

Fertilité et éclosabilité des œufs d'une souche de canes Pékin (*Anas platyrhynchos*) en croisement interspécifique avec le Barbarie (*Cairina moschata*) par insémination artificielle

R. ROUVIER *, Marie-Madeleine MIALON **,
F. SALZMANN **, B. POUJARDIEU *

avec la collaboration technique de R. COMBEBIAC **

* INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux,
Centre de Recherches de Toulouse, B.P. 27, F 31326 Castanet-Tolosan Cedex

** SICA SEPALM, Centre de Sélection des Palmipèdes gras,
Souprosse, F 40250 Mugron

Résumé

L'objet de l'étude est d'analyser les possibilités d'utilisation d'une méthode de reproduction nouvelle dans un programme de sélection de la cane *Pékin* pour l'amélioration de la production de mulards pour le gavage. 155 canes *Pékin* ont été contrôlées individuellement pendant les 18 premières semaines de ponte. Elles étaient inséminées artificiellement deux fois par semaine avec de la semence mélangée de canards de *Barbarie*. Les taux moyens respectivement d'œufs fécondés et d'œufs éclos par rapport aux fécondés sont de 0,71 et de 0,76. Les répétabilités dues aux effets « cane » sont respectivement pour les taux de fertilité et d'éclosabilité de 0,88 et de 0,82. Il n'y a pas d'antagonisme entre ces deux caractères. Sur le plan zootechnique, cette méthode de reproduction pourrait permettre d'accroître considérablement le nombre de canetons mulards produit par la cane *Pékin* Européenne. Sur le plan de la sélection il est confirmé que la méthode est utilisable pour un test précis des reproductrices sur leur production de canetons mulards. Il faudra par la suite analyser et estimer la variabilité génétique des caractères suivant cette méthode de reproduction.

Mots clés : Cane Pékin, mulard, croisement interspécifique, insémination artificielle, fertilité, éclosabilité.

I. Introduction

L'efficacité plus ou moins grande d'un programme de sélection dépend de la maîtrise de la reproduction des animaux considérés. L'objet de la présente étude est d'analyser les résultats de l'insémination artificielle de la cane commune *Pékin* avec de la semence mélangée de canard de *Barbarie*, lors de l'initialisation d'un programme de sélection. En effet, le taux de fertilité des œufs dans l'accouplement naturel entre le mâle *Barbarie* et la cane *Pékin*, avec le matériel génétique Européen, est réputé pour être trop faible (30 à 35 %). Les raisons en sont discutables : différence de comporte-

ment sexuel entre les deux espèces et incompatibilité génétique. Les travaux précurseurs de WATANABE (1961) ont montré que l'insémination artificielle pouvait améliorer ce taux de fertilité. Cette méthode de reproduction était utilisée avec succès à Taïwan où les recherches la concernant ont été développées (TAI, 1985). Mais le matériel génétique utilisé en Europe ainsi que les méthodes d'élevage sont différents. Jusqu'à une époque récente les résultats n'y étaient pas concluants, ce qui a conduit à des études d'application de cette nouvelle méthode de reproduction.

ROUVIER *et al.* (1987a) obtiennent par insémination artificielle de canes *communes* Européennes *Rouen* et *Pékin* avec du sperme mélangé de canards de *Barbarie* des taux moyens d'œufs fécondés (52 % à 69 %) sur des durées de 38 à 49 jours qui sont très supérieurs aux taux contrôlés en accouplement naturel avec ces types d'animaux (MIALON, 1985). De plus, des valeurs fortes des répétabilités du taux de fertilité des œufs dues à l'effet cane ont été mises en évidence. Une sélection de la cane *commune* sur sa production de mulards pour le gavage pouvait donc être entreprise en utilisant l'insémination artificielle comme méthode de reproduction.

Il restait cependant à préciser les résultats sur une plus longue période d'insémination à défaut du cycle complet de ponte (40 semaines) d'une part ; d'autre part, il fallait rechercher les effets de la cane *commune* sur le taux d'éclosabilité des œufs fécondés.

Dans le cadre de l'initialisation de la sélection d'une souche de canes *Pékin* par la SICA SEPALM à Souprosse (Landes) de façon à améliorer la production de canetons mulards pour le gavage, des tests individuels de la fertilité et de l'éclosabilité des œufs obtenues par insémination artificielle en sperme mélangé de *Barbarie*, ont été conduits pendant 18 semaines successives depuis l'entrée en ponte. L'objet de la présente étude est d'en donner et discuter les résultats.

II. Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite par la SICA SEPALM à Souprosse (Landes) dans le cadre de son programme de sélection d'une souche de canes *Pékin* en vue d'améliorer la production de mulards pour le gavage.

A. Matériel biologique et techniques expérimentales

1. Préparation des animaux à la reproduction

Les canettes *Pékin* sont nées en un seul lot d'éclosion le 4-3-1986. Elles étaient élevées en bâtiment et au sol suivant les normes habituelles de température, abreuvement, densité, prophylaxie hygiénique et sanitaire. Elles étaient placées sur copeaux de un jour à 6 semaines d'âge, sur caillebotis de 7 à 19 semaines et mises en cages individuelles à l'âge de 20 semaines. De 1 jour à 4 semaines d'âge un aliment composé complet dosant 18 % de matières protéiques pures et 2 800 kcal par kilogramme était distribué à volonté. De 5 à 23 semaines d'âge l'aliment dosait 14,5 % de matières protéiques brutes et 2 750 kcal. Il était distribué avec un rationnement quantitatif.

L'aliment pour reproducteurs était distribué à partir de la 24^e semaine d'âge. Il dosait 17,6 % de matières protéiques brutes et 2 470 kcal par kilogramme.

Le programme d'éclairage est de 24 h/24 h pour les deux premiers jours de vie ; ensuite, on a une durée naturelle d'éclairage pour maintenir un éclairage constant de 16 h/24 h à partir du 21 juin avec une intensité de 3 watts/m². A l'âge de 20 semaines les canettes *Pékin* ont été placées en cages individuelles dans les cellules de reproduction. Ces cellules sont obscures, pourvues d'une ventilation dynamique, climatisées par pompe à chaleur. La température varie au cours de l'année de 15 °C à 20 °C. Les cages, métalliques, ont 65 cm de longueur, 50 cm de largeur, 50 cm de hauteur. La maille du grillage de fond a une dimension de 25/12 mm et la section du fil est de 2 mm de diamètre. L'abreuvement se fait à l'aide d'une pipette placée en haut de la cage. Chaque cage est munie d'une mangeoire et d'un collecteur d'œufs placé sur le devant. Les cages sont inclinées avec une pente du fond de cage qui est de 13,8 %.

Les canetons mâles *Barbarie* qui ont été utilisés comme donneurs de sperme sont nés deux semaines avant les canettes *Pékin*. Ils ont été mis en cages individuelles dans les mêmes cellules de reproduction que les canes *Pékin* et au même moment. Entre l'âge de 24 et 27 semaines, les mâles *Barbarie* ont été entraînés 4 fois chacun à donner du sperme.

2. Mode de conduite zootechnique de la souche sélectionnée

De leur 26^e semaine à leur 44^e semaine d'âge les canes *Pékin* sont testées individuellement sur le taux de fertilité de leurs œufs en production de mulards par insémination artificielle en sperme mélangé de *Barbarie*. De la 26^e semaine à la 33^e semaine, les mulards mâles obtenus servent à tester sur descendance les canes *Pékin* pour les caractères de gavage et de production de foie gras de ceux-ci. Après 2 semaines de virginisation (45^e et 46^e semaine), les canes sont inséminées pendant 4 semaines par de la semence de mâles *Pékin* individuels. Cela permet le renouvellement de la souche *Pékin* à partir des candidats à la sélection. L'intervalle de génération est ainsi voisin de un an. Les canes sont gardées en ponte pendant 40 semaines. Des inséminations en croisement avec les mâles *Barbarie* ont été poursuivies pendant 14 semaines après les inséminations *Pékin* × *Pékin*, mais les résultats n'étaient pas exploitables dans le cadre des objectifs de l'analyse de cette expérience.

3. Technique d'insémination en spermes mélangés utilisée

Pour le prélèvement des mâles *Barbarie*, la technique utilisée consiste à introduire une cane *Barbarie* en ponte dans la cage du mâle. Après quelques massages du mâle, la semence est recueillie dans une ampoule de verre. Cette méthode a été décrite par TAN (1980). Ici, 3 éjaculats de 3 mâles différents sont mélangés et servent à inséminer, immédiatement après la collecte, 10 canes *Pékin* du troupeau de sélection, à raison de 0,05 ml par cane inséminée. Les caractéristiques moyennes d'un éjaculat sont un volume de 1 ml et une concentration de l'ordre de 3.10⁹ spermatozoïdes par ml. L'on n'utilise donc pas tout le volume des 3 éjaculats pour inséminer les canes du troupeau de sélection, cela pour des raisons liées au protocole de test des reproductrices. Selon WATANABE (1961), HUANG et TAI (communications personnelles), la semence doit être déposée dans le vagin profond au niveau de la jonction utéro vaginale (sans la franchir). En effet, les inséminations intra utérines conduiraient à de plus faibles taux de fertilité et à des risques de contamination par des agents pathogènes. Les canes sont

inséminées avec la « méthode du doigt » déjà décrite par WATANABE (1961). Celle-ci consiste à rechercher avec un doigt la jonction utéro vaginale puis à guider à l'aide de ce doigt le pistolet d'insémination jusqu'à la jonction utéro vaginale pour y déposer la semence. La dose de semence utilisée par cane apporte en moyenne 150.10^6 spermatozoïdes par insémination. Les inséminations de chaque cane ont lieu 2 fois par semaine à jours et heures fixes : le mardi et le vendredi dans la matinée.

4. Caractères contrôlés et analysés

Les contrôles individuels portent sur les œufs pondus et mis à incuber de 155 canes Pékin de leur 26^e semaine à leur 44^e semaine d'âge, du 2-8-1986 au 27-12-1986. L'élevage des canes en cages individuelles permet le contrôle de l'identité de tous les œufs. Pour un lot de 10 canes donné, les 3 mâles *Barbarie* sont changés chaque jour d'insémination. Les œufs identifiés sont mis en incubation toutes les deux semaines et sont mirés 10 jours plus tard pour observer leur état de fécondation. Les œufs détectés fécondés à ce mirage sont mis, 25 jours après la mise en incubateur, dans des casiers de l'éclosoir de façon à pouvoir contrôler l'éclosabilité des œufs de chaque cane.

Les caractères analysés sont donc, pour les 18 premières semaines de ponte, les performances individuelles de nombre d'œufs pondus et mis à incuber, de taux de fertilité et d'éclosabilité. Le taux de fertilité se définit comme étant le rapport du nombre d'œufs fertiles au mirage au nombre d'œufs mis à incuber. Le taux d'éclosabilité se définit comme étant le rapport du nombre de canetons nés au nombre d'œufs fertiles au mirage.

B. Méthode statistique d'analyse

Les répétabilités des taux de fertilité et d'éclosabilité de chaque cane sur l'ensemble de la période de 18 semaines de ponte ont été calculées ainsi que les corrélations entre ces deux caractères. Le calcul de répétabilité nécessite une analyse de variance. La variance d'une fréquence comme un taux de fertilité ou d'éclosabilité dépend de la probabilité qui est l'espérance de cette fréquence et peut varier d'un individu à l'autre. BARTLETT (1947) a proposé une transformation $\text{Arc sin } \sqrt{\quad}$ pour rendre, dans le cas de fréquences, les variances indépendantes de la moyenne. En s'inspirant du modèle de BOGYO et BECKER (1965) pour estimer les composantes de la variance de variables binomiales, l'on peut écrire le taux d'œufs fécondés d'une cane i , y_i , comme la somme de 3 statistiques indépendantes,

$$y_i = p + m_i + b_i$$

p étant la probabilité dans la population qu'un œuf mis en incubation soit observé fécondé au moment du mirage.

m_i étant l'effet propre à la cane i mesuré en déviation par rapport à p , les m_i , étant indépendants entre eux, de variances σ_m^2 , d'espérances nulles.

b_i étant l'effet aléatoire binomial mesuré en déviation par rapport à $p + m_i$, après la transformation $\text{Arc sin } \sqrt{y_i}$ si les angles sont exprimés en radians, l'on a :

$$E(b_i^2) = 0,25/r_i$$

r_i étant le nombre d'œufs mis en incubation de la cane i .

L'espérance mathématique de la variance entre canes des taux d'œufs fécondés exprimés en variables transformée s'écrit :

$$E(S^2) = \sigma_m^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 0,25$$

n étant le nombre de canes.

L'on estime donc σ_m^2 par $\hat{\sigma}_m^2$

$$S^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 0,25$$

La répétabilité cane ρ se calcule par :

$$\rho = \frac{\sigma_m^2}{S^2}$$

Cette répétabilité est une corrélation intra-classe. Sa signification statistique par rapport à 0 a été testée selon FISHER (1958).

Le même modèle et les mêmes calculs s'appliquent pour le taux d'éclosabilité.

La corrélation entre taux de fertilité et d'éclosabilité peut être calculée de deux façons : par corrélation linéaire entre les variables transformées en Arc sin $\sqrt{\quad}$; par la formule approximative de la corrélation entre deux rapports, déduite de PEARSON (1897) et GUNSETT (1984). Si x_1 est le nombre d'œufs mis à incuber, x_2 celui d'œufs fertiles, x_3 celui d'œufs éclos, il vient

$$r \frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{x_3}{x_2} = \frac{r_{x_2x_3} v_{x_2} v_{x_3} - v_{x_2}^2 - r_{x_1x_3} v_{x_1} v_{x_3} + r_{x_1x_2} v_{x_1} v_{x_2}}{[v_{x_1}^2 + v_{x_2}^2 - 2 r_{x_1x_2} v_{x_1} v_{x_2}]^{1/2} [v_{x_2}^2 + v_{x_3}^2 - 2 r_{x_2x_3} v_{x_2} v_{x_3}]^{1/2}} \quad (1)$$

où v est le coefficient de variation.

L'on peut aussi calculer la corrélation r entre l'effet m_i de la cane et la mesure y_i de son taux de fertilité

$$r = \frac{\text{Cov } m_i, y_i}{s \cdot \sigma_m} = \frac{\sigma_m^2}{s \cdot \sigma_m} = \frac{\sigma_m}{s} = \sqrt{\rho}$$

C. Calculs et résultats

L'étude a porté sur 155 canes qui ont produit, dans la période d'insémination en pur, des descendants *Pékin* candidats au renouvellement. Le tableau 1 décrit cet échantillon et ses performances moyennes de reproduction pendant 18 semaines de test en production d'embryons et canetons hybrides mulards. Le nombre moyen par cane d'œufs à incuber (78) est inférieur au nombre moyen d'œufs incubables (84) parce que les canes en pause de ponte n'étaient pas inséminées et donc les premiers œufs pondus après la pause ne pouvaient pas être fécondés. Sur les 8 584 œufs fécondés le taux moyen de canetons mulards éclos est de 0,76.

TABLEAU 1

Performances moyennes de reproduction de 155 canes Pekin pendant 18 semaines de test en production d'embryos et canetons hybrides mulards.

Mean reproductive performance of 155 Pekin ducks during a 18-week test period of production of hybrid mule embryos and ducklings.

Age entrée en ponte	24 semaines
Age at first egg	24 weeks
Age début de test	26 semaines
Age at the beginning of the test	26 weeks
Age en fin d'expérience	44 semaines
Age at the end of the experiment	44 weeks
Nombre moyen d'œufs mis en incubation par cane	78
Number of incubated eggs per duck	
Nombre d'œufs incubables par cane	84
Number of eggs per duck which could be incubated	
Nombre d'œufs fécondés au mirage par cane	55
Number of fertilized eggs per duck	
Nombre de canetons mulards éclos par cane	42
Number of mule ducklings per duck	
Taux moyen d'œufs fécondés	0,71
Fertility rate	
Taux moyen d'éclosabilité	0,76
Hatchability rate	

TABLEAU 2

Moyennes (\bar{x}), écarts-types (s), coefficients de variation (cv) en %, des nombres d'œufs par cane mis à incuber, fertiles, éclos, dans les deux échantillons de 150 et 144 (parmi les 150) canes.

Means (\bar{x}), standard deviation (s), coefficient of variation (cv %) for the numbers of eggs per duck, fertiles, hatched, in the two samples of 150 and 144 (from the 150) ducks.

	150 canes 150 ducks			144 canes 144 ducks		
	\bar{x}	s	cv %	\bar{x}	s	cv %
Nombre d'œufs Number of eggs						
Mis en incubation Incubated	80	27	34	83	25	30
Fertiles Fertiles	56	23	41	58	21	36
Éclos Hatched	43	21	49	45	20	44

Les analyses de la variabilité individuelle, de répétabilité et de corrélations ont porté sur 150 canes ayant produit au moins 10 œufs mis en incubation (pour les taux de fertilité) et sur 144 canes ayant produit au moins 10 œufs fertiles (pour les taux d'éclosabilité).

Le tableau 2 donne les paramètres statistiques (moyennes, écarts-types, coefficients de variation) des 3 caractères nombre d'œufs mis à incuber, fertiles, éclos, pour ces deux échantillons de 150 et de 144 canes. Le tableau 3 donne les corrélations entre ces 3 caractères.

TABLEAU 3

Corrélations entre nombre d'œufs mis à incuber, fertiles, éclos.
Correlations between incubated, fertile, hatched eggs.

Nombre d'œufs <i>Number of eggs</i>	Mis à incuber <i>Incubated</i>	Fertiles <i>Fertiles</i>	Éclos <i>Hatched</i>
Mis à incuber <i>Incubated</i>		0,85	0,77
Fertiles <i>Fertiles</i>	0,85		0,91
Éclos <i>Hatched</i>	0,75	0,90	

Au dessus de la diagonale principale résultats de 150 canes - *Above the main diagonal results from 150 ducks.*
Au dessous de la diagonale principale résultats de 144 canes - *Under the main diagonal results from 144 ducks.*

TABLEAU 4

Variances phénotypiques (s^2), composantes « cane » de la variance (σ_m^2) coefficients de variations et répétabilités des taux de fertilité et d'éclosabilité des œufs de canes Pekin, pour les données transformées en Arc sin $\sqrt{\cdot}$.

Phenotypic variances (s^2), duck component of variance (σ_m^2), coefficient of variation and repeatability for fertility and hatchability rates of Pekin duck eggs, for Arc sin $\sqrt{\cdot}$ transformed percentage data.

	Taux de fertilité ⁽¹⁾ <i>Fertility rate</i>	Taux d'éclosabilité ⁽²⁾ <i>Hatchability rate</i>
Variance phénotypique s^2 <i>Phenotypic variance s^2</i>	0,034	0,030
Composante cane de la variance σ_m^2 <i>Dam variance component σ_m^2</i>	0,030	0,025
Coefficient de variation <i>Coefficient of variation</i>	0,186	0,163
Répétabilité <i>Repeatability</i>	0,88	0,82

(1) 150 canes ayant au moins 10 œufs mis en incubation - *150 ducks with at least 10 incubated eggs.*

(2) 144 canes ayant au moins 10 œufs fécondés - *144 ducks with at least 10 fertile eggs.*

Le tableau 4 donne les résultats de la décomposition de la variance et les valeurs des coefficients de répétabilité. Ceux-ci sont de 0,88** pour le taux de fertilité et de 0,82** pour le taux d'éclosabilité. La corrélation entre ces deux taux toujours calculée sur les variables transformées est de $r = 0,07^{NS}$. Le calcul de la corrélation entre taux de fertilité et d'éclosabilité à partir de la formule (1) et en utilisant les paramètres statistiques des tableaux 2 et 3 donne des valeurs voisines et positives de $r = 0,11^{NS}$ et $r = 0,16^S$, respectivement pour les deux sous échantillons de 150 et 144 canes.

III. Discussion

WATANABE (1961) avait recherché l'utilisation de l'insémination artificielle de la cane *commune* pour accroître le taux de fertilité des œufs hybrides dans le croisement interspécifique avec le canard de Barbarie. Cet auteur signalait déjà l'intérêt zootechnique de l'hybride mulard pour la production de viande dans le sud-est asiatique, ainsi que la difficulté de le produire en accouplement naturel, du fait de la faible fertilité des œufs. En France, les travaux précurseurs de SZUMOWSKI (1960) et sur le plan pratique à la même époque de P. LARRUE (communication personnelle) à la Station INRA d'Artiguères étaient tombés dans l'oubli, jusqu'en 1980 où ils avaient été repris par VUILLAUME (communication personnelle). MIALON (1985) dans l'étude du croisement entre trois souches de Barbarie et canes communes a comparé les taux de fertilité des œufs en monte naturelle et en insémination artificielle : les résultats sont peu différents, respectivement de 0,36 et de 0,28. Cette expérimentation confirmait le faible taux de fertilité des œufs à mulards en accouplement naturel, mais elle ne montrait pas une supériorité de l'insémination artificielle.

La technique d'insémination artificielle utilisée dans la présente expérimentation a été adaptée d'après les résultats des travaux des chercheurs de Taïwan (rappelés récemment par TAI, 1985). En effet, l'insémination artificielle des canes communes pour la production de mulards est généralisée dans les élevages de Taïwan. Les éleveurs obtiennent un taux moyen d'œufs fécondés de 0,70 avec des variations entre élevages de 0,60 à 0,80 (ROUVIER *et al.*, 1984). Cependant le matériel génétique européen est différent de celui de Taïwan, aussi bien pour les mâles Barbarie que pour les canes communes. Les conditions de milieu de production de Taïwan sont également très différentes (ROUVIER, 1987b).

L'objet de l'expérimentation dont les résultats sont discutés ici n'était pas d'optimiser une nouvelle méthode de reproduction. Il fallait auparavant établir les paramètres zootechniques (moyenne, variabilité) sur le matériel génétique utilisé en France et pour le généticien étudier l'intérêt de son utilisation dans le cadre d'un programme de sélection.

A. Valeurs moyennes des caractères zootechniques et méthode de reproduction

Avec ces canes de la même souche *Pékin*, ROUVIER *et al.* (1987a) avaient obtenu des pourcentages moyens d'œufs fécondés de 52 % et de 61 %, respectivement dans deux essais qui avaient duré 38 jours et 47 jours. Le pourcentage moyen d'œufs fécondés (71 %) s'est accru par rapport à celui de l'expérimentation précédente. Il est

maintenant comparable à celui observé à Taïwan en fermes pour des canes croisées *Pékin* × *Tsaiya*, et rapporté par ROUVIER *et al.* (1984).

L'intensité de ponte ne fait pas l'objet de la présente étude. Sa valeur moyenne (0,67) sur les 18 semaines de contrôles est plus faible que ce qui est attendu pour ce troupeau de canes *Pékin*. S'agissant de la première génération de sélection, cela peut-être dû à une adaptation plus ou moins grande au système d'élevage en cage individuelle des reproductrices. En effet, sur un troupeau de 51 canes *Pékin* contemporaines produisant au sol par insémination en sperme mélangé, suivant la même technique l'on a obtenu les résultats suivants sur la période habituelle de reproduction de 40 semaines (données non publiées) : 189 et 205 œufs pondus respectivement par cane mise en place et présente pour un taux d'œufs fertiles de 0,64.

Les mâles Barbarie donneurs de sperme ont été remplacés en milieu de période de ponte (20^e semaine) par d'autres mâles âgés de 28 semaines préalablement entraînés à donner du sperme. Ces résultats montrent que la méthode d'insémination artificielle peut être maîtrisée sur l'ensemble du cycle de ponte de la cane *Pékin*.

Plusieurs questions doivent être discutées sur la méthode d'insémination artificielle. L'on sait que l'insémination en sperme mélangé permet d'accroître le taux de fertilité moyen par rapport à des inséminations monospermiques. En effet, TAI LIU et TAI (1984) ont montré, en inséminant deux lots de 80 canes *Tsaiya* avec du sperme de 10 mâles Barbarie, avec les mêmes doses de semence (50 µl), que les taux moyens de fertilité dans la période 2 à 5 jours suivant une seule insémination étaient de 73,0 % et de 66,4 % respectivement en inséminations en sperme mélangé et monospermique.

LUI *et al.* (1980) ont comparé sur 8 semaines consécutives et sur 100 canes *Tsaiya blanches* en inséminant deux fois par semaine avec de la semence mélangée 5 nombres de spermatozoïdes inséminés : 90.10^6 , 70.10^6 , 50.10^6 , 30.10^6 , 10.10^6 . Les taux de fertilité moyens trouvés furent respectivement de 73,0 %, 82,1 %, 76,9 %, 62,4 % et 61,8 %. Ces auteurs concluent que le nombre optimum de spermatozoïdes à introduire par insémination serait de 50.10^6 . Le nombre de spermatozoïdes utilisés dans la présente expérimentation est de l'ordre de 150.10^6 en moyenne. Il devra donc être optimisé dans des études ultérieures.

La fréquence des inséminations de chaque cane correspond à des intervalles de temps successifs de 3 et 4 jours (deux fois par semaine). Le pourcentage d'œufs fécondés est maximum les deuxième et troisième jours après l'insémination puis il décroît rapidement. HUANG et CHOW (1974) ont contrôlé 5 lots de 38 canes communes chinoises (*Tsaiya*) pendant 114 jours. Les intervalles d'insémination avec de la semence mélangée de *Barbarie* étaient de 2, 3, 4, 5 et 10 jours respectivement pour chaque lot. Les taux moyens d'œufs fécondés étaient respectivement de 0,81, 0,71, 0,62, 0,46, 0,22. ROUVIER *et al.* (1987 a) montrent également une diminution des taux d'œufs fécondés moyens suivant le nombre de jours écoulés depuis la dernière insémination artificielle fécondante. Celle-ci intervient le 4^e jour et s'accroît le 5^e jour. Pour accroître le taux moyen d'œufs fécondés, il faudrait donc inséminer avec des intervalles de 2 jours, en supposant qu'il n'y ait pas un effet défavorable des manipulations supplémentaires des animaux. Le rythme actuel des inséminations semble donc correspondre à une solution sub optimale.

Le résultat moyen de cette expérimentation semble montrer que la maîtrise de l'insémination artificielle est un facteur très important pour l'obtention des embryons hybrides, confirmant ainsi les hypothèses de ROUVIER *et al.* (1984). GVARIAHU *et coll.*

(1984) utilisant des canes *Pékin* trouvaient, sur une période de 4 semaines, des pourcentages d'œufs fécondés plus faibles en insémination artificielle (48 %) qu'en accouplement naturel mais dans des petits troupeaux (9 ou 10 canes) et avec un fort rapport mâle : femelle (1 : 3 à 1 : 1,8). Or, en pratique, les troupeaux de canes sont en général de plus grand effectif. Par ailleurs, l'insémination artificielle permet actuellement un rapport mâle : femelle de 1 : 20 qui pourrait être encore diminué.

D'après HUANG et TAI (communications personnelles), le site de l'insémination est dans ce cas le facteur le plus important de la réussite de l'insémination. Le taux d'œufs fécondés s'accroît lorsque le lieu de dépôt de la semence se rapproche de la jonction utéro vaginale. Il est maximum pour un dépôt au niveau de la jonction utéro vaginale. Cela s'expliquerait du fait que cette jonction est un site de stockage des spermatozoïdes (SAUVEUR, 1988).

Le taux moyen d'éclosabilité de 0,76 indique une mortalité embryonnaire de 24 % au moins puisque des mortalités embryonnaires très précoces n'ont pas été recherchées. Cette mortalité pourrait être en partie liée à l'état hybride des embryons. En effet, l'on sait (MOTT *et al.*, 1968, MIGLIORE *et al.*, 1986) que les deux espèces parentes diffèrent par la morphologie des premières et quatrièmes (hétérochromosomes) paires de chromosomes, ce qui explique la stérilité de l'hybride. Cette hypothèse de mortalité embryonnaire peut s'appuyer sur le fait que le sex ratio de 59 % est très significativement supérieur à 50 %. Mais il est en faveur des mâles, sexe homogamétique ZZ alors que la femelle est hétérogamétique ZW, chez le canard. L'on pourrait donc supposer une viabilité différentielle liée au chromosome Z.

Plusieurs hypothèses ont été envisagées pour expliquer le faible taux de fertilité souvent observé en accouplement naturel entre le mâle *Barbarie* et la cane *commune* : barrières dues aux différences de comportement en reproduction entre les deux espèces, ou aux différences chromosomiques, ou isolation gamétique (GVARYAHU *et al.*, 1984). Le premier point n'est pas étudié dans la présente expérimentation. Les différences chromosomiques pourraient expliquer une mortalité embryonnaire très précoce non détectée par le mirage des œufs au 10^e jour d'incubation. Une isolation gamétique éventuelle réduirait la durée de la fertilité après une seule insémination. Ce point également n'a pas été étudié. Des recherches ultérieures, physiologiques et génétiques, devraient donc permettre de déterminer jusqu'où l'on pourrait accroître les taux moyens d'œufs fécondés et éclos. Cependant, si des incompatibilités génétiques existent, elles seraient moins importantes que ce que laissent craindre les résultats d'accouplement naturel puisque le taux d'œufs fécondés est au moins doublé par l'insémination artificielle en sperme mélangé.

B. Variabilité phénotypique et effets dus à la cane

Les coefficients de variation dans l'échantillon des 150 canes des nombres d'œufs mis en incubation (34 %), fertiles (41 %), éclos (49 %), sont élevés. Cela traduit une variabilité importante du nombre d'œufs pondus par la cane *Pékin* en cage individuelle et corrélativement des nombres d'œufs fertiles et éclos. En effet ces caractères présentent des corrélations fortes (respectivement $r = 0,85$ et $r = 0,77$) avec le nombre d'œufs mis à incuber. Cette variabilité pourrait être liée à la fois au système d'élevage et au matériel génétique. En effet SOCHOCKA et WEZYK (1971) obtiennent des coefficients de variation de 20 à 25 % pour le nombre d'œufs pondus par la cane *Pékin*, valeurs qui sont encore fortes. Par contre, TAI *et al.* (1988), ROUVIER (données non publiées)

obtiennent des coefficients de variation de 10 à 12 % pour le nombre d'œufs pondus par la cane *Tsaiya Brune*. L'on peut penser que cette variabilité phénotypique observée ici dans la génération initiale de sélection pourrait diminuer à la suite de la sélection sur le nombre d'œufs pondus et mis en incubation. Celle-ci pourrait en effet agir indirectement par une sélection des canes les mieux adaptées à l'élevage en cage individuelle.

Les coefficients de variation, mesurés sur les données transformées sont plus faibles, pour le taux de fertilité (0,19) et le taux d'éclosabilité (0,16). La population sur laquelle ces taux sont étudiés a été tronquée pour des raisons génétiques, zootechniques et statistiques : des canes produisant moins de 10 œufs incubables ou moins de 10 œufs fertiles sur la période de 18 semaines, ne seront certainement pas sélectionnées. Un éleveur les éliminerait également. La validité statistique d'une fréquence demande qu'elle soit établie sur 10 observations au minimum. Les pourcentages de canes éliminées sont faibles. Cela ne change pas significativement les valeurs moyennes des taux de fertilité et d'éclosabilité.

La valeur de la répétabilité du taux de fertilité des canes ($\rho = 0,88^{**}$) confirme les résultats antérieurs, ici sur une longue période de temps (18 semaines). Cette répétabilité mesure l'importance de la variation du taux de fertilité dû à l'effet de la cane par rapport à la variation totale du caractère. Cela, en supposant une variation faible et négligeable de l'effet moyen, entre canes, des mâles *Barbarie*. En effet, le protocole expérimental prévoit l'utilisation de la semence de tous les mâles *Barbarie* à peu près également pour chaque cane. La répétabilité représente également le carré de la corrélation entre l'effet de la cane sur le taux de fertilité et sa mesure. Sa valeur élevée indique une précision élevée de la mesure du caractère suivant cette méthode de reproduction. Il en est de même pour le taux d'éclosabilité dont la répétabilité est $\rho = 0,82^{**}$. Pour ce caractère l'on peut penser à une plus ou moins grande aptitude à une compatibilité chromosomique de la cane *Pékin* avec l'espèce *Barbarie* et à un effet maternel lié à l'œuf sur la viabilité des embryons. Il était intéressant de calculer la corrélation entre pourcentage d'œufs fertiles (nombre d'œufs fertiles/nombre d'œufs mis à incuber) et pourcentage d'éclos (nombre d'éclos/nombre d'œufs fertiles). En effet, a priori une corrélation « automatique » négative pouvait apparaître entre les deux rapports dont l'un utilise au numérateur, l'autre au dénominateur, le même caractère. Malgré cela la corrélation entre les deux pourcentages transformés en $\text{Arc sin } \sqrt{\quad}$ est de $+0,07^{\text{NS}}$ et celle entre les deux pourcentages calculée par la formule 1 est de $+0,11^{\text{NS}}$ et de $0,16^{\text{S}}$. Il n'y a donc pas d'antagonisme biologique entre la fertilité et l'éclosabilité du côté des effets de la cane. Ce résultat correspond au fait que la corrélation entre membres d'œufs fertiles et éclos est forte ($r = 0,91$). Leur corrélation partielle au nombre d'œufs mis à incuber constant est de $r = +0,76$. Cela indique que les deux caractères de fertilité et éclosabilité ont tendance à varier dans le même sens. Ils seraient ainsi deux mesures de la viabilité embryonnaire précoce et plus tardive. Par ailleurs, les nombres d'œufs incubables et fertiles sont deux composantes importantes du nombre de canetons éclos.

IV. Conclusion

Le but de cette recherche était de vérifier l'intérêt d'une nouvelle méthode de reproduction en vue du test des reproductrices, dans la sélection de la cane *Pékin* pour améliorer la production de mulards pour le gavage et le foie gras. En même temps, les

résultats ont pu être discutés pour une utilisation zootechnique dans les élevages de production d'œufs à incuber. Sur ce plan, les résultats indiquent que cette nouvelle méthode de reproduction permet d'accroître de façon importante la prolificité de la cane Pékin. Cette méthode d'insémination artificielle devra maintenant être optimisée.

Les répétabilités de l'effet cane sont fortes aussi bien sur les taux de fertilité que d'éclosabilité indiquant une précision élevée de la mesure du caractère. L'utilisation de cette nouvelle méthode de reproduction est donc confirmée pour les tests précis des canes Pékin sur leur production de canetons mulards. Au cours des générations successives de sélection il faudra analyser et estimer la variabilité génétique du nombre de canetons éclos par cane et des composantes biologiques (taux de fertilité et d'éclosabilité) suivant cette méthode de reproduction : cela, afin de prévoir les progrès génétiques que l'on peut espérer par sélection.

Reçu en mars 1988.

Accepté en septembre 1988.

Summary

Fertility and hatchability of eggs from Pekin ducks (Anas platyrhynchos) in interspecific crossbreeding with Muscovy ducks (Cairina moschata) by artificial insemination

In order to define the efficiency of a new reproduction method in a breeding programme, the data from 155 Pekin female ducks were individually recorded for the first 18 weeks of the laying period. They were artificially inseminated twice a week with pooled semen from Muscovy drakes. The average proportion of fertilized relative to incubated eggs was 0.71 and that of hatched relative to fertilized eggs was 0.76. Repeatability due to the duck effect for fertility rate was high (0.88) and confirms previous results. A new result is the high repeatability value (0.82) for hatchability rate and the lack of antagonism between fertility and hatchability rates. This reproduction method could increase considerably the number of mule ducklings produced by the European Pekin duck. This method can be used for testing breeding ducks for their mule duckling production. The hereditary transmission of the two traits in common duck has now to be studied in order to predict further progress in prolificacy by selection.

Key words : Pekin duck, mule duck, inter-specific crossbreeding, artificial insemination, fertility, hatchability.

Références bibliographiques

- BARTLETT M.S., 1947. The use of transformations. *Biometrics*, **3**, 39-52.
- BOGYO T.P., BECKER W.A., 1965. Estimates of heritability from transformed percentage sib data with unequal subclass numbers. *Biometrics*, **21**, 1001-1007.
- FISHER R.A., 1958. *Statistical Methods for Research workers*. 13th ed., 351 pp., Oliver and Boyd, Edinburgh.
- GUNSETT F.C., 1984. Linear index selection to improve traits defined as ratios. *J. Anim. Sci.*, **59**, 1185-1193.
- GVARYAHU G., ROBINSON B., MELTZER A., PEREK M., SNAPIR N., 1984. Artificial insemination and natural mating in the crossbreeding of the Muscovy drake and the Pekin duck. *Poult. Sci.*, **63**, 386-387.

- HUANG H.H., CHOW T.C., 1974. Artificial insemination in mule duck production. *Proc. XV World Poul. Congr.* New-Orleans, August 11-16, 1974, 261-262. Washington, U.S.A.
- LIU J.J., TAI C., HUANG H.H., 1980. Studies on artificial insemination of Ducks. II. Effects of sperm number and sperm concentration on Fertility. *J. Chinese Soc. Anim. Sci.*, **9**, 1, 2, 71-78.
- MIALON M.M., 1985. Croisement entre trois souches de Barbarie et de canes communes : performances de reproduction, de gavage des mulards obtenus. *Mémoire de fin d'études de l'Ecole Nationale d'Ingénieur des Travaux Agricoles de Bordeaux*.
- MIGLIORE L., TESORO M., ROMBOLI I., 1986. Chromosome complement and C banding pattern in the Muscovy duck. *7^e Conférence Européenne d'Aviculture*, vol. I, 99-103, Paris, 24-28 août 1986.
- MOTT C.L., LOCKHART L.H., RIGDON R.H., 1968. Chromosomes of the sterile hybrid duck. *Cytogenetics*, **7**, 403-412.
- PEARSON K., 1897. On a form of spurious correlation which may arise when indices are used in the measurement organs. *Proc. Roy. Soc. (London)*, **60**, 490.
- ROUVIER R., TAI J.J.L., TAI C., 1984. L'insémination artificielle des canes communes pour la production de mulard à Taïwan. La situation actuelle. In : *Insémination artificielle et amélioration génétique : bilan et perspectives critiques. Les Colloques de l'INRA*, n° 29, 360-367.
- ROUVIER R., BABILE R., SALZMANN F., AUVERGNE A., POUJARDIEU B., 1987 a. Répétabilité de la fertilité des canes Rouen et Pékin (*Anas platyrhynchos*) en croisement interspécifique avec le Barbarie (*Cairina moschata*) par insémination artificielle. *Génét. Sél. Evol.*, **19**, 103-112.
- ROUVIER R., 1987 b. La race de cane Tsaiya (*Anas platyrhynchos*) de Taïwan : origine, élevage pour la production d'œufs et de viande. *Ethnozootechnie*, **39**, 85-92.
- SAUVEUR B., 1988. Reproduction naturelle et insémination artificielle. In : SAUVEUR B. (ed.). *Reproduction des volailles et production d'œufs*, 209-226, INRA-Paris.
- SZUMOWSKI P., 1960. Insémination artificielle chez les palmipèdes. *Rech. Med. Vétér.* n° 12, 1165-1205.
- TAI LIU J.J., TAI C., 1984. Studies on the Artificial insemination of Ducks. 3. A comparison of fertility for pooled semen and individual male semen in the crosses between Muscovy (*Cairina moschata*) and Tsaiya Duck (*Anas platyrhynchos* var domestica). *J. Taiwan Livestock Res.*, **17**, 85-89.
- TAI C., 1985. Duck breeding and artificial insemination in Taiwan. In : FARRELL D.J., STAPLETON P. (ed.), *Duck Production science and world practice*, 193-203. University of New England, Armidale.
- TAI C., ROUVIER R., POIVEY J.P. Genetic parameters of some economically important traits in laying Brown Tsaiya (*Anas platyrhynchos*). Soumis pour publication à *Génét. Sél. Evol.*
- SOCHOCKA A., WEZYK S., 1971. Genetic parameters of productivity characters in Pekin duck. *Genetica Polonica*, **12**, 411-423.
- TAN N.S., 1980. The training of drakes for semen collection. *Ann. Zootech.*, **29**, 93-102.
- WATANABE M., 1961. Experimental studies on the artificial insemination of domestic ducks with special reference to the production of mule ducks. *J. Fac. Fish. Anim. Hush. Hiroshima Univ.*, **3**, 439-478.