deux sexes avec un éclairage et une alimentation adaptées à leurs besoins spécifiques. Des cages collectives (femelles) ou individuelles (mâles) autorisent un rationnement alimentaire plus strict qu'au sol et l'élimination progressive des animaux les moins productifs.

Mais la réussite de l'insémination artificielle suppose qu'il y ait collecte fréquente du sperme (1 par jour), ajustement des nombres de spermatozoïdes (100 à 200 millions par dose) et de l'intervalle entre inséminations (en moyenne 7 jours) suivant l'âge et l'origine génétique des poules. De plus, la mise en place du sperme doit être faite pendant la période favorable du cycle ovulatoire, c'est-à-dire au moins 4 h avant ou 4 h après l'oviposition, en raison des contractions utérines qui accompagnent cette dernière et limitent les quantités de spermatozoïdes stockés dans les glandes utérovaginales.

Cette réussite nécessite aussi un personnel qualifié, motivé et apte à persévérer dans un travail répétitif et à cadence élevée (par exemple 1 500 inséminations/jour/personne pendant 40 semaines de suite...).

Depuis 1982-1983, à notre connaissance, 500 à 700 000 poules reproductrices destinées à la production de poussins-chair ont été mises en cages pour être inséminées artificiellement. C'est peu comparé aux 150 millions de reproductrices qui sont utilisées de par le monde en reproduction naturelle. Mais c'est aussi suffisant pour avoir aujourd'hui une idée bien précise des difficultés rencontrées pour maîtriser ce mode de reproduction qui offre pourtant de nombreuses possibilités, à condition de bien connaître les bases physiologiques et techniques.

1 / Avantages et inconvénients de l'insémination artificielle chez la poule

Dans les conditions françaises, l'insémination artificielle des poules reproductrices de type chair permet de diminuer de 8 à 10 % le prix de revient des poussins (Stevens 1985, Quemeneur *et al* 1985), d'en améliorer la qua-

lité (état sanitaire, notamment) et l'aptitude à la croissance (Seigneurin 1985) tout en permettant d'élever les reproducteurs des deux sexes en cages et dans des milieux différents.

Comme nous allons le voir, ces améliorations sont possibles dans la mesure où l'insémination artificielle permet :

- de diminuer le nombre de coqs au tiers ou au quart de l'effectif recommandé par les sélectionneurs en vue de la reproduction naturelle (8 à 12 coqs pour 100 poules). Cela suppose que le sperme des coqs soit récolté suffisamment souvent et que le nombre de spermatozoïdes mis en place à chaque insémination soit limité aux besoins de la fécondation. La diminution du nombre de coqs peut alors être faite au profit de ceux dont la vitesse de croissance est la plus rapide, alors que les sélectionneurs recommandent de les écarter de la reproduction naturelle. Ces coqs ont en effet la réputation d'avoir une activité de cochage insuffisante.

- d'améliorer le taux de fécondation des œufs. Celui-ci varie en moyenne de 78,2 à 90,7 % en reproduction naturelle sur l'ensemble de la période de reproduction (24-64 semaines d'âge). L'insémination artificielle peut permettre de maintenir entre 92 et 94 % pendant le même temps (Quemeneur *et al* 1985). Cette augmentation est surtout possible à partir de 45 semaines d'âge : la diminution de l'aptitude des poules à être fécondées qui survient alors peut en effet être en partie compensée par l'augmentation du nombre de spermatozoïdes mis en place et, si cela ne suffit pas, par des inséminations plus fréquentes. Ces mesures sont d'autant plus efficaces qu'il y a souvent, après maturité sexuelle, diminution du nombre de spermatozoïdes produits par les coqs et du nombre des coqs donneurs de sperme (de Reviers 1986) s'ils sont élevés dans les mêmes conditions que les poules. Les coqs de mauvaise fertilité peuvent par ailleurs être identifiés et éliminés, de même que les poules qui cessent de pondre, alors que cela n'est que difficilement réalisable en reproduction naturelle.

- d'élever les reproducteurs en cages et dans des conditions d'alimentation et d'éclairage différentes suivant qu'il s'agit des coqs ou des poules. L'élevage en cages, individuelles pour les coqs, collectives pour les poules (3 ou 4 par cage) est d'abord nécessaire à la manipulation facile et rapide des animaux. Pour des raisons économiques, chaque inséminateur doit en effet assurer l'insémination de près de 1 500 poules par jour en 6 heures de travail quotidien, y compris la collecte du sperme. Il doit donc inséminer 3 à 5 poules par minute ; dans ces conditions, une variation de quelques secondes à chaque insémination peut se traduire par plusieurs centaines de poules inséminées ou non en fin de journée. L'élevage en cages a par ailleurs pour avantage de permettre un meilleur contrôle de l'état sanitaire (absence de litière) et du rationnement alimentaire. Celui-ci peut être d'autant plus strict que le confinement relatif des animaux en cages leur permet d'avoir une dépense énergétique d'environ 10 % inférieure à celle d'animaux en liberté

au sol. Les poules reproductrices de type chair pondent un peu moins en cages, mais leurs œufs sont plus gros (+ 2 g) donnant naissance à des poussins plus lourds (+ 1,2 g ; Quemeneur *et al* 1985). C'est peut-être ce qui explique par la suite leur croissance plus rapide (+ 50 g à l'âge de leur commercialisation comme poulets de chair, soit 41 j ; Seigneurin 1985).

L'élevage séparé des mâles et des femelles permet en outre de garder les coqs toute leur vie en jours courts, favorables au maintien d'une forte production de spermatozoïdes, contrairement aux jours longs (de Reviers 1973) qui sont au contraire jugés indispensables au maintien d'une bonne ponte.

L'effet des jours courts est encore plus marqué si les coqs sont rationnés dès le plus jeune âge (de Reviers et Seigneurin 1989).

Ces différents avantages de l'insémination artificielle peuvent compenser très largement ses inconvénients :

- le surcroît de main-d'œuvre qu'elle nécessite (+ 1 à 1,5 UTH, 10 000 reproductrices ; Stevens 1985) est en effet compensé par l'économie d'aliment due à la réduction du nombre des coqs. Mais ce n'est vrai que si cette main-d'œuvre est suffisamment qualifiée. Une motivation appropriée (personnalisation des résultats, primes, congés, etc.) s'est révélée efficace dans les élevages les plus performants.

- le supplément d'investissements (+ 10 à 25 % sous forme de cages et, accessoirement, de matériel d'insémination) n'est par contre qu'en partie compensable par le fait que les cages disposées en batteries de plusieurs étages (en général 3), permettent de doubler le nombre de reproducteurs par unité de surface construite (densité recommandée en reproduction naturelle au sol : 6 par m²) mais c'est surtout vrai si les poules sont de petit format (Vedette) car elles peuvent alors être 4 par cage. Celles dites normales, moins représentées en France, ne peuvent être que 3 par cage. Elles supportent d'ailleurs moins bien la claustration que les poules nanifiées.

Ces arguments font que l'insémination artificielle connaît actuellement un regain d'intérêt dans une espèce où elle n'avait donné lieu qu'à de timides essais de développement, souvent sanctionnés par un échec économique. Bien sûr, l'intérêt évident que représente l'obtention de performances zootechniques élevées passe d'abord par une connaissance précise des gestes qu'il faut accomplir pour mettre en œuvre cette méthode. Mais, trop souvent encore, les inséminateurs « apprennent » leur métier par eux-mêmes sans disposer des bases nécessaires à la compréhension même élémentaire de ce qu'ils accomplissent. Cela peut conduire à de sérieux déboires dans une profession où les marges sont si étroites et la concurrence telle qu'il faut souvent obtenir et dépasser 90 % d'œufs fécondés pour atteindre le seuil de rentabilité. Il est donc essentiel de bien connaître les principales causes de variation des résultats d'insémination et c'est le but des paragraphes qui suivent. Nous nous sommes volontairement limités aux questions concernant l'utilisation du sperme (doses, fré-

En reproduction naturelle, le taux de fécondation moyen des œufs varie de 78 à 91 % selon l'âge et l'origine des coqs et des poules.

L'insémination artificielle permet de maintenir ce taux à 92-94 % sur toute la période de ponte.

quence d'insémination...) et l'état physiologique des femelles (âge et stade de formation de l'œuf). La préparation des reproducteurs à la production des gamètes (spermatozoïdes, œufs) constitue en elle-même une démarche d'une autre nature mettant en jeu d'autres mécanismes (contrôle de la croissance corporelle, développement gonadique, etc.). Ces différents problèmes ont déjà fait l'objet de revues bibliographiques importantes (Sauveur 1988, Lake 1989).

2 / Récolte du sperme, définition des doses et de la fréquence d'insémination

La récolte du sperme chez le coq et sa mise en place chez la poule sont relativement faciles à réaliser. Cela n'exclut pas que des conditions précises soient remplies lors de ces deux étapes.

2.1 / Récolte et conditionnement du sperme

L'éjaculation du coq peut être obtenue en quelques secondes par massage dorsal ou dorso-abdominal. Cet animal n'ayant qu'un pénis vestigial, le sperme éjaculé s'écoule dans la gouttière formée par les replis arrondis du cloaque qui font légèrement saillie hors de celui-ci au moment de l'érection. Ce sperme peut être récolté par aspiration dans un tube. Deux opérateurs sont en général nécessaires, l'un chargé du massage, l'autre de la récolte proprement dite. Ils peuvent traiter 120 à 140 coqs à l'heure s'il s'agit de cages individuelles.

L'utilisation d'une planchette de contention des coqs est de plus en plus fréquente. Dans ces conditions, un seul opérateur peut à la fois masser le coq et récolter le sperme (90 à 100 coqs par heure).

Le volume des éjaculats obtenus varie beaucoup d'un animal à l'autre (moyenne : 0,4 à 0,8 ml - extrêmes : 0,2 à 1,2 ml) ainsi que la concentration en spermatozoïdes du sperme (moyenne : 4 à 6 milliards par ml - extrêmes : 2 à 10 milliards). Cette dernière peut être rapidement évaluée après dilution à 0,5 ou 1% à l'aide d'un photomètre calibré. Les coqs les moins productifs peuvent être éliminés dès l'âge normal de maturité sexuelle (de Reviers 1986) car leur production de sperme ultérieure n'est que rarement restaurée.

A moins qu'on ne doive connaître l'origine paternelle de la descendance (cas de la sélection), il vaut mieux mélanger les éjaculats de plusieurs coqs (5 à 10 par mélange). Cela permet d'avoir une semence assez bien standardisée quant à sa teneur en spermatozoïdes. En outre cette pratique permet d'améliorer les pourcentages d'œufs fécondés de 5 à 15 points par rapport à ceux obtenus à partir d'éjaculats individuels, inséminés à nombre de spermatozoïdes identique (de Reviers et Brillard 1984, non publié). La fécondance des spermatozoïdes varie en effet considérablement d'un éjaculat à l'autre. Il y a de plus de fortes interactions indi-

viduelles entre coqs et poules pour le taux de fécondation des œufs (de Reviers, Boyer et Millet 1978, non publié). C'est donc à des mélanges de sperme que nous ferons référence ici.

Le sperme de coq peut être employé à l'état pur s'il est inséminé dans la demi-heure qui suit son prélèvement. Sinon il doit être dilué, et éventuellement refroidi, si le délai de son utilisation doit atteindre ou dépasser plusieurs heures. Sa fécondance est souvent aussi élevée que celle du sperme frais, si le délai de conservation ne dépasse pas 6 à 24 h. Dans la pratique, elle est souvent moins bonne (diminution de 20 à 25 % du taux de fécondation des œufs) malgré les résultats prometteurs de la bibliographie (Lake 1989). Cela semble pouvoir être relié à la présence ou à la formation dans le plasma séminal de composés toxiques de faible poids molaire ($M < 500$) (Blesbois 1985). Dans ces conditions, il n'est pas encore recommandable d'inséminer en routine les poules avec du sperme stocké *in vitro*, bien que cela puisse présenter plusieurs avantages (possibilité de ne récolter le sperme qu'aux heures les moins favorables à l'insémination et de transporter ce sperme à distance du lieu de sa récolte).

Les résultats obtenus après congélation et décongélation du sperme sont encore plus aléatoires. Ils peuvent être élevés (taux de fécondation supérieur ou égal à 90%) mais à condition de réinséminer les poules trois fois plus souvent qu'avec du sperme frais et avec des doses de spermatozoïdes quatre fois supérieures (Lake *et al* 1981). Cela rend cette technique très onéreuse, d'autant plus que le coût du stockage du sperme est lui-même élevé par rapport à celui du poussin.

2.2 / Fréquence de récolte des coqs

La production de spermatozoïdes est continue et ne peut être stockée qu'en quantité limitée dans les canaux déférents (de Reviers 1975). Pour utiliser au mieux la production spermatique des coqs, il faut donc connaître la fréquence d'éjaculation qui permet, pour une période donnée (par exemple une semaine), d'obtenir le plus grand nombre possible de spermatozoïdes par mâle. Chez le coq *Gallus*, cette fréquence est d'une récolte par jour, alors qu'il faut espacer les collectes de sperme de 3 à 4 jours si l'on souhaite récolter le plus possible de spermatozoïdes par éjaculat. Dans ce dernier cas, le nombre total de spermatozoïdes récolté par semaine est deux fois moindre que s'il y a, par exemple, 5 récoltes de sperme par semaine (11,2 vs 20,3 milliards de spermatozoïdes) et l'on ne récupère dans les éjaculats que 50 % des spermatozoïdes produits au lieu de 87 (tableau 1).

Comme le nombre de spermatozoïdes à inséminer est fixé par ailleurs (cf infra), il en résulte que le nombre de coqs à élever et entretenir pour assurer la reproduction d'un troupeau de poules peut varier du simple au double suivant la fréquence adoptée pour la récolte du sperme.

Tableau 1. Production testiculaire hebdomadaire de spermatozoïdes (estimée par comptage hématimétrique dans les broyats testiculaires) et nombres de spermatozoïdes récoltés chez 3 lots de 23 coqs soumis à 2, 3 ou 5 récoltes de sperme par semaine (moyennes \pm écarts-types de la moyenne) (d'après de Reviers et Brillard 1982)

Nombre de récoltes	2	3	5
Production testiculaire de spermatozoïdes ($\times 10^9$)	21,7 \pm 1,4	24,5 \pm 1,4	23,1 \pm 1,4
Nombre de spermatozoïdes récoltés ($\times 10^9$)	11,2 \pm 0,2	15,4 \pm 1,1	20,3 \pm 1,7
Taux de récupération (%)	50	60	87

2.3 / Nombres de spermatozoïdes à inséminer

Les nombreuses études conduites pour déterminer les doses les plus appropriées à l'obtention de taux de fertilité élevés ont relégué au second plan la notion de « volume » de sperme inséminé au profit de celui de « nombre de spermatozoïdes ». En effet la concentration des ejaculats varie dans de très larges proportions en fonction des souches de coqs, de leur âge, des individus, de la fréquence et du mode de collecte du sperme.

On sait depuis longtemps que des inséminations faites avec des doses de sperme de même volume mais ayant des concentrations de spermatozoïdes variables donnent des taux de fécondation qui le sont presque autant, alors qu'ils ne présentent pas de variations significatives si ces inséminations sont faites à nombres de spermatozoïdes égaux, mais dans des volumes variables (Munro 1938).

La mesure régulière de la concentration spermatique constitue donc une étape essentielle dans l'utilisation d'un troupeau de reproducteurs en insémination artificielle. Ce point

admis, il reste à définir les nombres de spermatozoïdes qui conduisent aux meilleurs résultats de fertilité et d'éclosion. Répondre à cette question n'est pas simple car, là encore, plusieurs facteurs vont influencer les résultats.

La première étude systématique sur les nombres de spermatozoïdes à inséminer dans l'espèce Gallus revient probablement à Taneja et Gowe (1961). Leurs résultats (figure 1) montrent que le taux de fécondation des œufs, évalué du 2^e au 9^e jour après insémination artificielle, atteint l'optimum avec 100 millions de spermatozoïdes par insémination, mais cette dose doit souvent être doublée, voire triplée, quand les poules avancent en âge (Brillard 1988).

Il a cependant été possible d'obtenir des taux de fécondation satisfaisants (90 à 95 %) avec des nombres de spermatozoïdes bien moindres, en utilisant soit du sperme pur (25 millions de spermatozoïdes : de Reviers et Brillard, non publié) soit au contraire du sperme dilué 10 à 50 fois dans un dilueur contenant du plasma séminal frais (5,5 millions de spermatozoïdes : Lake et Ravie 1987). Mais ces résultats gardent pour le moment une valeur d'exception, des recherches sont encore nécessaires avant qu'on ne puisse les utiliser à l'échelle industrielle. En particulier il semble bien qu'on ne puisse réduire au minimum le nombre des spermatozoïdes inséminés que s'ils sont de qualité excellente au moment de leur insémination chez des poules elles-mêmes au maximum de leur aptitude à la fécondation.

2.4 / Délai entre inséminations successives

Après mise en place d'une dose de sperme, les femelles des oiseaux domestiques ont la particularité de pondre des œufs fécondés pendant une durée qui varie de quelques jours (caille) à quelques semaines (dinde). Elle peut atteindre trois semaines chez la poule.

Dans cette dernière espèce, le taux de fécondation des œufs n'est vraiment élevé que dans les 6 à 10 jours qui suivent l'insémination, soit 7 jours en moyenne. Ce taux augmente avec le nombre de spermatozoïdes inséminés (Taneja et Gowe 1961), mais diminue suivant l'âge des poules.

Cette notion conduit à préciser que l'intervalle à respecter entre deux inséminations consécutives doit être d'une semaine, de manière à inséminer un nombre minimum de spermatozoïdes sans perte de fertilité. En fait,

Le taux de fécondation atteint l'optimum avec 100 à 200 millions de spermatozoïdes par dose suivant l'âge des poules mais ne reste élevé que durant la semaine qui suit l'insémination.

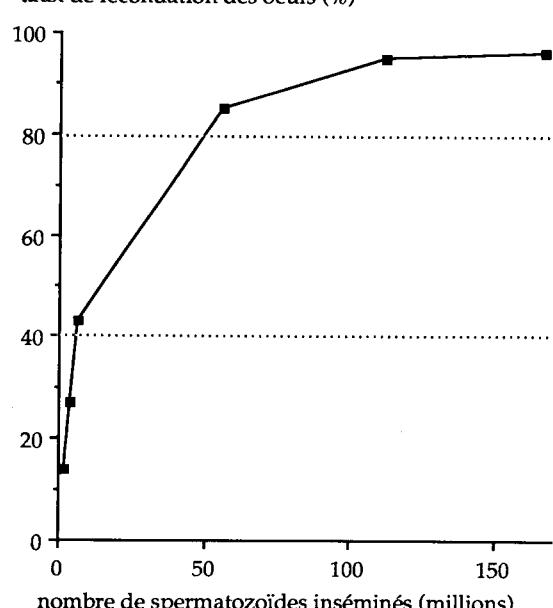
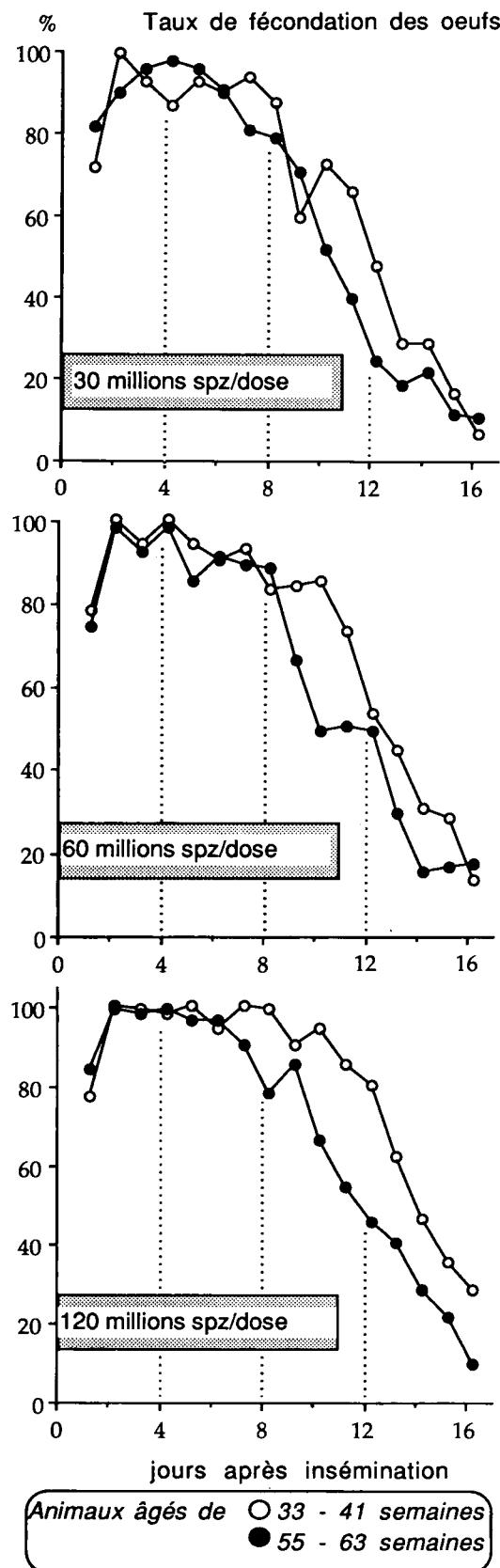


Figure 2. Variations suivant l'âge des poules du taux de fécondation des œufs après deux inséminations artificielles faites à 24 h d'intervalle avec différentes doses de spermatozoïdes.
Deux périodes d'âge ont été choisies : soit peu après le pic de ponte (33-41 semaines d'âge), soit au contraire vers la fin de la période de ponte (55-63 semaines).



cet intervalle est fonction de l'âge des poules car la durée de leur période fertile diminue avec l'âge, ce que l'on peut corriger en partie en augmentant la dose de spermatozoïdes plutôt que la fréquence des inséminations (figure 2). Encore faut-il être prudent sur ce point car il existe entre différents croisements commerciaux des variations importantes du stockage des spermatozoïdes à un âge et pour une dose donnée (figure 3). Ces variations peuvent entraîner des écarts non négligeables de fertilité entre troupeaux inséminés par ailleurs dans les mêmes conditions.

En outre, quand il y a insémination une fois par semaine avec des nombres élevés de spermatozoïdes (100 à 200 millions) de bonne qualité, il est rare que le taux de fécondation soit maximum avant la troisième semaine chez toutes les poules. Cela peut être dû au fait que seule une très faible part (1 à 2 % en moyenne) des spermatozoïdes inséminés sont effectivement stockés après chaque insémination dans les glandes utéro-vaginales de l'oviducte (tableau 2). Quoi qu'il en soit, il faut en fait, au début de chaque période d'insémination, inséminer les poules deux jours de suite, éventuellement trois, pour pouvoir atteindre d'emblée un taux de fécondation maximum et connaître rapidement leur aptitude à la fécondation.

3 / Mise en place du sperme et oviposition

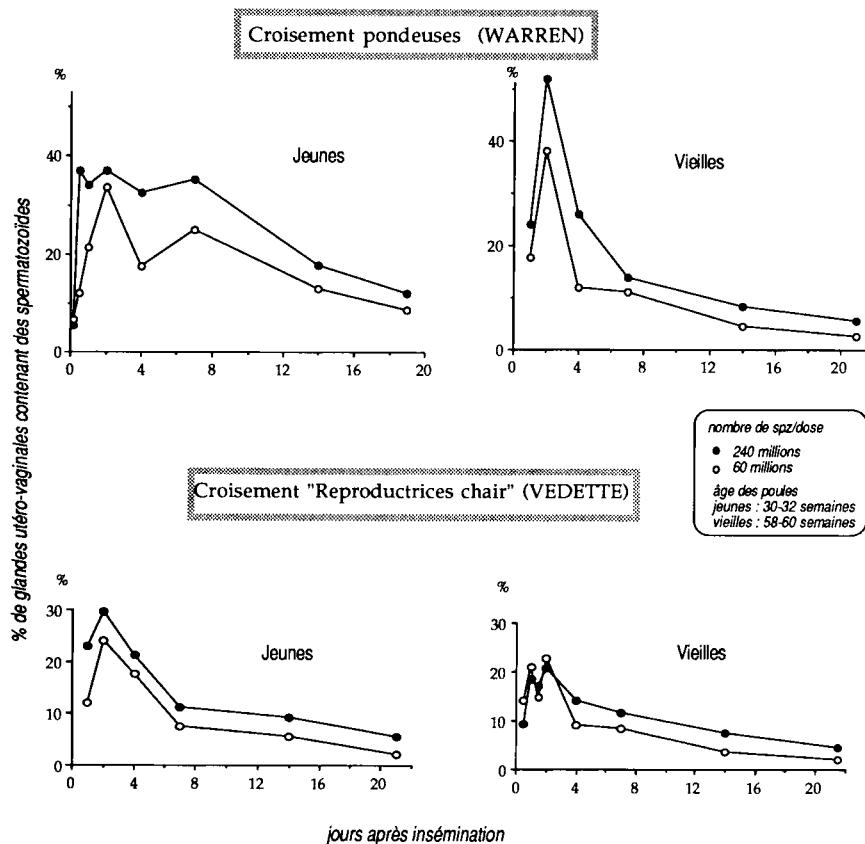
L'oviposition est le moment où l'œuf, terminé, est expulsé hors de l'utérus, via le vagin et le cloaque de la poule. Elle ne dure que quelques secondes à quelques dizaines de secondes et est en général suivie, 15 à 30 minutes plus tard, par l'ovulation de l'œuf suivant, à moins qu'il n'y ait pause ou arrêt de ponte. Cette oviposition est due à des contractions utérines, elles-mêmes induites par les prostaglandines qui assurent par ailleurs le relâchement du vagin. L'utérus peut avoir une activité contractile contemporaine de l'ovulation même s'il n'y a pas eu d'oviposition préalable.

Chez les oiseaux, l'insémination artificielle des femelles dans les 3-4 heures qui précèdent

Tableau 2. Présence de spermatozoïdes dans les glandes utéro-vaginales de poules inséminées à un stade favorable ou défavorable par rapport à l'oviposition, c'est-à-dire respectivement 6 h ou 1 h après celle-ci (poules abattues 24 h après insémination d'une dose unique de 240 millions de spermatozoïdes, six femelles par traitement, d'après Brillard 1988)

Stade d'insémination	défavorable	favorable
Pourcentage moyen de glandes contenant:		
0 spz	99,4	75,2
de 1 à 5 spz (1)	0,5	13,9
plus de 5 spz (2)	0,1	10,9
Total (1+ 2)	0,6	24,8

Figure 3. Evolution du pourcentage de glandes utéro-vaginales contenant des spermatozoïdes dans les 20 jours après insémination artificielle faite avec 60 ou 240 millions de spermatozoïdes par dose chez des poules d'origines génétiques différentes (Warren et Vedette) âgées de 30-32 ou 58-60 semaines.



ou suivent l'oviposition donne généralement de médiocres résultats de fertilité : ceci a été confirmé dans plusieurs espèces telles que la poule domestique (figure 4), la dinde et la pintade.

La mise en place du sperme doit avoir lieu au moins 4 h avant ou après l'oviposition, les contractions utérines au cours de cette période limitant la remontée et le stockage des spermatozoïdes dans l'oviducte.

Les raisons de l'existence de cette période de subfertilité sont, jusqu'à une époque récente, restées inconnues bien que plusieurs hypothèses aient été avancées : milieu oviducal défavorable aux spermatozoïdes pendant cette période, blocage mécanique de la remontée des spermatozoïdes par présence d'un œuf revêtu de sa coquille ou encore existence temporaire de contractions oviducales péristaltiques capables d'expulser les gamètes mâles. Ces hypothèses ont fait l'objet d'une série d'expériences dont les résultats sont présentés ci-après.

Composition du fluide utérin :

Malgré d'importantes variations liées aux apports successifs d'éléments minéraux ou organiques qui entrent dans la composition des couches superficielles de l'œuf (membranes coquillières, coquille, cuticule), il n'a pas été observé de différences de mobilité ou de fécondation entre les échantillons de spermatozoïdes incubés dans plusieurs fractions de fluide retenu.

Rôle mécanique de l'œuf :

L'expulsion prématuée des œufs présents dans l'oviducte des poules traitées par injection de prostaglandines 5 heures avant le moment présumé de l'oviposition, et la comparaison de la fertilité de ces poules à celle de poules témoins (œuf normalement en place) inséminées en stade défavorable n'a révélé aucune différence significative de taux de fécondation entre les deux groupes, celui-ci restant toujours compris entre 30 et 35 % (J2-J8 après insémination).

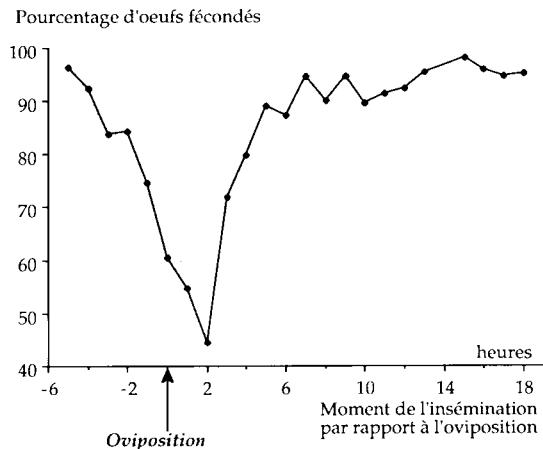
Rôle des contractions oviducales :

Chez des poules dont les contractions oviducales ont été supprimées artificiellement par injection d'indométhacine (inhibiteur de la synthèse des prostaglandines), le taux de fécondation est resté normal (92 % pour la période J2-J8) bien que les inséminations aient été pratiquées moins d'une heure après l'oviposition. Dans une expérience complémentaire, une activité électrique importante du vagin a été mise en évidence. Elle révèle l'existence de contractions se superposant de manière assez précise à la période « subfertile » des femelles : ce sont sans doute ces contractions qui sont à l'origine de la non remontée des spermatozoïdes.

Conclusion et perspectives

Les données qui viennent d'être présentées montrent que l'insémination artificielle des poules permet à l'heure actuelle d'obtenir des résultats techniques satisfaisants en se pliant à des normes relativement simples : sperme utilisé à l'état frais, à raison de 100 à 200 millions de spermatozoïdes par dose suivant l'âge des poules, inséminations renouvelées tous les 7 jours et faites à un intervalle de temps suffisant par rapport à l'oviposition (5 heures et plus). A ces conditions s'ajoute celle de l'emploi de matériels appropriés, à la mise au point desquels nous avons contribué en collaboration avec les Sociétés I.M.V. et Danno, et qui sont présentés par ailleurs (Cassou 1988).

Figure 4. Influence du délai entre insémination et oviposition sur le taux de fécondation des œufs pondus du 2^e au 9^e jour post-insémination (Johnston et Parker 1970).



Des progrès sont encore concevables. Ils peuvent concerner en particulier :

- le nombre et la qualité des spermatozoïdes produits par les coqs. Si l'on commence à mieux maîtriser le premier de ces deux paramètres, grâce notamment à de nouvelles méthodes d'élevage, on sait à peine constater l'état du second, pour lequel on ne dispose pas actuellement de moyen de contrôle vraiment efficace ; or il y aurait peut-être là une possibilité d'améliorer encore le taux de fécondation des œufs tout en diminuant le nombre de spermatozoïdes inséminés et par conséquent l'effectif de coqs.

- la conservation *in vitro* du pouvoir fécondant des spermatozoïdes est un objectif de certains au moins des producteurs de poussins ; nous avons indiqué qu'il n'est pas suffisamment près d'être atteint pour passer sans pré-

cautions dans la pratique, au moins dans les conditions françaises et surtout s'il y a congélation du sperme.

- l'amélioration de la durée de période fertile des poules par des moyens physiologiques ou génétiques, car c'est grâce à elle que l'on pourrait espacer peut-être davantage les inséminations artificielles, et par conséquent diminuer leur part dans le prix de revient des poussins.

En France, ces différentes directions de recherche sont poursuivies ou développées dans plusieurs implantations de l'INRA, en particulier la Station de Recherches avicoles de Nouzilly. Elles ne concernent pas seulement la poule mais encore la dinde, les palmipèdes et le faisan. On peut donc espérer de nouveaux progrès dans les années à venir, face à un marché de plus en plus compétitif.

Références bibliographiques

- BLESBOIS E. 1985. Conservation *in vitro* des spermatozoïdes de coq (température supérieure à 0° C). Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP, Paris, 18 octobre 1985, 2, 32-46.
- BRILLARD J.P., 1985. Insémination artificielle chez la poule. Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP, Paris, 18 octobre 1985, 2, 47-66.
- BRILLARD J.P., 1988. La fertilité de la poule après insémination artificielle : essai d'analyse quantitative du devenir des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles. Thèse doc. sciences Tours, 212 pages.
- BURROWS W.A., QUINN J.P., 1935. The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. Poult. Sci., 16, 19-24.
- CASSOU B., 1988. Les généralités sur l'insémination artificielle des oiseaux. L'Aviculture Française, R. ROSSET éd., 217-224.
- JOHNSTON N.P., PARKER J.E., 1970. The effect of time of oviposition in relation to insemination on fertility of chicken hens. Poult. Sci., 49 : 325-327.
- LAKE P.E., 1989. Recent progress in poultry reproduction. World's Poult. Sci. Journal, 45, 53-59.
- LAKE P.E., RAVIE O., 1987. Effect on fertility of low numbers of fowl spermatozoa inseminated in aqueous diluent or semen components of the fowl and turkey. British Poult. Sci. 28 : 75-80.
- LAKE P.E., RAVIE O., McADAM J., 1981. Preservation of fowl semen in liquid nitrogen : application to breeding programmes. Brit. Poult. Sci., 22, 71-77.
- MUNRO S.S., 1938. The effect of dilution and density on the fertilizing capacity of fowl sperm suspensions.
- QUEMENEUR P., BOUGON M., LE MENEC M., L'HOSPITALIER R. 1985. Comparaison de deux types d'élevage, sol et cages avec différents croisements de reproductrices chair manifiées. Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP, Paris, 18 octobre 1985, 2, 67-79.
- DE REVIRS M. 1975. Sperm transport and survival in male birds. in : The Biology of spermatozoa, E.S.E. Hafez et C.G. Thibault eds, Karger (Basel) 10-16.
- DE REVIRS M. 1986. Fertilité mâles des volailles. Rapport de synthèse, 7^e conf. Eur. d'Aviculture, Paris, 24-28 août 1986, 2, 916-931.
- DE REVIRS M., SEIGNEURIN F., 1989. Combining short days with feed restrictions maintains a high sperm production in broiler breeders cockerels. Poultry Misset, in press.
- SAUVEUR B., 1988. Reproduction des volailles et production d'œufs. INRA ed, Paris, 449 p.
- SEIGNEURIN F., 1985. Insémination artificielle des reproductrices chair. Résultats techniques après trois années de pratique en France. Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP, Paris, 18 octobre 1985, 2, 80-91.
- STEVENS P., 1985. Coût de l'insémination artificielle en production de poussins « chair ». Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP, Paris, 18 octobre 1985, 2, 92-106.
- TANEJA G.C., R.S. GOWE, 1961. Effects of varying doses of undiluted semen on fertility in the domestic fowl. Nature 191 : 828-829.

J.P. BRILLARD, M. DE REVIRS. Artificial insemination in the hen. Physiological basis and control of the fertilizing rate of eggs.

In the hen, artificial insemination (A.I.) may incur twice the labour cost than natural mating and 10-25 % more investment in cages, but the cost of chicks is reduced (- 10 %). Furthermore they are of better breeding value, more vigorous and heavier at hatching, and having a higher growth rate (+ 50 g at 41 days old). The poultry industry is therefore becoming more and more interested in A.I.

In fact, the benefits of A.I. are :

- a) the number of cockerels can be reduced to 1-3 per 100 hens, instead of 8-12 with natural mating ;
- b) the fertilizing rate of eggs is improved (particularly during the second half of the reproductive period) ;
- c) males and females can be raised separately (under conditions of lighting and feed specifically adapted to each sex) and in cages (better sanitary conditions, better control of food consumption, possibility of culling low performing breeders).

To succeed with A.I., semen collections must be performed frequently (5 times a week) ; and the number of inseminated sperm (100 to 200 million per A.I. dosis) and the frequency of insemination (1 per week, on average) must be adjusted according to the age and the breed of females. Furthermore, the inseminations must never be performed 4 hours before or 4 hours after oviposition, this period being a time of high uterovaginal motricity which is liable to expel most of the inseminated sperm.

One of the most important elements is a well-trained A.I. staff, able to work carefully at a high rate over long periods (for instance, 1,500 A.I. a day for 40 consecutive weeks). Producers have been able to meet these working criteria in other avian species (turkeys, guinea-fowl and ducks).

BRILLARD J.P., DE REVIRS M., 1989. L'insémination artificielle chez la poule. Bases physiologiques et maîtrise du taux de fécondation. *INRA Prod. Anim.*, 2 (3), 197 - 203.